

Batterien für den Antrieb: Anforderungen und Prüfkonzepte

Dipl.-Phys. Detlef Hoffmann, SGS Germany GmbH, Teamleader Electromobility Services, 81359 München, Deutschland, detlef.hoffmann@sgs.com

Kurzfassung

Alle Formen der Elektromobilität, vom „Hybrid Electric Vehicle“ bis zum „Plug-In Electric Vehicle“, sind auf automobiltaugliche Batteriesysteme angewiesen. Batteriesysteme sind komplexe Produkte mit vielen Funktionen und enthalten elektronische Baugruppen, die Sicherheitsfunktionen ausüben. Diese müssen die Anforderungen der ISO 26262 zur funktionalen Sicherheit erfüllen. Traktionsbatterien unterliegen in Europa der Typgenehmigung nach 2007/46/EG, 2004/104/EG [1] und der Produktsicherheitsrichtlinie (2001/95/EG). Lithium-Batterien müssen die UN-Transport-Anforderungen einhalten. Neben Performance-Parametern wie Kapazität, Selbstentladung und Lebensdauer, werden Umweltaforderungen (z. B. EN 16750), Sicherheit und Verhalten bei Unfall und Missbrauch (z. B. US FreedomCAR) geprüft. Hohe elektrische Ströme und Spannungen müssen beherrscht und das Austreten von Inhaltsstoffen, Feuer und Explosion sollen vermieden werden. Wirtschaftlichkeit und schneller Markteintritt erfordern adaptive Prüfkonzepte, die die Festlegung der Anforderungen für Zelle, Modul und System, die Risikoanalyse, den Validierungsplan und seine Umsetzung mit Prüflingsüberwachung und Schutzmaßnahmen sowie die Fertigungsüberwachung integrieren.

Summary

All applications of electromobility from “Hybrid Electric Vehicle” to “Plug-In Electric Vehicle” need battery systems which are fitting for automotive use. Batterysystems come in many variants. They are complex products able to perform a lot of different functions. Safety functions are executed by integrated electronic modules. These have to fulfil the requirements of ISO 26262. In Europe, traction-batteries have to comply with EU-Directive 2007/46/EG, 2004/104/EG for type approval and to the Product Safety Directive 2001/95/EG. Lithium-Batteries have to fulfil UN-transport requirements. Besides Performance-Parameters e. g. capacity and self-discharge, also lifetime, environmental simulation (e. g. EN 16750), safety, abuse and accident (US FreedomCAR) are tested. High electric currents and voltages must be handled safely, and the flow out of internal liquids, fire and explosion shall be prevented. Economy and time-to-market require an adaptive approach with a systematic concept for qualification. This concept integrates the definition of requirements for the battery-system and its modules, the risk-analysis, the validation plan and its implementation with supervision of the device under test, protection measures and factory inspection.

1 Einleitung

In den kommenden Jahren wird die Anzahl der zugelassenen Hybridfahrzeugen deutlich ansteigen. Alle Formen der Elektromobilität vom Hybrid Electric Vehicle (HEV) bis zum Plug-In Electric Vehicle (PEV) sind auf angepasste automobiltaugliche Batteriesysteme angewiesen, die Kosten, Reichweite und Fahrkomfort des Fahrzeugs maßgeblich bestimmen. Aufgrund der verschiedenen EV-Konzepte [2], (Bild 1) werden Antriebs-Batterien entweder auf hohe Leistung (HEV) oder auf hohe Energie (EV) ausgelegt. Aufgrund verschieden Performance-Anforderungen gibt es eine Vielzahl von Batterie-Varianten, die durch die elektrischen Parameter (z. B. Kapazität, Leistung), die Umgebungsbedingungen im Fahrzeug und durch Sicherheitsbelange geprägt sind. Batteriesystem enthalten nicht nur Zellen, sondern auch elektronische Baugruppen, die Sicherheitsfunktionen ausüben. Batteriesysteme sind komplexe Produkte mit einer Vielzahl von Betriebszuständen und Funktionen.

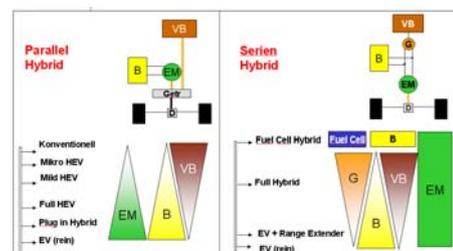


Bild 1 Elektrofahrzeug Konzepte

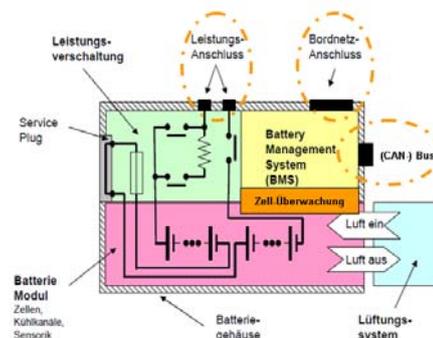


Bild 2 Aufbau eines Batteriesystems [3]

Durch aktuelle Umweltschutzziele und Ansprüche an den Fahrkomfort, eine sich ausbreitende Elektromobilität in Schwellenländern und durch einen beschleunigten technologischen Fortschritt entwickeln sich die Anforderungen an Batteriesysteme unter Mitwirkung der verschiedenen Interessensgruppen sehr dynamisch.

2 Anforderungen

Sowohl Fahrzeughersteller als auch Batterieherstellern erarbeiten Anforderungen an Batteriesysteme und ihre Komponenten. Die Anforderungen an die Traktionsbatterien umfassen in Europa die Typgenehmigung bezüglich der Elektromagnetischen Verträglichkeit nach EU-Richtlinien 2007/46/EC, 2004/104/EG [1] und die Einhaltung der Produktsicherheitsrichtlinie 2001/95/EG. Für hohe Energiedichten kommen heute vielfach Li-Batterien zum Einsatz. Sie müssen als Voraussetzung für den kommerziellen Transport die UN 38.3-Anforderungen erfüllen. Der Einsatz im Fahrzeug erfordert zuverlässige Funktionen in einem sehr breiten Temperaturbereich und unter mechanischen Bedingungen mit fahrzeugtypischen Vibrationen und Stößen. Grundlegende elektrische Performance-Parametern sind beispielsweise Kapazität, Selbstentladung und Energieeffizienz. Verfeinerte Performance-Anforderungen werden über Fahrzyklen definiert. Das Einhalten von Anforderungen an Lebensdauer- und Ladezyklen ist angesichts der hohen Anschaffungskosten der Batterie ein wichtiges Kriterium. Das Bestehen von Sicherheits- Unfall- und Missbrauchsprüfungen ist Voraussetzung für den sicheren Einsatz des Batteriesystems. Insbesondere müssen die Gefahrenpotenziale elektrische Spannung, elektrischer Strom, austretende Inhaltsstoffe sowie Feuer und Explosion in allen Produktlebensphasen sicher beherrscht werden. (Bild 3)



Bild 3 Hazardlevel nach EUCAR

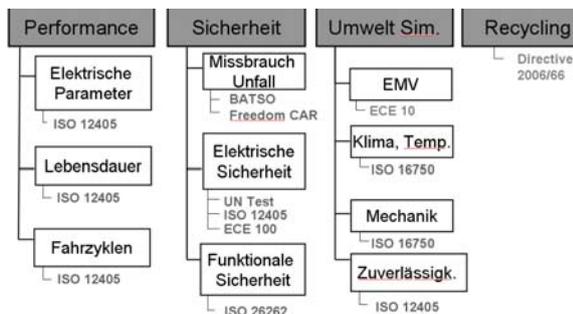


Bild 4 Übersicht Anforderungen an Batteriesysteme

3 Prüfkonzepte

Wirtschaftlichkeit und schneller Markteintritt, Dynamik und Vielfalt der Anforderungen an Batteriesysteme erfordern adaptive Prüfkonzepte. Diese müssen Bausteine für den gesamten Produktlebenszyklus bieten. Gesetzliche Anforderungen, die Eigenschaften der Umgebung „Fahrzeug“ und Sicherheitsbelange bei Unfall und Missbrauch bilden den Ausgangspunkt für die Definition der Anforderungen. Eine Risikoanalyse zeigt die Gefahrenpotenziale auf. Sie ist Grundlage für die Auslegung der Sicherheitsfunktion des Batteriesystems aber auch für den Validierungsplan. Anforderungen können auf Zell-, Modul- und Systemebene definiert und geprüft werden [3]. Die Anforderungen an den Prüfumfang und die Prüfinfrastruktur wachsen von der Zelle über das Modul bis zum Batteriesystem deutlich an. Dabei bestimmen neben der Größe von Thermosimulation und Mechnikaufbauten die Prüflings-Überwachung, Kühlung und die Sicherheitsinfrastruktur den Aufwand. Wichtige Kenngröße für die Dimensionierung von Schutzmaßnahmen am Prüfaufbau sind die Hazardlevel (Bild 3). Sicherheitseinrichtungen, sind darüber hinaus für Hochstrom und Hochspannung notwendig. Sinnvollerweise wird mit dem Nachweis der Zelleigenschaften begonnen. Eine gezielte Fertigungsüberwachung ist wesentlicher Bestandteil der Qualitätssicherung auf Zellebene. Für Tests auf Modul- und Systemebene müssen im Validierungsplan die Schnittstellen mit Art, Umfang und erforderlicher Redundanz der Prüflingsüberwachung definiert werden. Ergebnisse von Prüfungen an Komponenten wie Zellen, Modulen und Schutzeinrichtungen sowie Information über den Reifegrad des Batteriesystems (Prototyp, Serie) können Aufwand und Testzeiten reduzieren.

4 Zusammenfassung

Es werden Anforderungen und passende adaptive Prüfkonzepte vorgestellt. Die Prüfkonzepte begleiten den Produktenstehungsprozess und integrieren Zellprüfungen, Fertigungsüberwachung, Risikoanalyse, Validierungsplan und Prüfdurchführung auf Systemebene, um den Marktzugang von Batteriesystemen effizient abzusichern.

5 Literatur

- [1] Richtlinie der Kommission 2004/104/EG vom 14. Oktober 2004 zur Anpassung der Richtlinie 72/245/EWG des Rates über die Funkentstörung (elektromagnetische Verträglichkeit)
- [2] H. Mettlach, Plug-In Hybrid Electric (PHEV) and extended -Range Electric vehicles (EREV) "Encyclopedia of Electrochemical Power Sources", ELSEVIER Amsterdam, 2009
- [3] Electrically propelled road vehicles – Test Specification for Lithium-Ion traction battery systems – ISO/DIS 12405