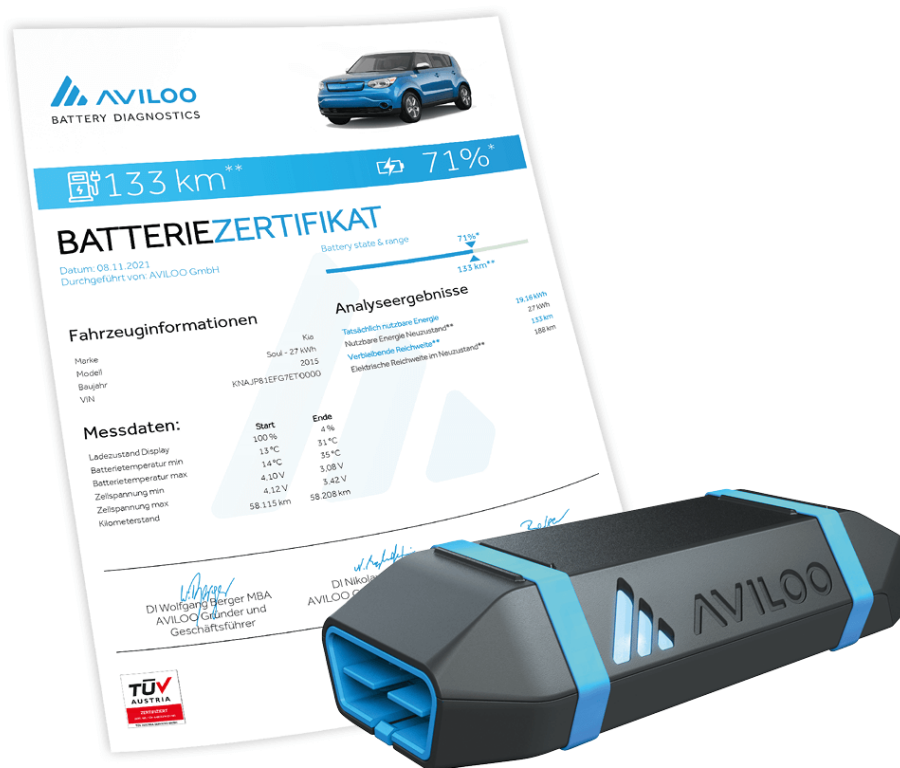


Unbekanntes Wesen

Die Prüfung der Hochvoltbatterie von E-Fahrzeugen und Plug-in-Hybriden ist ein heiß diskutiertes Thema. Denn viele wollen gerne und möglichst genau wissen, wie es um den Zustand der Batterie bestellt ist. Allerdings gibt es bisher wenig universelle Lösungen für den freien Reparaturmarkt. Mit Aviloo und Volytica Diagnostics stellen zwei Anbieter Diagnosesysteme für Hochvolt-Batterien vor, die auch für K+L-Betriebe von Interesse sein können. Zudem wird auch auf EU-Ebene an neuen Beurteilungskriterien für Hochvoltbatterien gearbeitet.



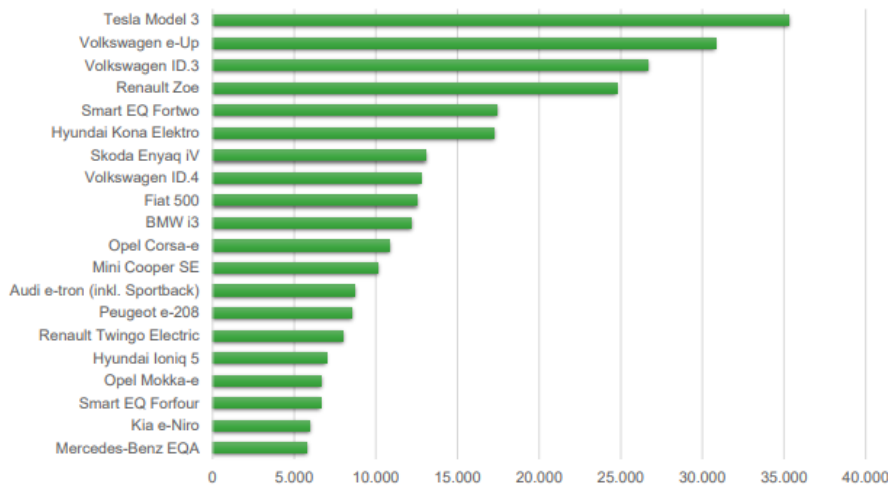
Bei der ausführlichen AVILOO-Batterieprüfung werden die Batteriedaten während der alltäglichen Nutzung des Fahrzeugs analysiert.

Nach einem zögerlichen Start mit teils Häme und Spott nimmt die E-Mobilität an Fahrt auf und gewinnt durch die zunehmende Präsenz auf der Straße auch an gesellschaftlicher Akzeptanz. In Anbetracht der aktuellen Spritpreissituation und getragen von saten Förderzuwendungen beim Kauf ist es aus Sicht der Betriebskosten aktuell kaum günstiger möglich, individuell und komfortabel von A nach B zu kommen als mit einem batterieelektrischen Fahrzeug (BEV). Bis 2030 plant die Bundesregierung 15 Millionen E-Autos auf der Straße zu haben, was etwas zu euphorisch erscheint. Realistischere Schätzungen gehen bis 2030 von rund sieben Millionen BEV in Deutschland aus. Davon wird ein Großteil auch verunfallen und anschließend den Weg in K+L-Betriebe zur Reparatur finden.

