JOHANNES SCHÄFER

E-Mobilität: Qualitätssicherung und Risiken beim Thermomanagement

Wie Sie die Qualität Ihrer Produkte in einem dynamischen Marktumfeld gewährleisten können

Dipl.-Wirt.-Ing. Timo Schäfer

Einleitung

Elektrifizierte Fahrzeuge (E-Autos) erfreuen sich einer zunehmenden Beliebtheit bei den Endkunden. OEMs müssen sich auf die wachsende Nachfrage einstellen, um weiterhin Marktanteile halten zu können.

Elektroautos werden immer beliebter unter deutschen KäuferInnen: Zum 01.01.2020 waren 136.617 batterieelektrische PKWs auf deutschen Straßen zugelassen, 12 Monate zuvor waren es 83.175 [1]. Ein Plus von 64,2%! Und der Trend wird sich trotz Corona fortsetzen. Denn die Preise für die Anschaffung fallen, ein Gebrauchtwagenmarkt entwickelt sich und die Politik setzt finanzielle und infrastrukturelle Anreize für die Anschaffung von E-Autos.
Bis 2030 soll es insgesamt 1.000.000 Ladepunkte in Deutschland geben [2], wodurch sich der Wunsch der KundInnen nach einer höherer Reichweite teilweise relativiert werden wird. Gleichzeitig erhöht sich die Energiedichte der eingesetzten Batterien. Ebenfalls bis 2030 wird mit einer weiteren Verdopplung der Batterieleistung auf dann 800 Wh pro Liter Bauraum erwartet [3]. Sie kann dann leichter gebaut werden bzw. es kann eine höhere Kilometerleistung abgerufen werden.

All diese Entwicklungen werden die Etablierung von Elektrofahrzeugen beschleunigen.
Auf die Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette von konventionellen und batterieelektrischen PKWs kommen enorme Veränderungen hinzu. Ein Aspekt ist dabei die völlig neuartige Technologie. Welche Herausforderungen diese im Hinblick auf die Qualitätssicherung im Bereich des Thermomanagements mitbringen, steht in diesem Beitrag.

Inhalt

Einleitung	2
Handling elektrischer Energie	3
Herausforderung Komponente	5
Risiken der Elektromobilitätsproduktion	7
Qualitätssicherung: Auf die richtigen Prüfstände setzen!	9
Kontakt	10

[1] N.N.; „Anzahl der Elektroautos in Deutschland von 2006 bis 2020"; Statista.com; abgerufen 16.10.2020

[2] N.N „Verkehr"; bundesregierung.de; abgerufen 16.10.2020

[3] Thielmann, A. et al.; „Batterien für Elektroautos: Faktencheck und Handlungsbedarf"; Fraunhofer ISI; 2020

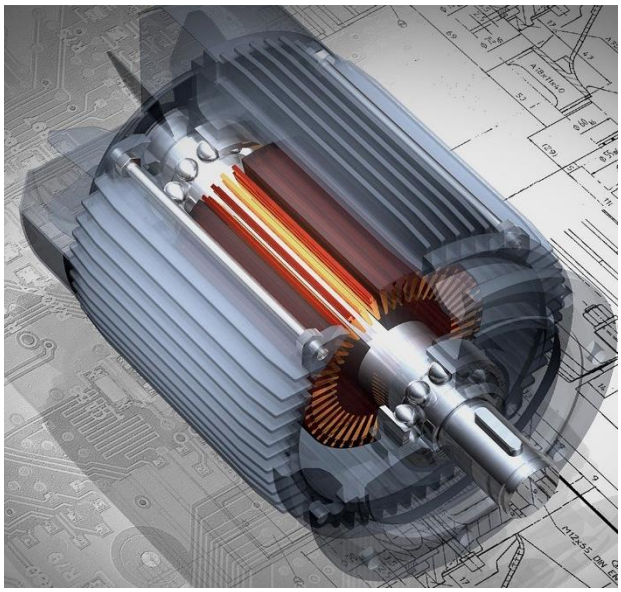
Handling elektrischer Energie

In Deutschland wird jeder vierte Euro mit einem Produkt mit Automobilbezug im produzierenden Gewerbe umgesetzt. 7,7% der Wirtschaftsleistung steht im Zusammenhang mit der Automobilindustrie. [4]
Daher ist es immens wichtig für den Wirtschaftsstandort Deutschland auch bei E-Autos technologisch führend zu bleiben.

