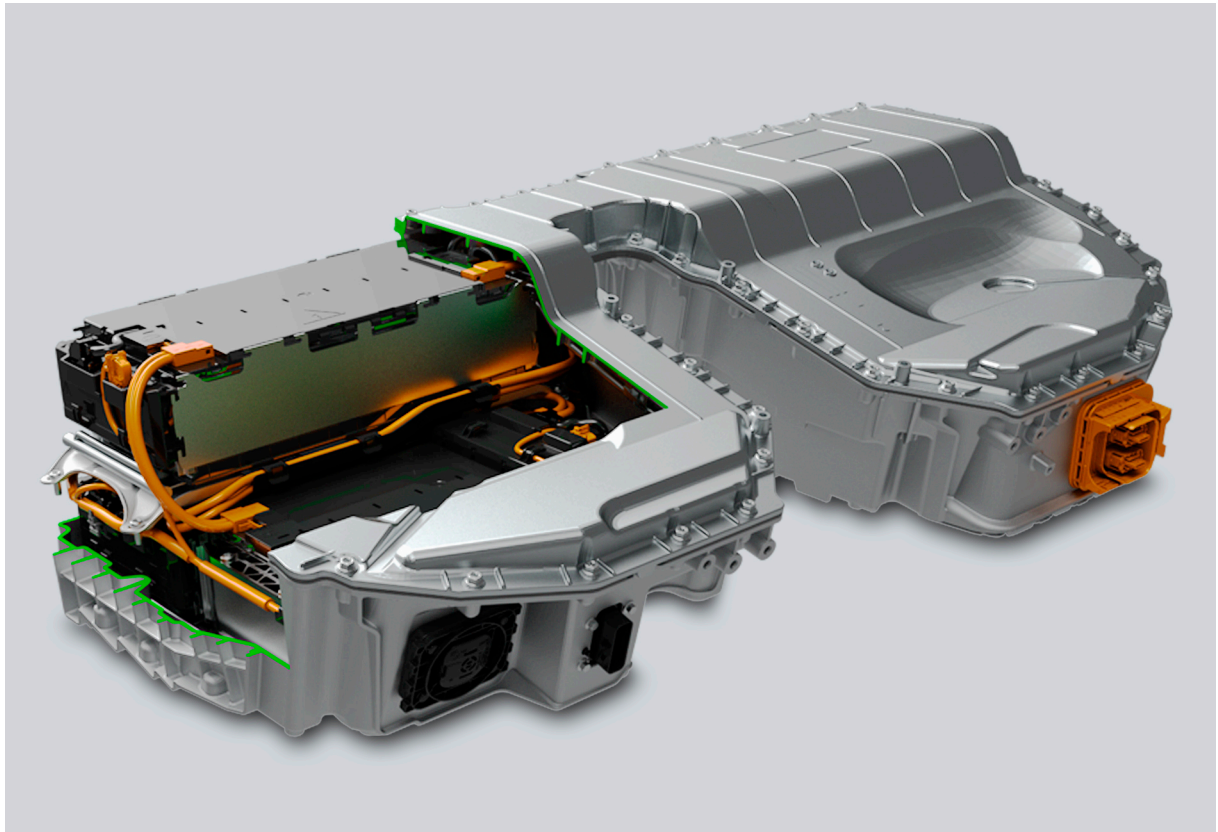


TECHNISCHE QUALIFIZIERUNG. PRODUKTINFORMATION.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.



Allgemeine Hinweise

Verwendete Symbole

In dieser Unterlage wird folgendes Symbol/Darstellung zum besseren Verständnis oder zur Hervorhebung besonders wichtiger Informationen verwendet:



Enthält wichtige Sicherheitshinweise und Informationen, die für eine einwandfreie Systemfunktion notwendig sind und unbedingt beachtet werden müssen.

Aktualität und Länderausführungen

Fahrzeuge der BMW Group werden höchsten Sicherheits- und Qualitätsansprüchen gerecht. Veränderte Anforderungen in Bereichen wie Umweltschutz, Kundennutzen, Design oder Konstruktion führen zu einer ständigen Weiterentwicklung von Systemen oder Komponenten. Daraus können sich Abweichungen zwischen den Inhalten dieser Unterlage und den in der Qualifizierung zur Verfügung stehenden Fahrzeugen ergeben.