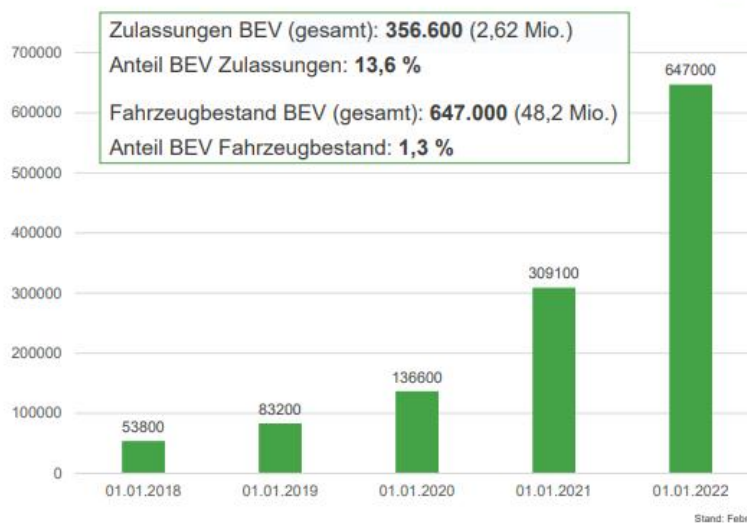
Unsicherheiten vorhanden

Grundsätzlich sind Fahrzeuge mit Hochvolt-Batteriesystem für die Reparaturbranche kein Neuland. Schon seit Anfang der 2000er-Jahre ist Toyota mit seinem Modell Prius am Markt und bis heute mit rund 40.000 Zulassungen in Deutschland vertreten. Allerdings hatte das über die letzten 20 Jahre nicht dazu geführt, E-Mobilität und Hybridtechnik aus der Nische zu führen und im Reparatursektor für einen flächendeckend routinierten Umgang mit der Thematik zu sorgen. Für viele Reparaturbetriebe sind E-Autos noch immer eine neue Herausforderung, die Skepsis und Unsicherheit mit sich bringt.

Zulassungszahlen BEV 2021



Bestandsentwicklung BEV bis 2022



In letzter Zeit nimmt der Bestand an BEV im Markt deutlich zu. Spitzenreiter bei den Neuzulassungen ist Tesla.

Während sich die Reparatur der Karosseriestruktur von BEV wenig bis gar nicht von der konventioneller Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor unterscheidet, ist die Hochvolt-batterie aufgrund mangelnder Erfahrung im Markt weiterhin die große Unbekannte. Man könnte natürlich provokativ fragen: „Welcher K+L-Betrieb oder Gutachter hat bei der letzten Karosseriereparatur, Lackierung oder Bewertung den Motor und Tank des Verbrennerfahrzeugs bis ins Detail auf Herz und Nieren geprüft? Und: Muss man sich deshalb überhaupt mit der Batterie und dem E-Motor beschäftigen?“ Aber das wäre zu einfach und würde dem Ganzen nicht angemessen Rechnung tragen. Denn ignorieren darf man das Hochvoltsystem im K+L-Betrieb bei einer Reparatur keinesfalls!

Dafür gibt es mehrere Gründe. Anders als beim Verbrenner macht das Batteriesystem den Großteil des Werts des Gesamtfahrzeugs aus (man spricht von rund 50 Prozent), und zum anderen geht vom Hochvoltsystem im Vergleich zum Verbrennungsmotor bei falschem Umgang eine lebensbedrohliche Gefahr für die Mitarbeiter bei der Reparatur aus. Darüber hinaus handelt es sich um eine sehr sensible Thematik in Hinblick auf die Garantie des Fahrzeugs bzw. der Batterie und die daraus folgende eigene Absicherung des Reparaturbetriebs gegen eventuelle Regressansprüche. Vergleichbar einer Dokumentation und Fehlerspeicherauslese beim Verbrenner ist beim BEV die Dokumentation des Batteriezustands vor und nach einer Reparatur des Autos im K+L-Betrieb somit von großem Interesse, um sich gegen spätere Ansprüche des Kunden oder gegebenenfalls des Fahrzeugherstellers abzusichern.