Die Kraft eines E-Autos schlummert in der Batterie. Dort ist Energie in chemischer Form gespeichert und wird in Form von elektrischer Leistung auf den bzw. die Antriebsmotoren gelenkt, die dann wiederrum das Fahrzeug beschleunigen. Je nach Strecke und Fahrstil werden im Betrieb immense Leistungen umgesetzt.
Die Batterie und die notwendigen elektrischen Bauteile müssen diese Energiemengen handhaben. Dabei erwärmen sie sich stark. Die Wärme muss zum Schutz der Bauteile abgeführt werden. Das ist aber nicht alles. Für optimale Performance müssen die Bauteile in einem definierten Temperaturband betrieben werden. Bei kalten Temperaturen ist bspw. Heizen notwendig.
All das wird durch ein Thermomanagement-system realisiert. Ein Fluid (Wasser-Glykol-Gemisch, andere Fluide in der Entwicklung [5]) nimmt Wärme auf, transportiert diese durch das Fahrzeug und gibt es an entsprechender Stelle wieder ab.

[4] Seiwert, M.; Reccius, S..; „So abhängig ist Deutschland von der Autoindustrie“; wiwo.de; abgerufen 16.10.2020

[5] N.N. „E-Mobile – Schmieren und Kühlen unter Strom“; oelcheck.com; abgerufen 16.10.2020



Das Thermomanagementsystem integriert neben der Kühlung der Batterie, der Elektromotoren und notwendigen Elektronik außerdem die Temperierung des Fahrgastraums.
Daher sind verschiedene Kühlkreisläufe unter Einbindung der Klimaanlage installiert, die über thermische Schnittstellen miteinander verbunden sind.
Die Komponenten des Thermomanagementsystems im Überblick:

- Chiller: Wärmetauscher, der den Kreislauf der Klimaanlage mit dem Kühlmittelkreislauf verbindet.
- Batteriekühler: Wärmetauscher zur Batterie. Nimmt die Wärme von der Batterie auf bzw. gibt Wärme an die Batterie ab.
- Elektrischer Kompressor: Teil der Klimaanlage.
- Ventile: Steuern den Kühlmittelstrom durch das Fahrzeug.
- Niedertemperaturkühler: Wärmetauscher im Kühlkreislauf zur Umgebung
- Kühlmittelzuheizer: Wärmt das Kühlmittel im Kreislauf auf.
- Zuheizer: Wärmt den Fahrgastraum. Wird teilweise durch eine energieeffizientere Wärmepumpe ersetzt.
- Batterie: speichert die notwendige Energie.
- Kondensator: Teil der Klimaanlage. Kühlt das Kältemittel ab.
- Leistungselektronik: Steuert die elektrische Leistung, die den Motoren zugeführt wird. Auf kleinstem Bauraum wird hier die höchste elektrische Leistung umgesetzt.

Auf einen Punkt:

- Die Automobilindustrie hat immense Bedeutung für Deutschland.
- Um die technologische Führerschaft im Bereich zu behaupten, ist die Fokussierung und Weiterentwicklung der Antriebsstrangkomponenten sehr wichtig.
- Die Komponenten setzen immense Energiemengen um. Daher erwärmen sie sich.
- Für optimale Performance und Lebensdauer ist ein Temperatur-management entscheidend. Das gilt insbesondere für die Batterie.
- Aus diesem Grund sind komplexe Kühl- und Kältekreisläufe entwickelt und integriert worden.

© Johannes Schäfer GmbH | 2020

Herausforderung Komponente

Hersteller von elektrischen Antriebsstrang-komponenten müssen das Thermo-managementsystem im Blick halten. Nur bei optimaler Funktionalität kann der Antriebsstrang ein Maximum an Effizienz liefern.
Drei Herausforderungen müssen die Komponenten meistern, die im Folgenden näher erläutert wird.

Kühlmittelflussrate
Für die optimale Temperierung der Komponenten muss der Durchfluss des Kühlmittels durch das zu kühlende Bauteil in ausreichender Menge sichergestellt werden. Das Fluid wird unter Druck, der durch eine Pumpe geliefert wird, durch die Komponente gedrückt. Fließt zu wenig Kühlmittel, kann die Wärme nicht schnell genug abgeführt werden, die Komponente erhitzt und wird im schlimmsten Fall zerstört. Bei gegebenem Druck durch die Pumpe muss also ausreichend Kühlmittel durch die Komponente fließen können. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass der sog. hydraulische Widerstand ausreichend klein sein muss.

