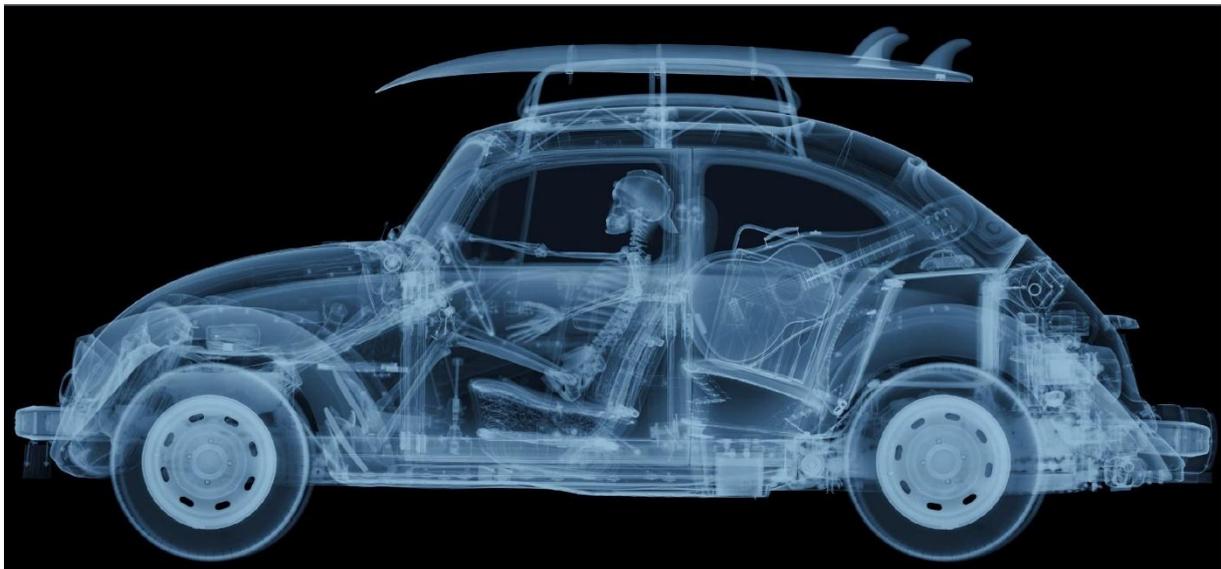


Daten aus dem Akku

Bei der Reparatur von Elektrofahrzeugen oder Plug-in-Hybrid-Modellen im K+L-Betrieb kann es notwendig und sinnvoll sein, den Zustand der Batterie und insbesondere der Zellspannungen zu überprüfen und zu überwachen. Die Diagnoswerkzeuge dafür sind vorhanden und in der Praxis einfach anzuwenden.

Wie bei allen anderen K+L-Reparaturarbeiten ist es entscheidend, über das notwendige Fachwissen zu verfügen, Zugang zu den Informationen der Fahrzeughersteller zu haben und diese auch konsequent zu beachten.



Quelle: Fraunhofer

Vertrauen Sie den Aussagen und Entscheidungen der Politik? Nach den jüngsten Entwicklungen in Deutschland ist eine Mehrheit der Bevölkerung durchaus zu Recht enttäuscht. Schnell fallen einem auch einige Redewendungen ein: „Heute hü und morgen hott“ oder salopp in Politik(er)-Deutsch übersetzt: „Was interessiert mich mein Geschwätz von gestern“. Wie aber soll ein Unternehmer bei diesen Ungewissheiten und spontanen Wendungen Vertrauen fassen, die Weichen für Zukunftsinvestitionen stellen und solide planen, um langfristig sauber wirtschaften zu können?