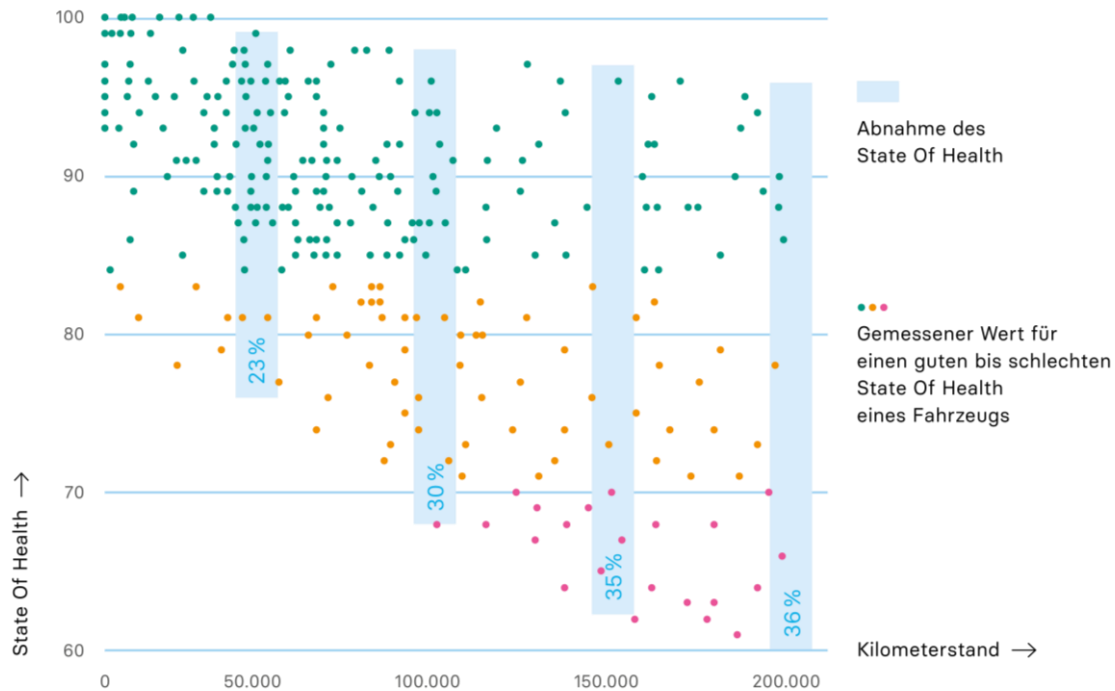
SoH-Angaben ungenau

Allerdings liegt die Krux im Detail. Der häufig für den Batteriezustand herangezogene SoH¹ kann variieren, wie bereits die persönliche Erfahrung gezeigt hat. So ergab sich bei der SoH-Bestimmung im Rahmen der turnusmäßigen Inspektion eines vier Jahre alten Mitsubishi Outlander Plug-in-Hybrid beim autorisierten Mitsubishi Vertragspartner, dass der SoH nach der Batterieanalyse und dem vorgesehenen Refresh des Batteriesystems niedriger war als vorher. Dafür hatte weder der Händler noch Mitsubishi selbst eine plausible Erklärung, doch es war für beide kein Grund dem Ganzen im Nachgang eine höhere Beachtung zu schenken, da der SoH – so die Aussage gegenüber dem Kunden – von zahlreichen Randparametern abhängt und in der Praxis durchaus toleranzbehaftet sein kann. So lange der SoH nicht unter den in den Garantiebedingungen für die Batterie definierten Wert falle, müsse der Kunde bzw. Besitzer des Fahrzeugs eben damit leben. Erst wenn die Kapazität der Batterie auf einen Wert von unter 80 Prozent fällt, ist die Verwendung im Fahrzeug nicht mehr sinnvoll.

Anhand des Beispiels zeigt sich, dass die Bestimmung des Batteriezustands über den SoH im Rahmen einer Reparatur oder Inspektion zwar angebracht und nützlich ist, der ermittelte Wert aber in der Praxis wenig verlässlich scheint. Mitunter hört man beim SoH von bis zu 30 Prozent differierenden Werten. Das ist bei eventuellen Diskussionen stets zu berücksichtigen. Nur wenige wissen offenbar exakt (außer man loggt zum Beispiel wie der Hersteller Tesla permanent die Nutzung des Fahrzeugs und relevante

¹ SoH = State of Health: Batterien unterliegen einem nicht zu verhindernden Alterungsprozess, durch den sich ihre Kapazität und Leistungsfähigkeit verringert. Der Begriff SoH beschreibt als Kennwert einer Batterie diesen Alterungszustand im Vergleich zu dessen Nenn- bzw. Neuwert und wird in Prozent angegeben. Ein SoH von 90 Prozent bedeutet beispielsweise, dass eine Batterie im Vergleich zu deren Ursprungskapazität von z.B. 200 kWh nur noch über einen Energiegehalt von 180 kWh verfügt.

Sensordaten), wie der Kunde im Verlaufe der Nutzung mit dem Fahrzeug umgeht, wie es bewegt wird, wie und wo der Akku geladen wird. Zudem fehlt es an Langzeit-Erfahrungswerten im Markt und alle Beteiligten – Batteriehersteller, Fahrzeughersteller, Flottenbetreiber, Werkstätten, Versicherer, Endkunden etc. befinden sich bei BEV und Plug-in-Hybridfahrzeugen in einem Lernprozess. Dieser Lernprozess wird durch die sich verändernde Batterietechnologie um einen weiteren Einflussparameter ergänzt.