Dichtigkeit
Ist die Komponente undicht, entweicht Kühlflüssigkeit und die Wärme wird nicht mehr abführen.

Daher ist die Dichtigkeit, gerade auch über die Lebensdauer der Komponente, von großer Bedeutung. Entweicht Kühlmittel, werden irgendwann auch die restlichen Komponenten nicht mehr ausreichend gekühlt und überhitzen. Der wirtschaftliche Schaden ist groß, insbesondere wenn die Batterie betroffen ist.

Druckschwankung

Das Kühlmittel nimmt Wärme auf und gibt sie wieder ab. Dadurch dehnt es sich aus bzw. zieht sich wieder zusammen. Außerdem wird es unter Druck durch das Thermomanagementsystem gepumpt. Der Druck belastet die Komponenten. Bei mangelhafter Verarbeitung kann es zum Versagen kommen, Kühlmittel tritt aus und die Funktion ist nicht mehr gegeben. Dieses Event muss auf jeden Fall vermieden werden.

Fazit

Gerade die Leistungselektronik (und hierbei insbesondere der Inverter) ist extremen Belastungen ausgesetzt. Auf kleinstem Bauraum werden, insbesondere bei sportlicher Fahrweise, elektrische Höchstleistungen umgesetzt. Und dabei entstehen Verluste, die zur Erwärmung des Inverters führen. Eine sehr hohe Belastung für die Komponenten. Die verwendeten Werkstoffe, Füge- und Fertigungsprozesse müssen einen Qualitätsstandard liefern, der die Standfestigkeit der Komponente über die Lebensdauer garantiert.

Auf einen Punkt:

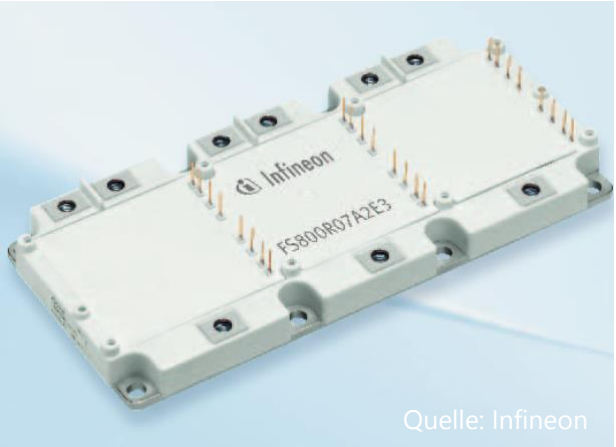
- Für eine effiziente Funktionalität einer Komponente ist die optimale Temperierung von großer Wichtigkeit.
- Es gibt drei Hauptherausforderungen an das Thermomanagementsystems im Antriebsstrang eines Elektrofahrzeugs: Kühlmitteldurchflussrate, Dichtigkeit und Druckschwankungen.
- Je nach Belastung werden sehr hohe Wärmemengen auf kleinem Bauraum produziert.
- Daraus resultieren sehr hohe Anforderung an die verwendeten Werkstoffe und Füge- und Fertigungsprozesse.

Risiken der Elektromobilitätsproduktion

Automobilhersteller und Zulieferer haben ihr Produkt, ihre Prozesse, sowie Kosten- und Qualitätsstrukturen optimal im Griff. Durch die Einführung der neuen Technologie Elektromobilität kommen neuen Herausforderungen auf die Branche zu.

Führende Hersteller von Automobilien haben über Jahrzehnte Erfahrungen mit der Verbrennungstechnologie aufgebaut. Zu Recht können OEMs behaupten, die nach dem Stand der Forschung fortschrittlichste Technologie entwickelt zu haben. Und das betrifft alle Bereiche des Antriebstrangs: vom Motor (Stichwort Zylinderabschaltung) über Getriebe und Kupplung (Stichwort Doppelkupplungsgetriebe) bis hin zu den Rädern. Ebenso sind die Abgassysteme auf höchstem technischen Niveau.
Mit der Einführung der Elektromobilität werden die Karten neu gemischt. Unternehmen aus anderen Branchen treten in den Markt ein und setzten die traditionellen Hersteller unter Zugzwang. Außerdem baut die Politik durch Regulierungen im Hinblick auf Flottenemissionsziele, strengere Umweltanforderungen sowie durch Subventionen, weiteren Druck auf.