Für die Automobilindustrie gilt (galt?) nach einem Beschluss der EU bisher: Ab 2035 dürfen nur noch CO₂-freie Fahrzeuge als Neuwagen zugelassen werden. Ob der Strom, mit dem diese Fahrzeuge betrieben werden, ebenfalls CO₂-neutral ist, spielt keine Rolle. Die Devise lautete: Nur elektrisch ist gut und die Zukunft der Mobilität, basta. Doch nachdem EU-Kommission und Autoindustrie die Rechnung ohne den Kunden gemacht haben, ist ein Kurswechsel in Sicht. Die EU-Kommission will das geplante Verbot von Verbrennungsmotoren im laufenden Jahr überdenken und der schwächelnden Autoindustrie mit einem „Aktionsplan Auto“ unter die Arme greifen. Autohersteller sollen mehr Zeit bekommen, um die EU-Klimaschutzziele zu erreichen.

Gibt es am Ende tatsächlich mehr Chancengleichheit - vor allem für alternative (synthetische) Kraftstoffe und eventuell ein Überleben für neue Verbrennungsmotoren

nach 2035? Ob das ökologisch sinnvoll wäre, ist die eine Frage, den Markt insgesamt beruhigen würde es aber wohl nicht. Viele Fahrzeughersteller und Zulieferer haben sich in den letzten Jahren voll auf Elektrofahrzeuge ausgerichtet und massive Investitionen in diese Technologie geleistet. Die Parallel-Entwicklung von zwei Antriebskonzepten bedeutet zusätzliche Investitionen bei einem zugleich in Europa eher nicht wachsenden Markt.

Zeitgewinn



Quelle: TS.

Für die K+L-Betriebe und Werkstätten bringt die aktuelle Unsicherheit in politischen Entscheidungen auch gewisse Vorteile. Denn mit dem zögerlichen Kaufverhalten bei Elektroautos ist gleichzeitig eine eher allmählich laufende Lernphase mit dem Thema E-Mobilität verbunden. Wer sich nicht ausschließlich auf die Reparatur von Old- und Youngtimern spezialisiert hat und als Unternehmer zukunfts- und wachstumsorientiert ist, kann sich dem Umgang mit Elektroautos im Reparaturprozess nicht entziehen. Es gab und gibt nach wie vor Vorbehalte und Vorurteile gegenüber dem E-Antrieb. Dahinter stehen oft individuell unterschiedliche Denkweisen, Lebenserfahrungen und Gewohnheiten der Generationen. Angst und Ablehnung gegenüber der E-Mobilität sind jedoch unbegründet und wenig zielführend.

Beim Handling von Unfallfahrzeugen an der Unfallstelle, dem Transport bis zum Betrieb und der Lagerung sind spezielle Vorgaben zu beachten, auf die schon bereits in früheren Newslettern eingegangen wurde (siehe [dieses Annahmeprotokoll](#)). Zudem haben sich viele Fahrzeughersteller im IDIS-Konsortium zusammengefunden und

einen Leitfaden herausgegeben, in dem der sichere Umgang mit elektrischen Hochvoltkomponenten (HV) beschrieben wird. Diese Hinweise basieren auf Informationen von Automobilherstellern, die Fahrzeuge mit elektrischen HV-Anlagen herstellen (siehe [IDIS-Konsortium](#)).

Grundsätzlich kann bei beschädigten Fahrzeugen eine Einteilung in eigensichere und nicht eigensichere HV-Fahrzeuge getroffen werden. Bei eigensicheren Fahrzeugen sind die Schutzvorrichtungen des HV-Systems und der HV-Batterie offensichtlich nicht beschädigt und solche Fahrzeuge werden daher überwiegend wie herkömmliche Verbrennerfahrzeuge im K+L-Betrieb behandelt. Die Gefährdungs-klassifizierung kann hier von einem 2S-geschulten Mitarbeiter stattfinden. Bei nicht eigensicheren Fahrzeugen können Teile oder das gesamte HV-System durch einen Unfall oder andere Krafterwirkungen auf das Fahrzeug beschädigt worden sein. Kennzeichen dafür sind zum Beispiel:

- Beschädigungen am Unterboden und Gehäuse der Batterie,
- schwerer Unfall mit ausgelösten Airbags,
- Austritt von Flüssigkeit im HV-Batteriebereich,
- Hinweise auf Brand im HV-Batteriebereich
- unterschiedliche Zelltemperaturen und Zellspannungen
- Batterie ist nicht diagnosefähig
- Temperaturanstieg der Batterie im zeitlichen Verlauf
- leuchtende Kontrolllampen des Hochvoltsystems in den Armaturen
- Geräusche aus der Batterie