Üblicher Verlauf einer Batteriealterung, ausgedrückt durch eine Reduzierung des SoH-Wertes.

Lösungen entwickeln

Wie Aussagen von Überwachungsorganisationen zu entnehmen ist, ist eine präzise Diagnose der Batterie heute in vielen Fällen (noch) nicht möglich, da spezifische Daten über die sicherheitskritischen Zustände der Batterie nicht vorliegen [1]. Auch weitere Kenngrößen des Akkus wie Ladezustand, Innenwiderstand, Zellspannung sowie die Anzahl der Ladungen seien für die sichere Beurteilung erforderlich [1]. Die Vielzahl der Herausforderungen macht es unerlässlich, mehr Details über die verbauten Systeme im Fahrzeug von den Fahrzeugherstellern zu erhalten, um das Fahrzeug gezielt nach möglichen, potenziellen Gefahren untersuchen zu können [1]. Bisher gäbe es keine zuverlässigen, herstellerübergreifenden und unabhängigen Maßstäbe für die Bewertung der Fahrzeugbatterie [1]. Allerdings sind alle Überwachungsorganisationen (TÜVs, Dekra, GTÜ, KÜS) dran, mit unterschiedlichen Kooperationspartnern praktikable Lösungen zur Batterieprüfung zu entwickeln.

Eine solche Lösung stellen Mahle, TÜV Nord und Volytica Diagnostics² demnächst zur Verfügung, die nach einer Testphase ab Ende 2022 am Markt erhältlich sein soll. Das Testverfahren kann neben dem OBD-Anschluss des Fahrzeugs auch die Ladebuchse nutzen. Momentan vertritt Tesla den Standpunkt, dass BEV wegen der nicht mehr nötigen Abgaskontrolle keinen OBD-Anschluss mehr haben müssen. Das steht allerdings gültigen EU-Regularien entgegen, und so bleibt abzuwarten, wie künftige Teslas vom Band rollen werden.



Die Prüfung der HV-Batterie kann beim System von Volytica Diagnostics auch über die Ladebuchse des Fahrzeugs erfolgen.

Für die Diagnose der Batterie bei Volytica Diagnostics kommt eine spezielle Kombination aus Lade- und Diagnosegerät zum Einsatz, womit innerhalb von zehn Minuten eine erste Bestimmung des Gesundheitszustands der Fahrzeugbatterie möglich sein soll. Die Messung erfolgt unabhängig davon, welche Daten der Fahrzeughersteller über die OBD-Diagnosebuchse zugänglich macht, und ist damit laut Volytica Diagnostics neutral und unabhängig von den Algorithmen des Fahrzeugherstellers. Nach Erfassung der Batteriedaten werden diese in der Volytica-Cloud umfassend ausgewertet, interpretiert und das Ergebnis bereitgestellt.

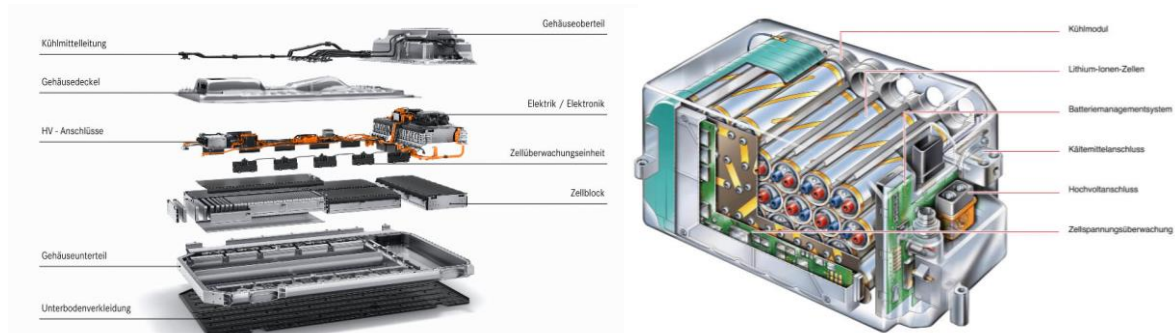
Ein weiteres Testverfahren wird von der österreichischen Firma AVILOO beworben. Bei der AVILOO-Batterieprüfung wird ein IoT-Device³ an der OBD-Schnittstelle angeschlossen und darüber die Batteriedaten während der alltäglichen Nutzung des Fahrzeugs (innerhalb von sieben Tagen) analysiert, bis die Batterie auf zehn Prozent ihrer Kapazität entladen ist. Dieses Testverfahren erscheint in der genannten Form allerdings wenig praktikabel für Sachverständige oder K+L-Betriebe, da mit beschädigten Fahrzeugen häufig keine Testfahrten mehr möglich sind und das Ergebnis zudem sehr schnell zur Verfügung stehen soll. Das AVILOO-Verfahren kann hier aber ggf. als zusätzliche Dienstleistung angeboten werden, wenn Besitzer eines intakten und unbeschädigten BEV über den Zustand der Batterie informiert werden möchten und wo es möglich ist, die Bewertung der Batterie im Verlauf einer längeren Testfahrt zu ermitteln. Daneben bietet AVILOO auch einen Schnelltest an, der innerhalb von fünf Minuten Auffälligkeiten des Akkus ohne Testfahrt ermöglichen soll.

