



Die Hochvoltbatterie wird im Niedertemperaturkreislauf gekühlt. Geheizt wird mittels PTC-Widerstand, gekühlt via Klimaanlage und Chiller.

Die Hochvoltbatterie arbeitet idealerweise im Temperaturfenster von rund 20 bis 30 °C. Liegt die Temperatur darunter, sinkt die Leistungsfähigkeit. Liegt sie darüber, dann altert die Batterie schneller und bei Temperaturen über 40 °C treten sogar irreversible Schäden in der Zellchemie auf. Um die Temperatur im genannten Fenster zu halten, muss die Batterie grundsätzlich bei kühlen Aussentemperaturen beheizt und bei hohen Aussentemperaturen gekühlt werden. Bei einem BEV ergeben sich dadurch zwei bis drei, beim Hybridfahrzeug mit Verbrennungsmotor bis zu vier Thermomanagementkreisläufe. Die Batterie stellt mit höchstens 40 °C den Kreislauf mit dem niedrigsten Temperaturniveau dar und wird oft als Niedertemperaturkreislauf bezeichnet. Die Leistungselektronik mit rund 80 °C, die E-Maschine mit rund 100 °C und der Verbrenner mit rund 120 °C werden auf höheren Niveaus gehalten.

## Aufheizen vor der Fahrt

Insbesondere bei geringen Aussentemperaturen im Winter muss die Batterie für eine optimale Leistung beim Beschleunigen und Rekuperieren vor der Abfahrt beheizt werden. Die Energie dazu entnimmt das Fahrzeug bei eingestecktem Ladekabel der Wallbox/Ladesäule oder direkt der Hochvoltbatterie. Dank einer thermischen Isolation sinkt die Temperatur zwar nur langsam. Ist das Fahrzeug allerdings draussen parkiert, erfolgt die Beheizung mit negativen Folgen auf die Fahrzeugreichweite. Auch auf Kosten der Reichweite geht die Beheizung des

Fahrgastraumes. Im Extremfall kann die Reichweite durch den Einsatz des PTC-Zuheizers bei einfachen Thermomanagementsystemen inklusive Lenkrad- und Sitzheizung um bis zu 50 % verringert werden. Die benötigte Heizleistung kann bis zu 7 kW betragen. Um dies zu verhindern, ist es vor der Abfahrt sinnvoll, die Batterie mittels externer Energieversorgung zu temperieren und den Innenraum auch mit externer Energie aufzuheizen. Die Kunden müssen sich also vorher überlegen, wann die Abfahrt stattfindet und das Fahrzeug entweder via Infotainment-Eingabe oder Smartphone-App programmieren.

## Kühlung vor Schnellladung

Eine weitere Optimierungsphase wird bei einem geplanten Schnellladestopp priorität. Soll auf einer ausserhalb der Reichweite der Batterie geforderten Fahrstrecke in kurzer Zeit viel Energie in die Batterie geladen werden, sollte diese vortemperiert werden. Bei allen Bedingungen ist es zielführend, wenn das Batteriemangementsystem BMS rund zehn Minuten vor Eintreffen an der Schnellladesäule die Temperatur absenken kann. Sollen hohe Ladeleistungen erzielt werden (heute bis zu 350 kW), muss den Zellen gezielt Wärmeenergie entzogen werden.

Dies gelingt am effizientesten mittels Anbindung an die Klimaanlage des Fahrzeuges. Die in der Batterie zirkulierende Kühlflüssigkeit nimmt die Wärmeenergie auf und führt sie via Wärmetauscher, im Fachjargon Chiller genannt, ans Kältemittel. Bei modernen Fahrzeug-

konstruktionen wird bei EV die Wärmeenergie mittels Wärmepumpensystem zu- respektive abgeführt. Durch den höheren Wirkungsgrad gegenüber reinen PTC-Zuheizern kann die Reichweite in den meisten Betriebspunkten merklich gesteigert werden.

Das Vorkonditionieren der Batterie für geplante Schnellladestopps gelingt nur, wenn der Nutzer vorgängig die Route eingegeben und den Schnellladepunkt bestätigt hat. Das Navigationssystem kommuniziert mit dem BMS und die Vorkühlung findet mit Vorlauf statt. Vergisst der Lenker die Strecke einzugeben und den Ladepunkt zu definieren, wird an der Schnellladesäule die Wartezeit deutlich länger. Ist die Batterie auf Arbeitstemperatur, wird sie durch den hohen Ladestrom und den Innenwiderstand rasch erwärmt. In der Folge muss die Kühlung einsetzen.

Entsprechend muss das BMS den Ladestrom via Kommunikation mit der Ladesäule reduzieren und damit wird die Ladezeit verlängert. Dieser Umstand ärgert den Nutzer der BEV sehr. Die Hersteller geben die Schnellladung von den üblichen SOC 10 bis 80 % gerne in der Werbung an. Ohne Vorkonditionierung lassen sich die kurzen Ladezeiten von 25 bis 45 Minuten (je nach Kapazität) kaum erreichen.

Für die Werkstatt gilt es zudem zu beachten, dass für die Niedertemperaturkreisläufe Ausgleichsbehälter eingesetzt werden, deren Verschlussdeckel verplombt sind. Der Grund: Fehlt Kühlflüssigkeit, darf diese nicht einfach aufgefüllt werden, sondern es muss zuerst die Ursache des Verlustes (Leck) gesucht werden.