Bei solchen Auffälligkeiten ist eine Gefährdungsklassifizierung durch einen 3S-geschulten Mitarbeiter notwendig, um festzustellen ob hier Gefahren für Personen bestehen, die mit dem Unfallfahrzeug in Berührung kommen. Dabei werden visuelle, thermische und funktionelle Kriterien berücksichtigt. Über das konkrete Vorgehen informiert die jeweilige Handlungsschrittfolge in den Informationsquellen und Vorgaben der Fahrzeughersteller. Je nach finaler Bewertung sind solche Fahrzeuge häufig ein Fall für die Quarantäne (da ein Thermal Runaway nicht auszuschließen ist) und die Autos landen am Ende im Recycling oder in speziellen Reparaturzentren beim Fahrzeughersteller bzw. auf die Akkureparatur spezialisierten Unternehmen (zum Beispiel bei [Opel](#), [Porsche](#) oder [Tesla](#)).

Bisher haben K+L-Betriebe in der Unfallreparatur dem Verschleißzustand eines Verbrennungsmotors oder dem Tankinhalt eher wenig Beachtung geschenkt. Bei einem Elektroauto ist das anders und eine Überwachung der HV-Batterie besonders wichtig. Wer Karosseriereparaturen am Elektroauto durchführt, will wissen, ob sich die HV-Batterie vor und während der Reparatur in einem kritischen Zustand befindet. Zudem ist die HV-Batterie die teuerste Komponente eines Elektroautos. Gegebenenfalls will oder muss der Betrieb nachweisen, dass während des K+L-Prozesses keine Beschädigung oder Beeinflussung der Batteriezellen stattgefunden hat. Und selbst äußerlich unbeschädigte HV-Batterien können im Inneren Defekte oder Schäden aufweisen.



Neben dem OBD-Zugang lassen sich die Batteriedaten durch geeignete Adapter auch direkt an der HV-Batterie abgreifen.

Bei der Batterieüberwachung während der Reparatur eines Elektroautos geht es dabei weniger um die Bestimmung des "SoH" der Batterie (SoH steht für „State of Health“, also den Gesundheitszustand der Batterie eines Elektro- bzw. Plug-in-Hybrid-Autos). Vielmehr zählt ein tieferer Einblick in die einzelnen Zellen der Batterie. Nähere Informationen zum SoH und dessen Messung sind zum Beispiel hier zu finden: (siehe dazu [dieses Paper](#)).