² Volytica Diagnostics ist ein Softwareentwickler aus Dresden, der 2019 als Spin-Off der Fraunhofer-Gesellschaft entstanden ist. Technologie des Unternehmens ist die Live-Überwachung von Batteriesystemen, was die Lebensdauer und Wirtschaftlichkeit von Batterieanwendungen deutlich erhöhen soll.

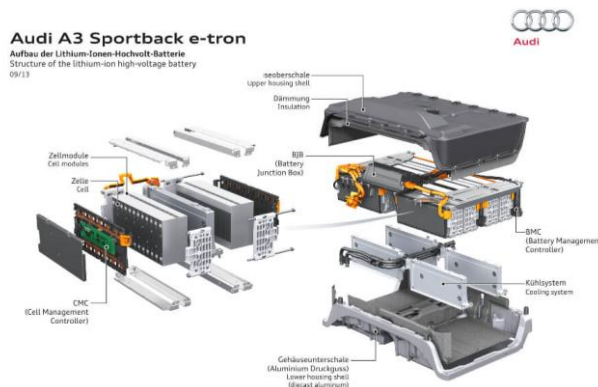
³ IoT-Device = Internet of Things

Daten aus dem BMS

Die Hochvoltbatterie heutiger BEV besteht aus mehreren Modulen (10 und mehr), die untereinander mit massiven Stromschienen verbunden sind und mit sehr aufwändigen elektronischen Steuerungen (Batteriemanagementsystem = BMS) kommunizieren, die bis hinab zu den Einzelzellen innerhalb der Module den gesamten Lade- und Entladevorgang kontrollieren und steuern.



Beispiel für den Aufbau einer HV-Batterie bei Modellen von Mercedes-Benz-(oben) und Audi (unten).



Von daher kann man bei bestimmten Fehlerzuständen eine Batterie ausbauen, öffnen und instandsetzen. Das nötige Fachwissen und die entsprechenden HV-Schulungen natürlich vorausgesetzt. Werkstattausrüster bieten dazu heute schon Reparaturkonzepte in Zusammenarbeit mit dem Fahrzeughersteller an. Diese Konzepte werden mit steigender Population zunehmend auf den freien Markt ausgerollt. Ent-

sprechendes Equipment zur Diagnose und Batteriereparatur wie Diagnosegeräte zur Kommunikation mit dem BMS, Modulbalancer zum Laden und Angleichen der neuen Module, Geräte zur Überprüfung der elektrischen Sicherheit, Mikro-Ohm-Messgeräte sowie Dichprüfergeräte stehen Werkstätten bereits auf dem Markt zur Verfügung.

Zur Zustandsprüfung der Batterie eines BEV sprachen wir auch mit Harald Hahn vom Arbeitskreis Diagnose beim ASA-Verband und zugleich Executive Advisor-Legal



Affairs / Global Accounts bei AVL DiTest (*Bild links*). „Zur Zustandsprüfung der Batterie gibt es die klassische Methode des definierten Entladens und kontrollierten Ladens einer Batterie. Aus diesen beiden Größen kann man berechnen, wieviel Prozent vom Neuwert die Batteriekapazität noch hat. Bei kleinen Batterien ist dieser Test kein Problem und kann in einer akzeptablen Zeit ermittelt werden. Bei großen Traktionsbatterien wie in E-Fahrzeugen mit 50 kWh und mehr ist das sehr zeitaufwändig, denn es müssen hohe Leistungen umgesetzt werden mit allen Verlustleistungen, die dabei entstehen“, so Hahn. Die ausführliche AVILOO-Methode ist aus Sicht von Hahn

sehr zeitintensiv und aufgrund der Thematik Cybersecurity zukünftig schwer bzw. nicht mehr umsetzbar.

Eine andere Methode sei die Nutzung der Daten aus dem Batteriemangement-System des Fahrzeugs. Dieses liefert laut Hahn derzeit bereits sehr viele Daten zum Zustand der Batterie (bis hinunter zu den Spannungen der Einzelzellen) und teilweise auch den SoH bzw. weitere Informationen und Daten zur Batterie. Aus diesen Daten lassen sich Rückschlüsse auf den Batteriezustand ableiten.

Solche Informationen können heute über die Diagnosegeräte der Fahrzeughersteller ausgelesen werden, zum Beispiel Odis bei Volkswagen. Freie Werkstätten und auch K+L-Betriebe können sich für diesen Fall zum Beispiel über den EuroDFT mit dem Fahrzeug verbinden. Leider unterstützen derzeit aber nicht alle Autohersteller das EuroDFT-System.