Diese Unterlage beschreibt grundsätzlich Linkslenkerfahrzeuge in der Europa-Ausführung. In Fahrzeugen mit Rechtslenkung sind einige Bedienelemente oder Komponenten anders angeordnet als in Grafiken dieser Unterlage gezeigt. Weitere Abweichungen können sich durch markt- oder länderspezifische Ausstattungsvarianten ergeben.

Zusätzliche Informationsquellen

Weitere Informationen zu den einzelnen Themen finden Sie:

- in der Betriebsanleitung
- in der Integrated Service Technical Application.

Kontakt: conceptinfo@bmw.de

©2019 BMW AG, München

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung der BMW AG, München.

Die in dieser Unterlage enthaltenen Informationen sind Bestandteil der Technischen Qualifizierung der BMW Group und für deren Trainer und Teilnehmer bestimmt. Änderungen/Ergänzungen der technischen Daten sind den jeweils aktuellen Informationssystemen der BMW Group zu entnehmen.

Stand der Information: **April 2019**
Technische Qualifizierung.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

INHALT.

1.	Einleitung	5
2.	Hochvolt-Batterieeinheit	6
2.1.	Übersicht	6
2.1.1.	Entwicklungsbezeichnungen	6
2.1.2.	Hochvolt-Batterieeinheit-Generation 4.0	7
2.1.3.	Technische Daten	9
2.1.4.	Einbauort	12
2.1.5.	Systemschaltplan	14
2.2.	Äußere Merkmale	15
2.2.1.	Hinweisschilder	15
2.2.2.	Mechanische Schnittstellen	17
2.2.3.	Elektrische Schnittstellen	19
2.2.4.	Entgasungseinheit	24
2.2.5.	Schnittstelle zum Kältemittelkreislauf	26
2.3.	Kühlsystem	26
2.3.1.	Übersicht	26
2.3.2.	Funktion	30
2.3.3.	Systemkomponenten	33
2.4.	Innerer Aufbau	37
2.4.1.	Elektrische und elektronische Komponenten	37
2.4.2.	Mechanische Komponenten	51
2.5.	Funktionen	51
2.5.1.	Aufstarten	52
2.5.2.	Reguläres Herunterfahren	53
2.5.3.	Schnelles Abschalten	54
2.5.4.	Laden	55
2.5.5.	Überwachungsfunktionen	57
2.6.	Servicehinweise	60
3.	Instandsetzung	61
3.1.	Voraussetzungen	61
3.1.1.	Organisatorisches	61
3.1.2.	Sicherheitsregeln	62
3.1.3.	Elektrische und mechanische Diagnose	64
3.1.4.	Ausbau der Hochvolt-Batterieeinheit aus dem Fahrzeug	65
3.2.	Instandsetzung der ausgebauten Hochvolt-Batterieeinheit	66
3.2.1.	Allgemeines und vorbereitende Maßnahmen	66
3.2.2.	Arbeiten vor dem Öffnen	66
3.2.3.	Demontage der Gehäuseteile der Hochvolt-Batterieeinheit	66
3.2.4.	Ausbau der Zellmodule	67

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

INHALT.