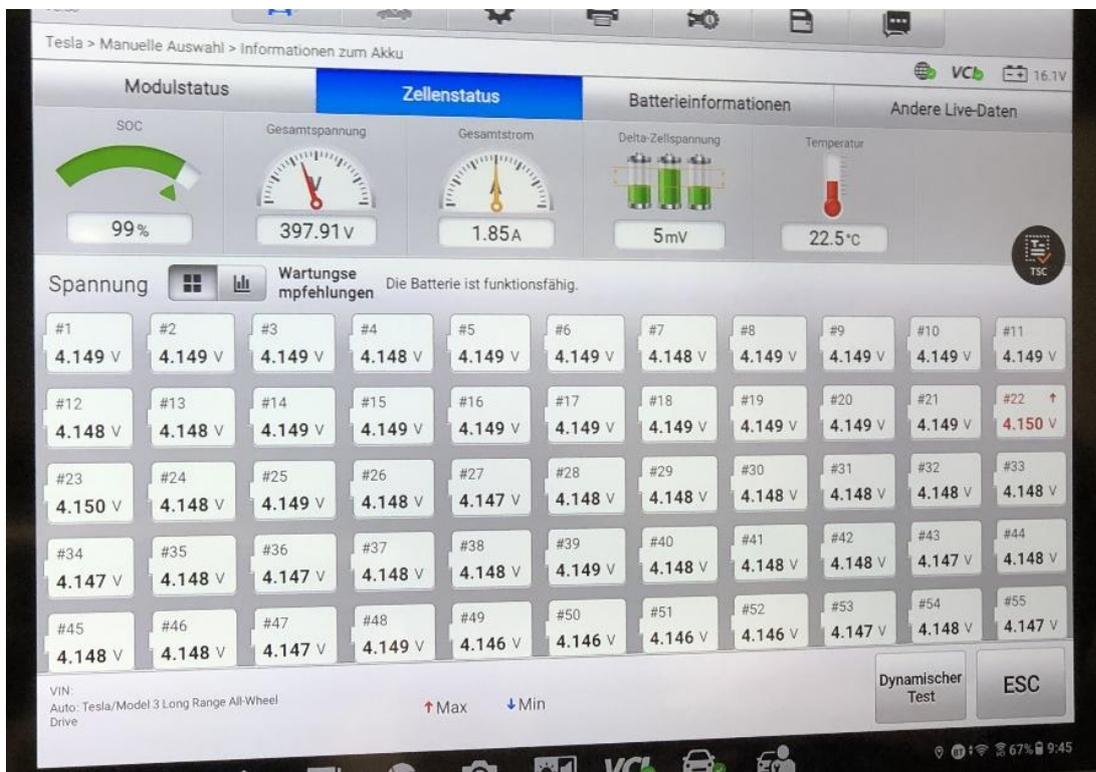
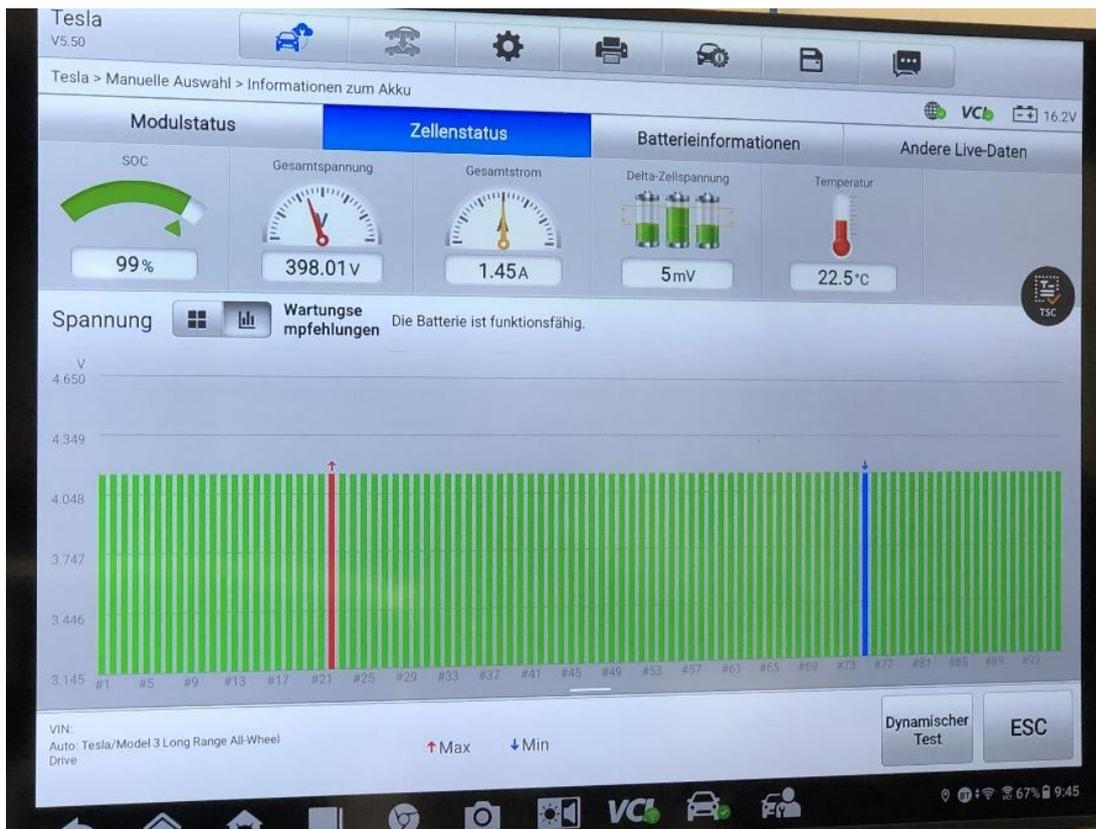
Um Details zu den Batteriezellen zu erhalten und eine funktionale Bewertung durchführen zu können, benötigt der K+L-Mitarbeiter im Wesentlichen:

- eine entsprechende Hochvoltschulung zur Fachkundigen Person für Hochvoltssysteme (FHV) nach 2S, besser 3S (siehe auch [diese DGUV Information](#)),
- geeignetes Diagnosegerät mit Prüfsoftware,
- Diagnosezugang zum Fahrzeug,
- Zugang zu Informationen und Checklisten des Fahrzeugherstellers über die herstellereigenen Portale.

Im Rahmen eines Hochvolt-Workshops beim KTI in Lohfelden stellten mehrere Lieferanten ihre Diagnosetechnik (Autel Maxisys Elite II in Verbindung mit einem EV-Diagnose Upgrade Kit (www.autel.com), Mahle Tech Pro 2 (www.servicesolutions.mahle.com), VW Odis (www.auto-diagnostik.de)) an verschiedenen Fahrzeugen (Tesla Model 3, VW ID.3, Fiat 500 Elektro) aktuelle Möglichkeiten eine Diagnose der HV-Batterie in Elektrofahrzeugen vor.

Die zunächst einfachste Variante ist der Anschluss des Diagnosegeräts an die OBD-Buchse des Fahrzeugs. Das ist prinzipiell die gleiche Vorgehensweise wie bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Ist dies nicht möglich, zum Beispiel weil die OBD-Buchse nicht vorhanden, das Fahrzeug im Bereich der OBD-Buchse beschädigt ist oder aufgrund ausgelöster Airbags nicht (mehr) über die OBD-Schnittstelle auf die Daten des Batteriemanagementsystems (BMS) zugegriffen werden kann, kann das Diagnosetool per Adapter oder ein Jumperkabel über eine Schnittstelle direkt an die Batterie angeschlossen werden.

Dabei sind die Herstellervorgaben zu beachten. Je nach Software-Know-how des Diagnosegeräts können nun die einzelnen Spannungen der Batteriezellen ausgelesen werden. Lässt sich die HV-Batterie nicht auslesen oder es gibt keinen Zugang auf das Batteriemanagementsystem, gilt sie als kritisch und die Karosseriereparatur des Fahrzeugs kann nicht begonnen werden. Ist der Diagnosezugang auf die HV-Batterie erfolgreich, werden Messwerte wie Zellspannungen und Temperaturen angezeigt.



