

Mit den richtigen Verbindungen läuft's rund im E-Auto

Bei der Entwicklung von Elektroautos legen OEMs den Fokus vor allem auf den Antriebsstrang und die Batterie. Damit hier alles zuverlässig funktioniert, braucht es Verbindungselemente, die optimal auf die hier herrschenden Anforderungen ausgelegt sind. Von Ajay Bhargava



Die Automobilindustrie befindet sich derzeit in einer Phase des Wandels, wie es ihn noch nie zuvor gegeben hat. Mehr als ein Jahrhundert lang sind Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren gefahren. Jetzt führt der Bedarf an nachhaltigeren und ökologisch verträglicheren Formen der privaten Mobilität zu einer Umstellung auf Fahrzeuge mit Elektroantrieb.

Während sich die Differenzierung im Markt der Verbrennerfahrzeuge hauptsächlich auf Bereiche wie Motorleistung und Fahrverhalten konzentrierte, findet der größte Teil der Differenzierung im Elektroautomarkt vorrangig im Bereich des Antriebsstrangs und der Batterie statt.



Bild 1. Beim Einsatz im Motorbereich von Elektrofahrzeugen ist aufgrund der rauen Umgebungsbedingungen eine robuste Stator-Sammelschiene erforderlich. (Bild: Interplex)

Beispiel Fahrmotor: Wird dieser verkleinert, vergrößert sich durch die Gewichtsreduktion die Reichweite, die das Fahrzeug zwischen den Ladevorgängen zurücklegen kann. Solche Vorteile lassen sich auch durch die Erhöhung der Energiedichte der Batterie und die Verringerung der Leistungsverluste im System (DC/DC-Wandler, Wechselrichter, bordeigenen Ladegerät usw.) erzielen.

Verbindungstechnik für EV-Motoren

Um effektiv zu sein, müssen die in Antriebssträngen von Elektrofahrzeugen eingesetzten Verbindungselemente folgende Eigenschaften aufweisen:

- + Verbindungselemente müssen trotz der rauen Bedingungen, denen sie ausgesetzt sein können, langfristig zuverlässig sein. Komponenten sollten nicht ausgetauscht oder gewartet werden müssen, da dies dem Ruf eines Fahrzeugherstellers schaden könnte. Noch schlimmer wären die Kosten und der Schaden für die Marke, die entstünden, wenn kostspielige Rückrufaktionen wegen eines Fahrzeugmodells mit fehlerhaften Verbindungselementen erfolgen müssen.
- + Um sie effizienter zu machen und Leistungsverluste zu reduzieren, werden die Antriebsstränge der kommenden Generation von EV-Modellen mit höheren Spannungen arbeiten – über die derzeitigen 400 V hinaus. Die dafür eingesetzten Verbindungselemente müssen daher in der Lage sein, mit diesen höheren Spannungen fertigzuwerden.
- + Die eingesetzten Verbindungselemente müssen außerdem kompakt genug sein, um dem akuten Platzmangel gerecht zu werden. Dies wird umso wichtiger werden, je kleiner die Subsysteme des Antriebsstrangs werden.
- + Sie sollten sich außerdem durch niedrige Herstellungskosten auszeichnen. Denn Automobilhersteller werden einen empfindlichen Preisdruck auf ihre Zulieferer ausüben, damit sie ihre Gewinnspannen maximieren können.
- + Um im Fahrzeugkontext effektiv zu sein, sollten Verbindungselemente möglichst einfach konstruiert sein – mit einer minimalen Anzahl von Komponenten, die zur Gesamtbaugruppe beitragen. Außerdem sollten sie sich möglichst einfach an die jeweiligen Subsysteme anschließen lassen.
- + Neben den technischen Überlegungen gibt es aber auch logistische Überlegungen, die berücksichtigt werden müssen. Die wichtigste davon ist die Vermeidung von potenziellen

Unterbrechungen der Lieferkette, indem der Zugang zu lokalen Produktionsstätten oder lokalen Komponentenbeständen gewährleistet ist.

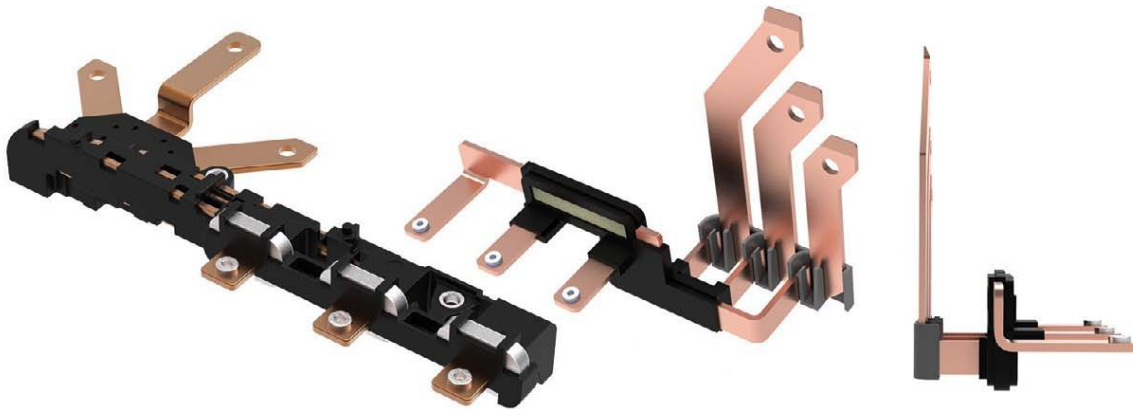


Bild 2. Vergleich zwischen einer herkömmlichen Sammelschiene (links) und einer geformten Sammelschiene (rechts). (Bild: Interplex)

Anwendungsbereiche von Verbindungselementen in E-Autos

Die folgenden Beispiele sollen die verschiedenen Überlegungen beim Einsatz von Verbindungselementen in EV-Subsystemen veranschaulichen. Jedes Beispiel befasst sich mit den technischen Problemen, mit denen die Automobilhersteller zu kämpfen haben. Zudem zeigt es auf, wie man diese Herausforderungen lösen kann.

Verbindungslösungen für den Stator des Elektromotors

Dafür kommen geformte Sammelschienen zum Einsatz (**Bild 1**). Diese können einen Durchmesser von bis zu 100 mm haben, wobei normalerweise Kupferleiter und Kunststoffummantelungen verwendet werden. Da sie sich in unmittelbarer Nähe des Motors befinden, ist ihre Unempfindlichkeit gegenüber Vibrationen sehr wichtig. Sie müssen außerdem hohe Ströme und Spannungen (in der Regel 150 A, 600 V) verkraften und Wärme ableiten können, aber trotzdem dünn und leicht sein. Aufgrund der Auswirkungen, die schnell wechselnde Starkströme auf benachbarte Systeme haben können, ist auch die Integration einer Funkentstörung unerlässlich.

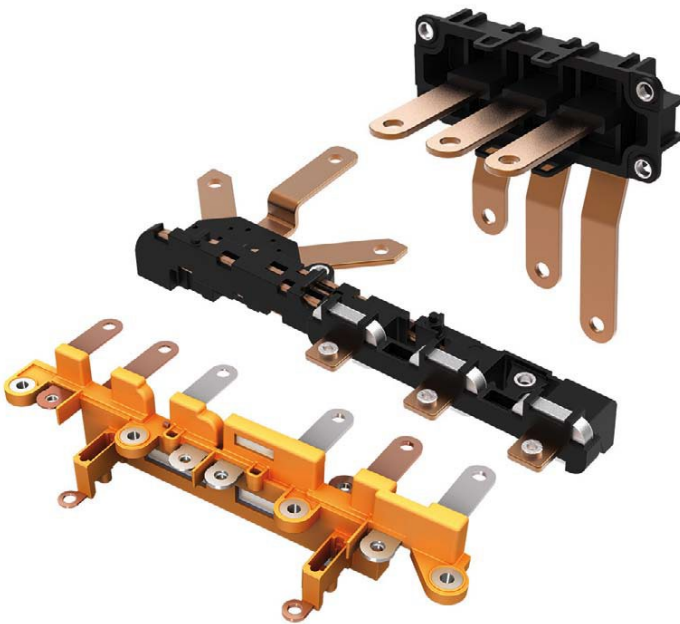


Bild 3. Sammelschienen sind eine einteilige Verbindungslösung zur Rationalisierung von Baugruppen. (Bild: Interplex)

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass die einzelnen Materialien – wie Leiter, Kunstharz und Kunststoffummantelungen – alle einen ähnlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten (WAK) aufweisen. Dies bedeutet, dass die Baugruppe während der wechselnden Wärme-zyklen weniger beansprucht wird. Sonst könnte es im Laufe der Zeit zu Ermüdungserscheinungen kommen, was sich negativ auf die Lebensdauer der Baugruppe auswirkt. Die Anpassung der Induktivitätswerte der verschiedenen Materialschichten ist zudem nötig, da so eine unerwünschte Wärmeentwicklung verhindert wird.

Bei anhaltenden Vibrationen ist die Wahl von flexiblen Sammelschienen sinnvoll. Flexible Sammelschienen bestehen aus dünnen, hochleitfähigen Kupferfolien, die an den Befestigungsstellen miteinander verklebt sind. So können sie sich gegeneinander verschieben und ermöglichen eine sichere Verbindung, auch wenn die Sammelschiene Vibrationen oder Torsionskräften ausgesetzt ist.

Geformte AC-Sammelschiene

Ein weiteres Beispiel ist der Einsatz von geformten Sammelschienen, um den Kunststoffanteil zu minimieren und die Kunststofflänge zu verkürzen. Bei herkömmlichen Anordnungen wird zwischen den einzelnen Sammelschienenelementen Platz gelassen, jedoch erweist sich das Füllen mit einem Kunststoffmaterial im Hinblick auf die Anforderungen an die Anpassung und Integration als schwierig. Neue Ansätze zielen darauf ab, die Menge an Kunststoff zu minimieren und dadurch WAK-Missverhältnisse zu reduzieren.

Bild 2 zeigt eine konventionelle Baugruppe mit einem Abstand von 2,3 mm zwischen den Sammelschienen (für den Kunststofffluss). Daneben ist eine geformte Baugruppe zu sehen, die mit einer Isolierfolie arbeitet. Diese weist nur minimale WAK-Missverhältnisse auf und wird daher weniger durch mechanische Spannungen beeinträchtigt.

Eine weitere Überlegung ist, beim Design der Sammelschiene spezielle Elemente zu integrieren, die für Spannungsabbau und Flexibilität sorgen. Es wird auch immer wichtiger, ein ganzheitliches Design für optimale Flexibilität zu entwickeln, um Spannungen durch Temperatur- und Vibrationsfaktoren zu minimieren. Zu den wichtigsten Abhilfemaßnahmen gehören der Einbau von Entlastungselementen an den Sammelschienen zur Verteilung der Spannungen und die Verwendung flexibler Verbindungen innerhalb der Baugruppe.

Durch das Implementieren von Verfahren, die die Anzahl der beteiligten Einzelteile reduzieren, können Anbieter nicht nur die Kosten ihrer Verbindungselemente niedrig halten (**Bild 3**), sondern auch von einer höheren Zuverlässigkeit profitieren. Durch einen modularen Ansatz lassen sich Sammelschienen kostengünstig herstellen und sind dennoch so anpassungsfähig, dass genügend Spielraum für zusätzliche Differenzierungen besteht.

Kooperation mit Herstellern von Verbindungstechnik ist essenziell

Da die Automobilhersteller erkannt haben, welche fundamentale Bedeutung dem Antriebsstrang zukommt, um ihre EV-Modelle von denen der Konkurrenz abzuheben, müssen sie sich von ihren Steckverbinderlieferanten so eingehend wie möglich beraten lassen. Aus diesem Grund ist es für die Hersteller von Elektrofahrzeugen wichtig, bereits in einer frühen Phase des Produktlebenszyklus mit diesen Lieferanten zusammenzuarbeiten – Sinn macht dies oft schon ab der ersten Konzeptphase.

Über den Autor

Ajay Bhargava ist Direktor für den Bereich Produktmanagement bei ENNOVI (früher bekannt als Interplex). www.linkedin.com/in/ajay-bhargava