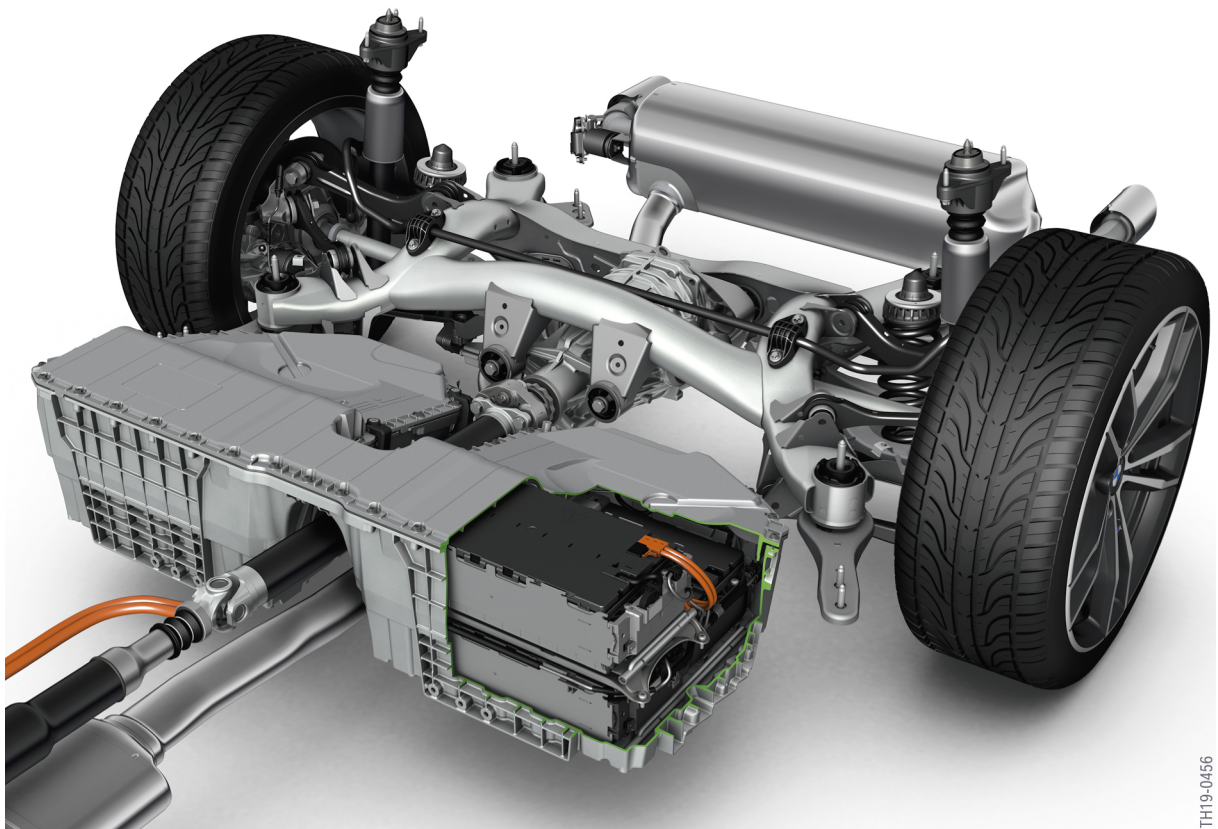
3.2.5.	Vorbereitung vor dem Einbau eines Zellmoduls.....	68
3.2.6.	Einbau der Zellmodule.....	68
3.2.7.	Ausbau der Zellüberwachungselektronik.....	69
3.2.8.	Einbau der Zellüberwachungselektronik.....	69
3.2.9.	Ausbau des Wärmetauschers.....	69
3.2.10.	Einbau der Wärmetauscher.....	70
3.2.11.	Montage des Gehäusedeckels der Hochvolt-Batterieeinheit.....	70
3.3.	Nacharbeiten.....	71
3.3.1.	Abschließender Test mit EoS-Tester.....	71
3.3.2.	Einbau der Hochvolt-Batterieeinheit in das Fahrzeug.....	72
3.3.3.	Abschließende elektrische Diagnose.....	73
4.	Zellmodultausch.....	74
4.1.	Wiederverwendung.....	74
4.2.	Nachverfolgung.....	75
4.3.	Ladezustandsangleichung.....	77
5.	Entsorgung.....	79
5.1.	Lagerung von Hochvolt-Batterieeinheiten bis zur Entsorgung.....	79
5.2.	Lagerung von beschädigten Hochvolt-Batterieeinheiten.....	79
5.3.	Feststellung der Transportfähigkeit.....	80
5.3.1.	Feststellung der Transportfähigkeit von diagnosefähigen Zellmodulen.....	80
5.3.2.	Feststellung der Transportfähigkeit von nicht diagnosefähigen Zellmodulen.....	80
5.3.3.	Elektrische Beurteilung.....	81
5.3.4.	Optische Beurteilung.....	81
5.4.	Entsorgung der Zellmodule der Hochvolt-Batterieeinheit.....	81
5.4.1.	Allgemeines.....	81
5.4.2.	Recycling-Firmen.....	82
5.4.3.	Verfahren.....	83
5.4.4.	Vorgehensweise.....	83
5.4.5.	Transport von beschädigten und defekten Zellmodulen.....	84

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

1. EINLEITUNG.

Diese Produktinformation beschreibt den Aufbau der Hochvolt-Batterie SP41 am Beispiel des BMW 330e mit der Entwicklungsbezeichnung G20 PHEV und die Besonderheiten bei dessen Instandsetzung. Dieses Dokument ist kein Ersatz für die Reparaturanleitung, sondern soll dem Leser das nötige Hintergrundwissen zur Verfügung stellen und ergänzende Hinweise geben.