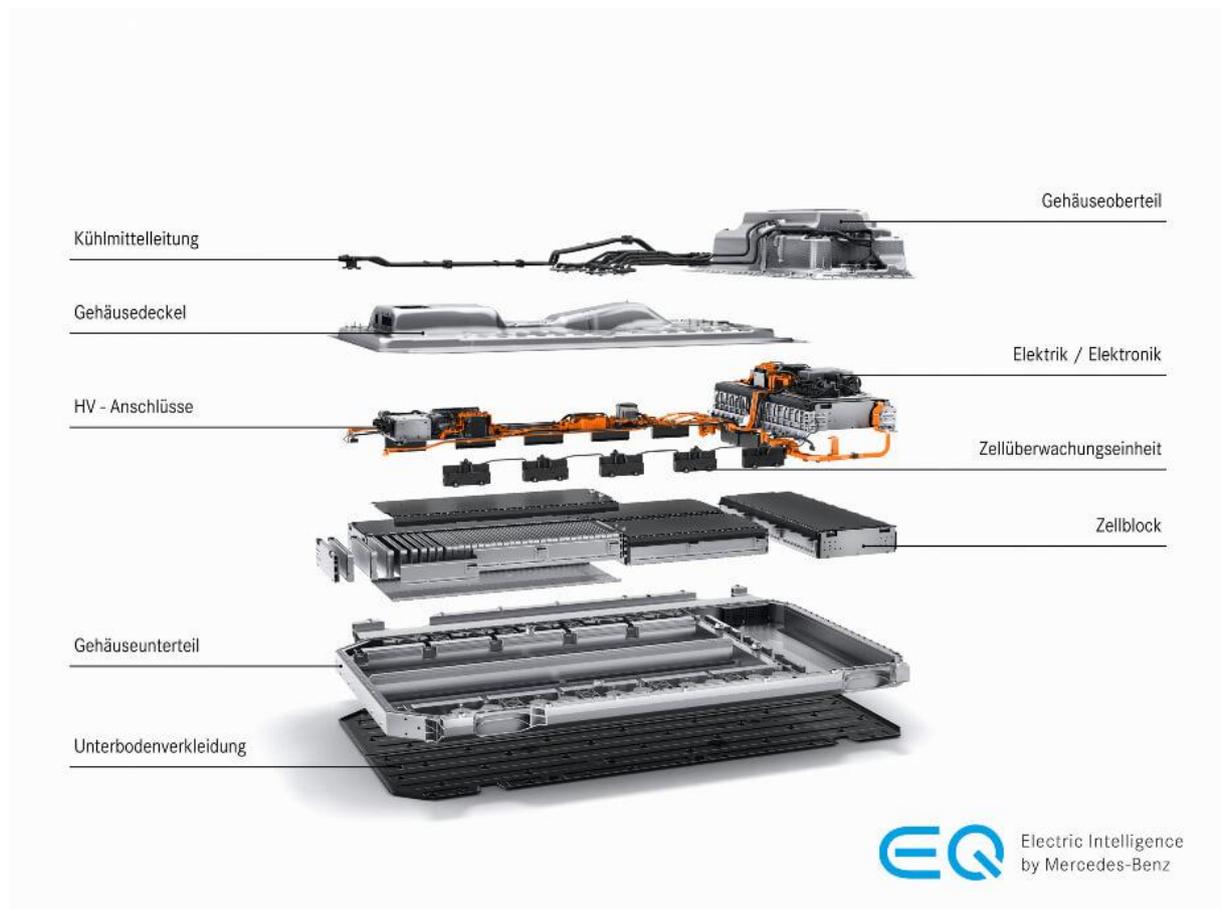
Nach dem Diagnosezugang ins Batteriemanagementsystem werden Zellspannungen und Temperaturen angezeigt und lassen sich bewerten.

Kritische Zellen oder Messwerte, die sich zum Beispiel durch zu hohe Spannungsabweichungen im Vergleich zu den anderen Zellen bemerkbar machen, werden in der

Darstellung in der Regel rot markiert und sind somit direkt erkennbar und zu bewerten. Bereits 30-50 mV Unterschied in den Zellspannungen sind auffällig, eher untypisch und gelten als erstes Warnsignal. Ist dies der Fall, ist die Batterie als kritisch einzustufen und der 2S-geschulte Mitarbeiter muss an den 3S-geschulten Kollegen übergeben.

Wichtig beim Auslesen der HV-Batterie durch eine fachkundige Person (FHV) ist es, die ermittelten Batterie-Diagnosedaten mit den Herstellerangaben abzugleichen. Wie im KTI-Workshop deutlich wurde, bieten heute alle Fahrzeughersteller die Möglichkeit, das Batteriemanagementsystem (BMS) direkt oder per OBD auszulesen, um Spannungs- und Temperaturwerte aus der Batterie zu erhalten. Mit der entsprechenden Qualifikation und Sorgfalt stellt das Auslesen der HV-Batterie-Daten keine außergewöhnliche Herausforderung dar.