Hahn: „Der Thematik SoH hat sich mittlerweile auch die Arbeitsgruppe Pollution und Emissionen innerhalb der UNECE Arbeitsgruppe Electric Vehicles and the Environment (EVE) angenommen. Es gibt dazu eine Technical Regulation GRPE 84-01 vom März 2021, die sich sehr intensiv mit dieser Thematik auseinandersetzt. Hier hat man zwei Parameter entwickelt, den sogenannten SOCR (State of Certified Range) und den SOCE (State of Certified Energy). Die beiden Parameter SOCR und SOCE werden in der Regulation genau beschrieben, unter anderem auch, wie diese über den gesamten Lebenszyklus des Fahrzeugs ermittelt und berechnet werden. Dabei gehen Parameter wie die Temperatur, der die Batterie ausgesetzt war, die Lade- und Entladezyklen, der Lademodus (normal, schnell, superschnell) sowie weitere Eckdaten in die Berechnung ein. Diese Parameter sind dann über Diagnosetools auslesbar. Anhand der Regulierung lässt sich erkennen, dass diese Informationen zukünftig über das BMS zur Verfügung stehen, standardisiert sind und nicht (mehr) herstellerabhängig festgelegt werden. Damit ist dann auch eine Vergleichbarkeit der Batterie und des Batteriezustands über alle Hersteller besser und zuverlässiger möglich.“

Messwertprotokoll
Datum: 23.06.2021 12:26



Kunde: A3_etron Fahrzeugtyp: Audi A3 8Y (2020 -)
Kundennummer: VIN:
Kennzeichen: Kilometerstand: km

Batterieelektronik (BMCe VWBS MQB37 W)

Identifikation:
VW Spare Part Number: SWA915183B VW ECU Hardware Version Number: 004 VW ECU Hardware Number: SWA915183B
VW Application Software Version Number: 0920 Negative Response Code: Request out of range Negative Response Code Value: 31
AVL-ECU-ID: 1052377972

Messwert	Ist-Wert	Einheit
Ambient_temperature		
Assembly_identification_number		
Assembly_identification_number	SWA915588D	
Basic Settings Status		
state	was not yet started	
Battery_Temperature_Sensor_1		
Battery_Temperature_Sensor_2		
Battery_Temperature_Sensor_3		
Battery_Temperature_Sensor_4		
Battery_Temperature_Sensor_5		
Battery_Temperature_Sensor_6		
Battery_Temperature_Sensor_7		
Battery_Temperature_Sensor_8		
Battery BOX Serial Number		
Battery BOX Serial Number	288 XX10001FMNC	
battery_temperature		
Chinese serial number		
Cooling_pump_power_set_point		
ECU Serial Number		
emergency_discharge_request		
finger_print_of_last_release_esp_fc0_fc0dc		
High_Voltage_Battery_Cycle_Data_1		
High_Voltage_Battery_Maximum_Temperature		
Measured_temperature	25.500	°C
Sensor_index	7	
High_Voltage_Battery_Minimum_Temperature		
Measured_temperature	25.000	°C
Sensor_index	1	
High_Voltage_Battery_Pack_Current_1		
High_Voltage_Battery_Pack_Current_2		
High_voltage_battery_total_voltage		
High_voltage_system_voltage		
High_voltage_battery_charger_voltage	High_voltage_battery_charger_voltageInt	
High_voltage_battery_contactor_voltage	High_voltage_battery_contactor_voltage389.000	V
Power_electronics_voltage	Power_electronics_voltageInt	
Hv_interlock_current_in		
Hv_interlock_current_out		
Hv_interlock_voltage_in		
Hv_interlock_voltage_out		
HVBHDM_1		
HVBHDM_10		
HVBHDM_11		
HVBHDM_12		
HVBHDM_13		
HVBHDM_14		
HVBHDM_15		
HVBHDM_16		
HVBHDM_17		
HVBHDM_18		
HVBHDM_19		
HVBHDM_2		
HVBHDM_20		
HVBHDM_3		
HVBHDM_4		
HVBHDM_5		
HVBHDM_6		

Schon heute lassen sich viele Daten auslesen, die Rückschlüsse auf den Zustand der Batterie erlauben sollen.

Auch die DAT beschäftigt sich intensiv mit dem Thema Batterie-Diagnose. Dazu Bernd Reich aus der DAT-Unternehmenskommunikation: „Besonders bei den BEV gewinnt die Bewertung des Akkus an Bedeutung, da diese Technologie auch stückzahlmäßig aus den Kinderschuhen wächst. Wir haben beobachtet, dass die Akkus deutlich länger halten, als noch vor wenigen Jahren erwartet. Interessant ist der SoH der Akkus, der das Maß der nutzbaren Restkapazität einer Batterie angibt und damit in die Bewertung eines Autos einfließt. Wir analysieren die derzeit am Markt gängigen Verfahren – mit dem ersten Zwischenergebnis, dass sie mit unseren Anforderungen noch nicht kompatibel sind. Wir wollen bis Ende des Jahres eine Methode vorstellen, wie die DAT mit diesem Thema umgeht und wie die Nutzer von SilverDAT 3 davon profitieren können.“

Zur Unterstützung der Reparaturbetriebe haben ZDK, BVdP und ZKF ihr Fachwissen gebündelt, das Gütesiegel E-Mobilität initiiert und unterstützen bei der fachgerechten Reparatur elektrischer Fahrzeuge. Praktische Hinweise und Reparaturtipps werden über die Plattform repairpedia zur Verfügung gestellt. Auch das KTI stellt spezielle Fachinformationen für BEV oder Spezialwissen auf repairpedia oder seinen Gesellschaftern exklusiv zur Verfügung. Zudem sind bei allen Arbeiten an BEV und Plug-in-Hybriden immer die Reparaturinformationen der Fahrzeughersteller zu beachten.

Last but not least müssen K+L-Unternehmen Mitarbeiter mit direktem Kontakt zu BEV im HV-Bereich mindestens auf Stufe 2S, besser noch 3S qualifizieren. Nur dann ist ein flüssiger Betriebsablauf gewährleistet und das Team für die E-Fahrzeug-Thematik vorbereitet.

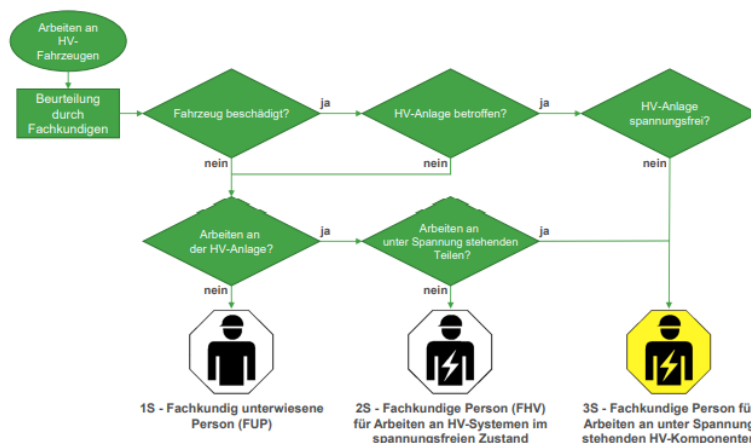
Auch wenn man konstatieren muss, dass es nach heutigem Stand noch Defizite und Optimierungsbedarf bei den Analysemöglichkeiten der HV-Batterie gibt und die Erfahrung wachsen muss, führt mittelfristig an einer marktrelevanten Zahl BEV in Deutschland kein Weg mehr vorbei. Mitunter ist es im Alltagsgeschäft für K+L-Betriebe nicht einfach, bei BEV und neuen Entwicklungen am Ball zu bleiben. Allerdings ist es notwendig sich vorzubereiten und schon heute eigene Erkenntnisse zu sammeln, um davon in Zukunft zu profitieren.

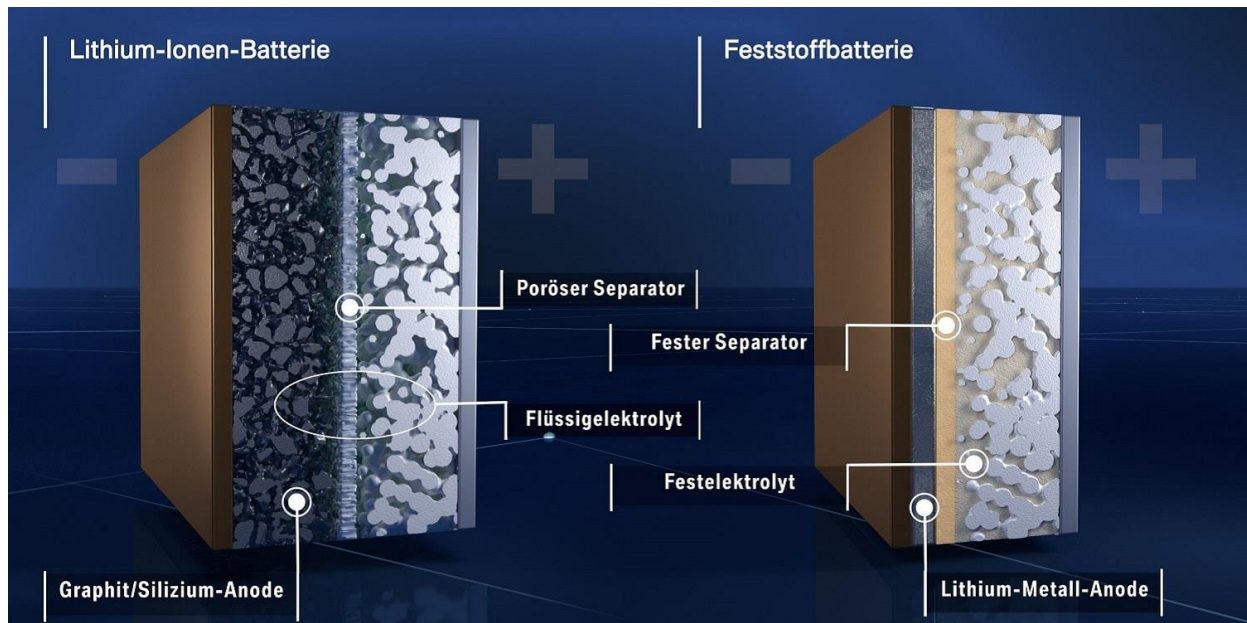
Qualifizierungsstufen nach DGUV 209-093



Mitarbeiter in K+L-Betrieben sollten die HV-Qualifizierung der Stufe 2S, besser noch 3S haben, um flüssige Arbeitsabläufe im Unternehmen zu ermöglichen.

Qualifizierungsstufen nach DGUV 209-093





Neue Batterietechnologie

In BEV werden heute überwiegend Lithium-Ionen-Batterien eingesetzt. Die Mindestanforderungen an die Lebensdauer der Batterien liegt derzeit bei einer Laufleistung von 150.000 bis 200.000 Kilometern und rund 1.000 Lade-/Entladezyklen. Nach einem Bericht in [2] sind in heutigen Elektroautos Batterien aller Formate (zylindrisch, prismaförmig, Pouch) verbaut.

In den kommenden Jahren planen die Zellhersteller weltweit zunehmend nickelreiche Hochenergie-Kathoden und -Anoden (Si / C Komposite) einzusetzen. Mittelfristig versprechen Hochkapazitäts-NMC-Materialien (zum Beispiel Lithium-reiche integrierte Komposite) oder Hochvoltmaterialien eine höhere Energiedichte [2]. Damit dürfte für konventionelle Zellen eine Erhöhung auf bis zu 350 Wh/kg bzw. auf über 800 Wh/l möglich sein [2]. Eine ultimative Steigerung der Energiedichte wäre durch Lithium-Metall-Anoden machbar (auf über 1.000 Wh/l bzw. etwa 400 Wh/kg) [2]. Ihr Einsatz könnte jedoch die Verwendung von Feststoffelettrolyten und damit von kommerziell bislang nicht verfügbaren Technologien erfordern [2].

Vor allem, um mehr Reichweite zu generieren, wird daher an Festkörperbatterien geforscht, die bei reduziertem Gewicht und gleichem Platzbedarf eine bis zu doppelt so hohe Energiedichte haben. Die Vorteile der Festkörperbatterie wurden in [3] zusammengefasst: keine externe Kühlung, geringer Bauraumbedarf, weniger Rohstoffe und höhere Sicherheit. Die Forschung konzentriert sich seit vielen Jahren darauf, Festelektrolyte mit hoher Leitfähigkeit zu suchen. Toyota ist führend mit einem sulfidischen, anorganischen Festelektrolyt mit einer Leitfähigkeit, die etwa dem Dreifachen von flüssigen Elektrolyten entspricht, so Professor Dr. Philippe Vereecken im Interview des Reports Batteriezellen „Made in Germany“ - Ein Weg mit Hindernissen aus der ATZ 2-2020 [3]. Erste Zellen werden voraussichtlich um 2025 auf den Markt kommen, prognostiziert der wissenschaftliche Leiter des Forschungszentrums imec und Professor an der Universität Leuven in Belgien in [3].

Auch Nissan hat beim Thema Feststoff- oder Festkörpertechnik für Aufsehen gesorgt. Die Japaner haben angekündigt, ab 2024 zunächst mit einer Pilotproduktion zu starten, 2028 soll das erste Serienauto auf den Markt kommen [4]. Der Konzern sieht sich bei der Entwicklung vorne und gibt sich demonstrativ optimistisch.

Statt eines flüssigen kommt bei Feststoffbatterien ein fester Elektrolyt zum Einsatz. Der Elektrolyt übernimmt den Transport der Ionen zwischen Anode und Kathode, was im Gegenzug den Elektronen ihre Wanderung in Gegenrichtung ermöglicht, die für den Stromfluss sorgt. Am Ende bleibt abzuwarten, wie sich das Preis-Leistungs-Verhältnis der neuen Technik in ihren unterschiedlichen möglichen Varianten künftig darstellt [4]. Das plötzliche Ende für die klassische Flüssig-Batterie dürfte eine Markteinführung der Feststoffbatterie kaum bedeuten. Denn schließlich hat die aktuelle Technik einen rund 30-jährigen Entwicklungsvorsprung, der sich nicht ohne Weiteres aufholen lässt [4].

Funktion der Zellüberwachung einer Batterie

Wer sich dafür interessiert, wie sich eine Hochvoltbatterie intern selbst überwacht, die Zellen untereinander angleicht und wie das Batteriemanagementsystem (BMS) arbeitet, findet [hier](#) interessante Informationen

Literaturhinweise:

[1] Autohaus 3/2022, S. 60 ff., Fahrzeugdaten, Elektro-HU, und Batterieprüfung; Springer Fachmedien München GmbH.

[2] Batterien für Elektroautos: Faktencheck und Handlungsbedarf; Fraunhofer Institut für System und Innovationsforschung ISI, Januar 2020.

[3] ATZ: <https://www.springerprofessional.de/batterie/elektrofahrzeuge/faktencheck-elektroauto-batterien/17624376>; Gehört der Feststoffzelle die Zukunft? (Onlineabruf 01.02.2022)

[4] https://www.n-tv.de/auto/Wann-kommt-die-Feststoffbatterie-article23296824.html?utm_source=pocket-newtab-global-de-DE; Onlineabruf 02.05.2022.