© Johannes Schäfer GmbH | 2020



Quelle: Infineon

Diese technologische Überlegenheit ist bei der Einführung von Elektromobilität nur unzureichend vorhanden. Anders als bei industriellen Anwendungen, wo typischerweise geringere Anforderungen an Bauraum, Temperaturverträglichkeit und Betriebssicherheit an die Komponenten gestellt werden, ist eine ganz andere Qualität der Produkte gefordert. Schließlich sind Leib- und Leben sowie hohe Investitionen der KäuferInnen beim Produktversagen in Gefahr. Damit einher gehen hohe Regressforderungen und Imageschäden, die nachhaltig die Unternehmen belasten können.

Unzureichende technologische Erfahrung und Entwicklungsdruck von Markt- und Politikseite führen zu einem sehr hohen Regress- und Imagerisiko für Hersteller und Zulieferer. Daher kommt der Qualitätssicherung in diesem frühen Stadium ein besonderer Stellenwert zu. Nur durch umfangreiche Prüfungen können Risiken objektiv bewertet und eingeschätzt werden.

OEMs haben für diesen Zweck Werksnormen herausgebracht, nach denen die Komponenten geprüft werden müssen. Die bekanntesten sind:

- VW 80000
- DIN EN 60068
- LV 124
- GS 95024-3-1

Die Normen sind gut durchdacht und bauen sinnvoll auf einander auf. Die Durchführung der Prüfungen stellt die Zulieferer teilweise vor hohe Herausforderungen. Denn technisch sind die Prüfungen höchst anspruchsvoll.

Auf einen Punkt:

- Durch die hohe Marktdynamik in der Elektromobilität und durch politische Einflüsse sind die traditionellen Akteure aus der Verbrennungstechnologie unter Zugzwang.
- Fehlendes Know-How führt zu hohen Regress- und Imagerisiken.
- Umfangreiche Prüfungen sind daher im aktuellen Stadium der Entwicklung unabdingbar.
- OEMs geben Werksnormen heraus, nach denen die Komponenten geprüft werden müssen.
- Die Normen sind teilweise schwer umzusetzen, da die Prüfungen sehr anspruchsvoll sind.

Qualitätssicherung: Auf die richtigen Prüfstände setzen!

Für die Sicherung der Qualität Ihrer Produkte benötigen Sie die richtigen Prüfstände. Die Johannes Schäfer GmbH verfügt über jahrelange Erfahrungen in der Entwicklung und Fertigung von Prüfständen für die Elektromobilität.

Viele Anforderungen der OEMs bezüglich der Elektromobilität sind neu und ändern sich daher ständig. Das stellt Zulieferer teils vor große Herausforderungen. Mit der Johannes Schäfer GmbH haben Sie einen kompetenten und erfahrenen Partner für Ihre Prüfstandsprozesse an Ihrer Seite [6].

Sprechen Sie uns an!

Unsere Leistungen

- Prüftechnologie für die Prüfung von Kühlmitteldurchflussrate, Druckschwankungen und Dichtigkeit für die Prüfung nach den gängigsten OEM-Prüfstandards
- Prüftemperaturbereich: -40°C bis 80°C
- Prüfdruckbereich: -0,2 bar bis 3 bar
- Optional: Erweiterung auf 150°C
- Optional: Erweiterung auf 5 bar
- Optional: Vollintegration in Ihr QS-System

[6] Schäfer, T.; „Leistungselektronik – Dichtheitsprüfung für Komponenten in Kühlkreisläufen“, ATZ elektronik, Jhg. 13; 08.2018

Ihr Kontakt

„Wir bei Schäfer denken auch immer an den Kunden hinter dem Kunden. Mit dieser Philosophie sind wir in der Lage, die besten Prüfstände für unsere Partner zu liefern."
-Timo Schäfer-

Timo Schäfer studierte Wirtschaftsingenieurwesen Fachrichtung Maschinenbau an der Universität Siegen. Nach ersten Stationen in der Wirtschaft übernahm er 2008 als geschäftsführender Gesellschafter die technische Leitung der Johannes Schäfer GmbH. Schon früh beschäftigte er sich mit den Herausforderungen der Produktion von Elektromobilität. Mit ihm entwickeln hoch spezialisierte Ingenieure Lösungen für die Elektromobilität.

Timo Schäfer
Technischer Geschäftsführer
Johannes Schäfer GmbH
und
Experte für Prüftechnik für die E-Mobilität.

Timo.Schaefer@js-gmbh.com

Weitere Informationen: