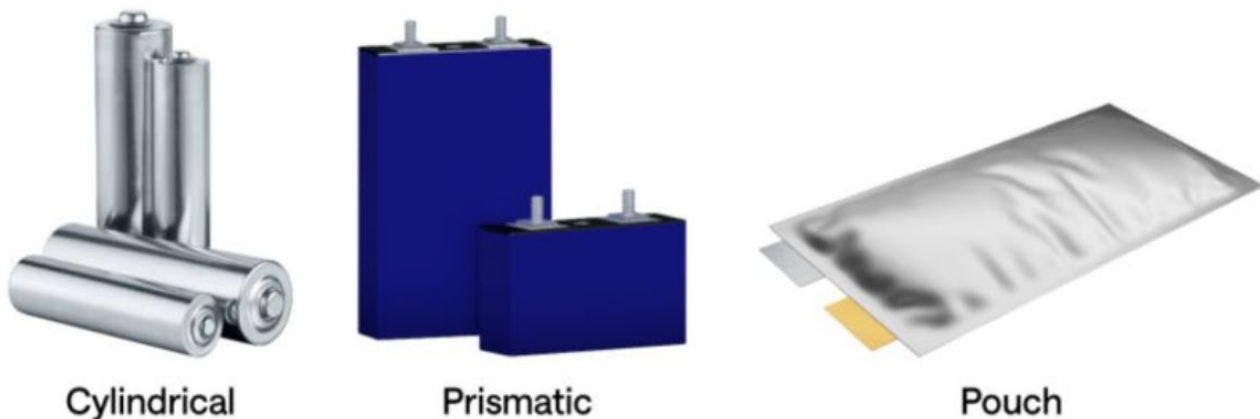


Effizienz bei EV-Batterien maximieren

Verbesserung der Stromverteilung

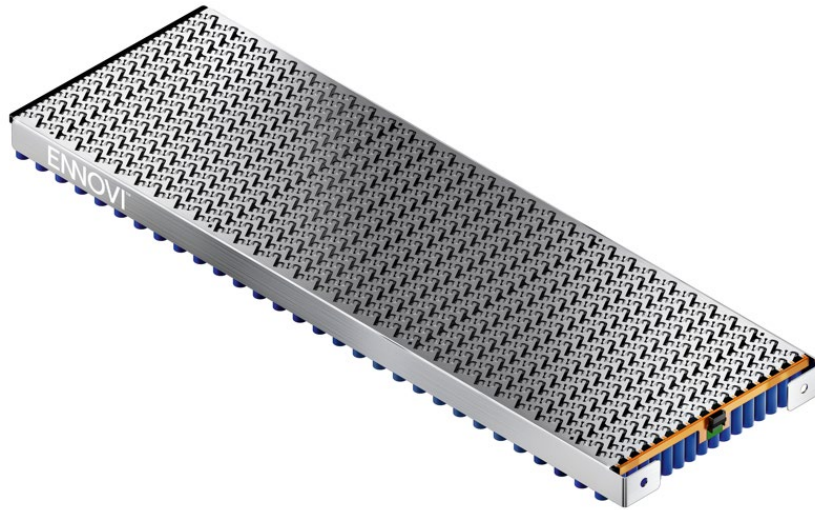
Till Wagner, Produktmanager für Energiesysteme bei Ennovi



1 - Die drei üblichen Arten von EV-Batteriezellen.

Das Batteriepack stellt ein zentrales Element jedes EV-Designs dar und trägt maßgeblich zu den Gesamtherstellungskosten bei. Dieser Artikel beleuchtet technologische Innovationen, die notwendig sind, um die Reichweite des EVs und die Lebensdauer der Batterie zu verlängern.

Um Elektrofahrzeuge (EVs) für Konsumenten attraktiver zu machen, ist es entscheidend, die Gesamtbetriebskosten (Total Cost of Ownership, TCO) niedrig zu halten. Ein entscheidender Ansatzpunkt hierfür ist die Optimierung der Energiespeicherreserven des Fahrzeugs.



2 - Eine Batteriepackmontage mit Zellkontaktiersystem.

Gängige Arten von Batteriezellen

Die Zellen bilden die grundlegenden Bausteine für die Energiespeicherung in Elektrofahrzeugen. Diese Zellen werden zu Modulen zusammengefasst, die wiederum ein Batteriepack bilden. Es gibt drei Arten von Zellen, die in EV-Batteriepacks verwendet werden (Bild 1).

Zylindrisch: Wie der Name schon sagt, sind diese Zellen zylindrisch geformt, was dazu beiträgt, Belastung und internen Druck zu reduzieren und gleichzeitig eine Ausdehnung zu verhindern. Derzeit sind dies die kleinsten verwendeten Batteriezellen. Dadurch sind mehr Zellen erforderlich, um ein Modul zu füllen, was eine erhöhte Anzahl von Verbindungen notwendig macht. Zudem entsteht durch ihr Design beim Zusammenpacken in ein Modul ungenutzter Raum zwischen den Zellen, der sich negativ auf die Energiedichte des Packs auswirkt.

Prismatisch: Prismatische Zellen haben eine rechteckige Form und sind in starren Gehäusen untergebracht; sie sind im Allgemeinen größer als zylindrische Zellen. Ein entscheidender Vorteil gegenüber zylindrischen Zellen ist, dass weniger Schweißverbindungen erforderlich sind. Dies macht sie ideal für die schlanken Produktionsprozesse der EV-Hersteller.

Pouch: Pouch-Zellen (auch als Polymerzellen bekannt) sind in einer laminierten Folientasche und nicht in einem starren Gehäuse untergebracht – dies ermöglicht eine höhere Packungsdichte. Sie neigen jedoch zum Ausdehnen und sind anfälliger für Beschädigungen, was eine robuste Gehäusekonstruktion erforderlich macht.

Fortschritte im Design von Batteriepaketen

Hersteller streben danach, mehr elektrische Energie innerhalb des Batteriepacks zu speichern, um die Reichweite des EVs zwischen den Ladevorgängen zu erhöhen – ein Weg dies zu erreichen, ist die Erhöhung der Zelldichte. Aktuelle Pakete bestehen nun häufig nur aus

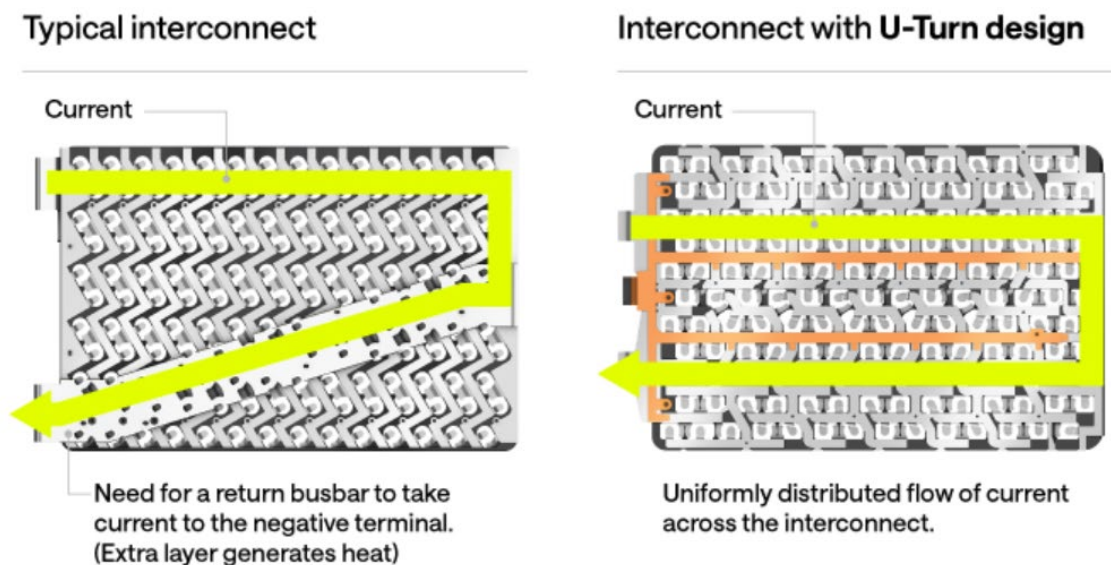
wenigen Modulen, im Gegensatz zu älteren Generationen von Batteriepacks, die bis zu 24 Module haben können. Dieser Ansatz verbessert nicht nur die Batteriespeicherkapazität durch Reduzierung überflüssiger Gehäuse und Verbindungen, sondern vereinfacht auch das Design des Batteriepacks und senkt die Produktionskosten. Letztendlich wird diese Entwicklung zur Verwendung von „Cell-to-Pack“- (CTP)- oder „Cell-to-Chassis“ (CTC)-Anordnungen führen, die Module vollständig eliminieren. Dieser Schritt ermöglicht mehr Speicherkapazität und leichtere Batteriepacks. Allerdings muss diese Änderung sorgfältig gegenüber Sicherheitsbedenken bei diesen hochdichten Zellpacks abgewogen werden.

Optimierung des Zellkontaktiersystems

Die Art und Weise, wie die Zellen innerhalb der Module verbunden sind, hat erheblichen Einfluss auf Systemleistung, Sicherheit und Herstellungskosten. Um effizient für den Einsatz in EVs zu sein, muss das ausgewählte Zellkontaktiersystem mehrere Eigenschaften besitzen.

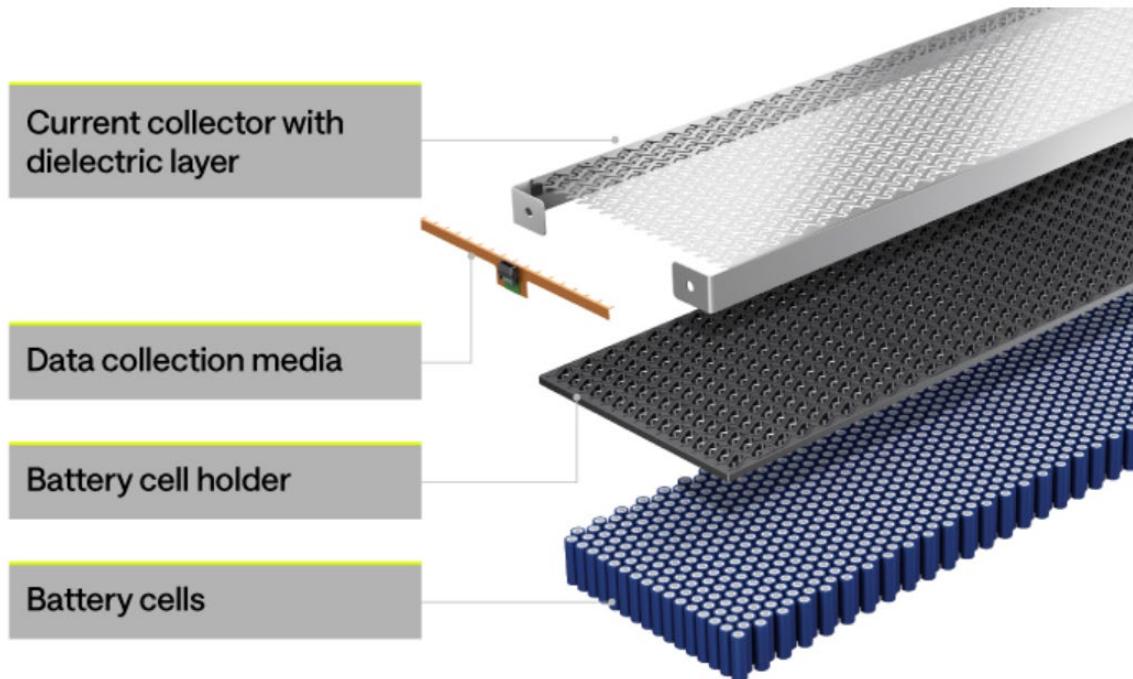
Zellkontaktiersysteme bestehen oft aus Aluminiumlegierungen, die kostengünstiger und leichter als kupferbasierte Legierungen sind. Für bestimmte Zelltypen können sie sehr komplex sein, benötigen viele Schichtkonstruktionen und haben Teile mit unterschiedlichen Dicken. Die Veränderungen in der Metallstärke und wie der Strom durch die Verbindung fließt, führen zu einer ungleichmäßigen Verteilung der Stromdichte sowie der Wärmeverteilung.

Unterschiede in der Stromverteilung können Hotspots erzeugen, die unerwünschte Belastungen auf die Batteriezellen ausüben und damit deren Lebensdauer verkürzen. Da eine Batterie nur so gut ist wie ihre schwächste Zelle, muss das gesamte Pack sonst frühzeitig ersetzt werden. Ein solcher Ersatz wäre mit hohen Kosten verbunden, daher ist die Verlängerung der Lebensdauer des Batteriepacks von höchster Priorität. Obwohl es Ausgleichsmethoden wie das sogenannte „Cell Balancing“ gibt, um die weniger leistungsfähigeren oder schlechter angeschlossenen Zellen zu kompensieren, ist deren Wirksamkeit begrenzt.



3 - Vergleich zwischen der Stromverteilung in einem konventionellen EVZellkontaktiersystem und einem, das die U-Turn-Technologie verwendet.

Ennovi bietet Zellkontaktiersysteme für zylindrische und prismatische Zellen an. Die Zellen werden über die Zellverbinder per Laserschweißen gefügt (Bild 2). Diese neuartige Technik stellt sicher, dass die Stromdichte über alle angeschlossenen Zellen hinweg konsistent bleibt. Als Ergebnis werden einzelne Batteriezellen deutlich weniger belastet, was die Lebensdauer des Batteriepacks erhöht.



4 - Das U-Turn-Design verbessert die Stromdichte- und die Temperaturverteilung in einem EVBatteriezellkontaktiersystem.

Die Dicke der Zellverbinder kann in bestimmten Bereichen präzise angepasst werden, wie beispielsweise durch Reduzierung des Materials in den Zellverbindungen und Erhöhung in den Hauptstrompfaden. Da aufgrund der geringeren Stärke Höhe eingespart wird, bleibt mehr Platz für die Batteriezellen. Durch angepasste Strompfade lässt sich darüber hinaus die Energie- und Wärmeverteilung optimieren. Unzureichende Wärmeableitung setzt die Batteriezellen größerer Belastung aus, beschleunigt die Abnahme der Leistungsfähigkeit und kann zu einer Verkürzung der Lebensdauer führen. Während alternative Zellkontaktiersysteme das Wärmeproblem möglicherweise durch zusätzliche Isolierung angehen können, führt dies zu höheren BoM-Kosten.

Eine Verbesserung des Kühlsystems könnte durch Spezifizierung eines größeren Kühlsystems oder durch einen Betrieb mit höherem Stromverbrauch erfolgen. Jeder Ansatz würde zu einem erhöhten Stromverbrauch führen, was die verfügbare Batterieladung für den Antrieb reduziert und die Reichweite des Fahrzeugs einschränkt.

Die patentierte U-Turn-Technologie von Ennovi erreicht eine deutlich gleichmäßigere Verteilung der Stromdichte und reduziert effektiv die Bildung von Hotspots innerhalb des Moduls (Bild 3).

Bei herkömmlichen Zellkontaktiersystemen wird ein zusätzlicher Rückleiter verwendet, der eine separate Schicht und zusätzliche Wärmequelle darstellt.

Im Gegensatz dazu ist der Energiefluss bei der U-Turn-Technologie deutlich besser organisiert, da er sich vom positiven zum negativen Anschluss bewegt. Dieser optimierte Ansatz erfordert nur eine einzige Leiterschicht, was die Wärmeableitung verbessert. Darüber hinaus ist diese Lösung vollständig skalierbar, passt sich Modulen und Batteriepacks jeder Größe an und erfüllt die hohen Produktionsanforderungen der Automobilindustrie (Bild 4).

Die Maximierung der Lebensdauer einzelner Zellen innerhalb des Batteriepacks ist von sehr großer Bedeutung. Die ungleichmäßige Strom- und Wärmeverteilung, die in bestehenden Zellkontaktiersystemen zu sehen ist, beschleunigt die Zellaalterung und erhöht unnötig die Produktions- und Materialkosten.

Durch die Implementierung einer optimierten Verbindungslösung, die eine gleichmäßigere Stromverteilung über die Zellen ermöglicht und die Wärmeableitung verbessert, kann die Entstehung von Hotspots gemindert werden. Zellen werden ungefähr mit der gleichen Rate altern, und das Batteriepack wird eine verlängerte Lebensdauer haben. Weitere Vorteile sind einfache Implementierung und erhöhte Energiedichte, was wiederum die Fahrzeugreichweite erhöht. *(neu)*