Thermo-Thema



Quelle: Mercedes-Benz

Was bisher eher noch wenig Beachtung bei der Betrachtung der Sicherheitsangelegenheiten rund um die HV-Batterie gefunden hat, ist die Thematik Kühlung und Thermomanagement, mit der das Elektrofahrzeug und auch das Ladeverhalten an verschiedene Betriebsphasen angepasst wird. Für die Temperierung von Antriebsstrang, Batterien und Innenraum verfolgen die Zulieferer und Fahrzeughersteller einen gesamtheitlichen Ansatz, um mehr Effizienz und Ressourcenschonung zu gewährleisten. Davon können auch K+L-Betriebe in Zukunft betroffen sein, wenn im Rahmen der Unfallreparatur in den Kühlkreislauf der HV-Batterie eingegriffen werden muss. Dabei stehen Änderungen im Raum. Im Beitrag „Hochintegriertes Thermomanagement für

Elektrofahrzeuge“, erschienen in der AZT Dezember 2024 (Quelle 1) heißt es unter anderem dazu: „Das derzeit verwendete R1234yf gehört zur Gruppe der per- und polyfluorierten Chemikalien (PFAS). Diese sogenannten Ewigkeits-Chemikalien sind extrem langlebig und können sich im menschlichen Körper anreichern. Daher soll die Verwendung von PFAS in der EU künftig verboten werden.

Zur Diskussion stehen alternative Kältemittel wie R744 (CO₂) oder R290 (Propan), die keine PFAS enthalten und zudem ein geringes Treibhauspotenzial haben. Allerdings müssen die Komponenten des Thermomanagements auf die spezifischen Anforderungen dieser Kältemittel ausgelegt werden. So macht die Verwendung von R744 einen höheren Systemdruck erforderlich, was zu Kosten und Gewichtsnahten führt. Demgegenüber kann R290 auf dem derzeitigen Druckniveau betrieben werden, allerdings muss aufgrund der Brennbarkeit dann ein geeignetes Sicherheitskonzept vorgesehen werden.“

Infokasten: HV-Batterien röntgen

Konkrete Aussagen zum Zustand der Hochvoltbatterie - vor allem nach Unfällen mit Batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) - sind aktuell nicht einfach. Es gibt zwar jeweilige Vorgaben der Fahrzeughersteller, dennoch bleiben Unsicherheiten, die derzeit von einzelnen Beteiligten im Unfallabwicklungsprozess genutzt werden, um an unnötigen Kostensteigerungen zu partizipieren, den Reparaturprozess in die Länge ziehen und die Vermarktung von Unfallfahrzeugen verlangsamen.

Auf der Suche nach Möglichkeiten im Fahrzeug integrierte Hochvoltbatterien schnell und zerstörungsfrei zu prüfen, nahm das Kraftfahrzeugtechnische Institut (KTI) Kontakt zum Fraunhofer Institut auf. In Fürth befindet sich das Entwicklungszentrum Röntgentechnik (EZRT), ein Teilbereich des Fraunhofer Institutes für Integrierte Schaltungen IIS, inklusive einem der weltweit größten Magnetresonanztomographie-Geräte (MRT).

In einer ersten Testreihe wurden in Fürth bei rund 110 Fahrzeugen die HV-Batterien gescannt beziehungsweise geröntgt, wobei ein grober Scan etwa 5 bis 10 Minuten dauert. Bei höherer Auflösung und verunfallten Fahrzeugen sind etwa 30 Minuten Scandauer notwendig. Am Ende des Scans steht ein Röntgenbild, in dem die einzelnen Batteriezellen sichtbar werden und zum Beispiel die Abstände (Trennfugen) zwischen den Zellen Aussagen zur Deformation und Beschädigung zulassen.

Eine umfassende Datenbank, die die Bilder von nicht verunfallten HV-Batterien und BEV mit denen verunfallter Fahrzeuge automatisch via Software vergleicht, könnte in Zukunft schnell und zuverlässig Auskunft darüber geben, inwieweit die HV-Batterie beim Unfall beschädigt wurde und ausgetauscht oder repariert werden muss oder ob sich die HV-Batterie bedenkenlos weiterverwenden lässt.

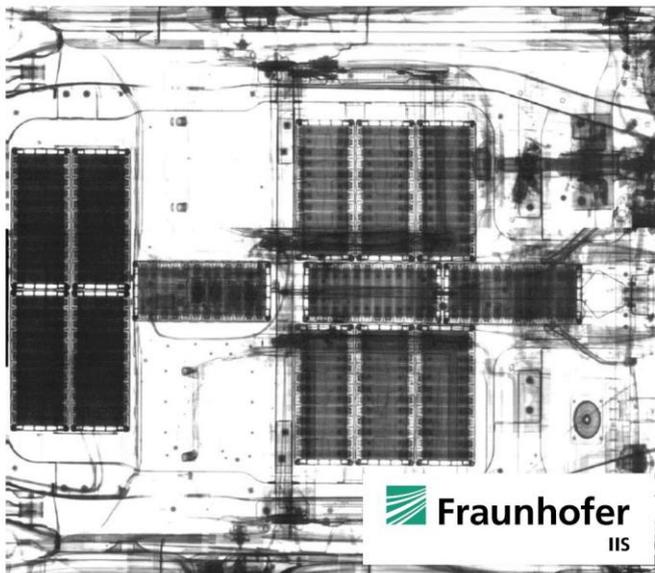
Zudem eröffnet die Röntgentechnologie in Zusammenhang mit BEV und HV-Batterien weitere Anwendungsmöglichkeiten:

- Abgleichmöglichkeit des aktuellen Fahrzeugzustands mit dem Auslieferungszustand in der digitalen Fahrzeugakte / Batteriepass
- Vollständigkeitsüberprüfung bei unklarer Fahrzeughistorie

- Beurteilung der mechanischen Integrität des Batteriespeichers für Folgenutzungen in Batteriespeichern oder zur Planung der Zerlegung im Recyclingprozess
- Dokumentation und Überwachung der Fahrzeuge auf Frachtschiffen durch Abgleich des aktuellen Fahrzeugzustands mit dem Auslieferungszustand

Voraussetzung dafür ist, die Röntgentechnologie technisch und wirtschaftlich sinnvoll zur Anwendung zu bringen. Wenn es gelingt, die Röntgen-Analysetechnik mobil und kompakt zu gestalten, wäre Röntgen aus der Vogelperspektive (mit einem überfahrbaren Detektor unter dem Fahrzeug in einer Art „Waschanlagenprinzip“ denkbar, die die Bewertung von HV-Batterien (nach Unfällen und bei der Fahrzeugbewertung) erleichtert und zugleich das Vertrauen der Nutzer in die Elektroauto-Technologie weiter erhöhen kann.

Erste Eindrücke



- Erste Schnellauswertung zeigt **keine Beschädigungen** innerhalb der HV-Batterie
- Keine Beeinträchtigung der mechanischen Integrität sichtbar
- Detailevaluierung u.a. durch Differenzbild folgt

Das Röntgen der HV-Batterie ermöglicht es, über die Beurteilung der Trennfugen zwischen Batteriezellen Aussagen zum Zustand der Batterie nach Unfällen zu geben

Weiterführende interessante Links zum Thema Batterie

Delphi	Erfahren Sie hier, wie Sie eine Batterieprüfung richtig durchführen.
Autel	Von der Dekodierung von Fehlercodes bis zur Analyse von Zellen: Mit Autel wird all das jetzt leicht gemacht.
AVL	So prüfen Sie den Isolationswiderstand mit dem "AVL HV-Safety 2000" in der HV-Batterie.

Opel	So funktioniert die Batteriereperatur beim Opel Elektroauto.
Porsche	Auch Porsche hat ein Batterie-Reparatur-System für E-Autos entwickelt.
Tesla	Akkuschaden = Totalschaden? Von wegen. Hier lernen Sie, wie eine Batterie Reparatur für Tesla Akkus funktioniert.

Quellen

Quelle 1: Tiemeyer, S., Kerman, D., Geue, I: „Hochintegriertes Thermomanagement für Elektrofahrzeuge“, Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) 12/2024, Verlag Springer Vieweg, Springer Fachmedien Wies-baden GmbH.