Die Hochvolt-Batterieeinheit steht **nicht** als komplettes Ersatzteil zur Verfügung. Dadurch kann sie auch nicht ohne weitergehende Instandsetzungsarbeiten komplett getauscht werden. Bei BMW Fahrzeugen der Hybrid-Generation 4.0 ist es möglich, Komponenten in der Hochvolt-Batterieeinheit durch qualifizierte Service-Mitarbeiter zu erneuern. Auf diese Weise ist es möglich, die Hochvolt-Batterieeinheit instand zu setzen. Für die Mitarbeiter in den BMW Handelsbetrieben werden für die Instandsetzung der Hochvolt-Batterie SP41 spezielle Qualifizierungsmaßnahmen angeboten.



Hochvolt-Batterie SP41 im G20 PHEV

TH19-0456

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

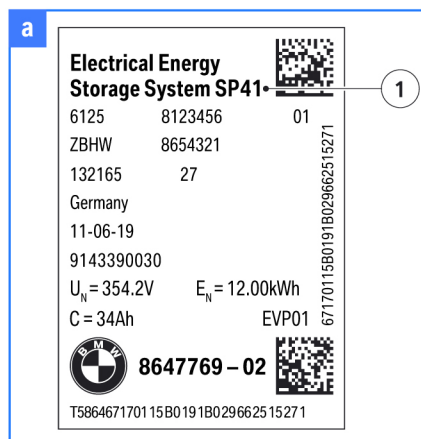
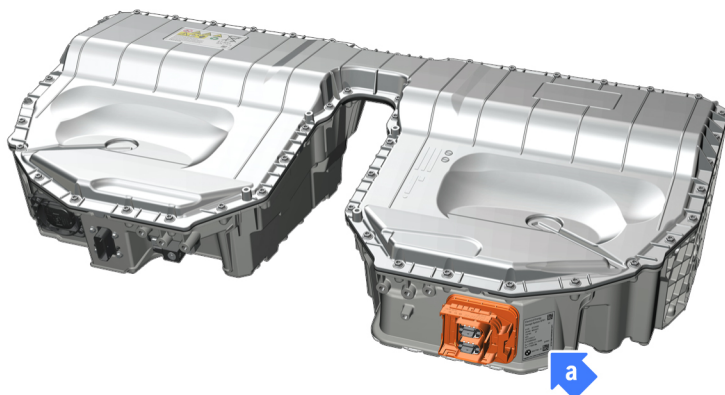
2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

2.1. Übersicht

Wie bei den bisherigen BMW Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen stellt die Hochvolt-Batterieeinheit den Energiespeicher für den elektrischen Antrieb dar. Der **G20 PHEV** ist nach dem F15 PHEV, F45 PHEV, F30 PHEV, G11/G12 und G30 PHEV das sechste **Plug-in-Hybrid-Electrical-Vehicle** der Marke BMW. Der G20 PHEV ist mit der neuen Generation der Hochvolt-Batterieeinheit Gen. 4.0 ausgestattet. Bei der Gen. 4.0 wird die Hochvolt-Batterieeinheit bei möglichen Defekten instand gesetzt.

2.1.1. Entwicklungsbezeichnungen

Um die immer mehr werdenden Hochvolt-Batterieeinheiten eindeutig identifizieren zu können, wurden deren Entwicklungsbezeichnungen mit in die technische Dokumentation aufgenommen. Diese Entwicklungsbezeichnung ist auf jedem Typenschild vermerkt und somit an jeder Hochvolt-Batterieeinheit von außen zu finden.



Hochvolt-Batterie SP41 Typenschild mit Entwicklungsbezeichnung

Index	Erklärung
1	Entwicklungsbezeichnung

Die Entwicklungsbezeichnung setzt sich aus 2 Buchstaben und einer Zahl zusammen.

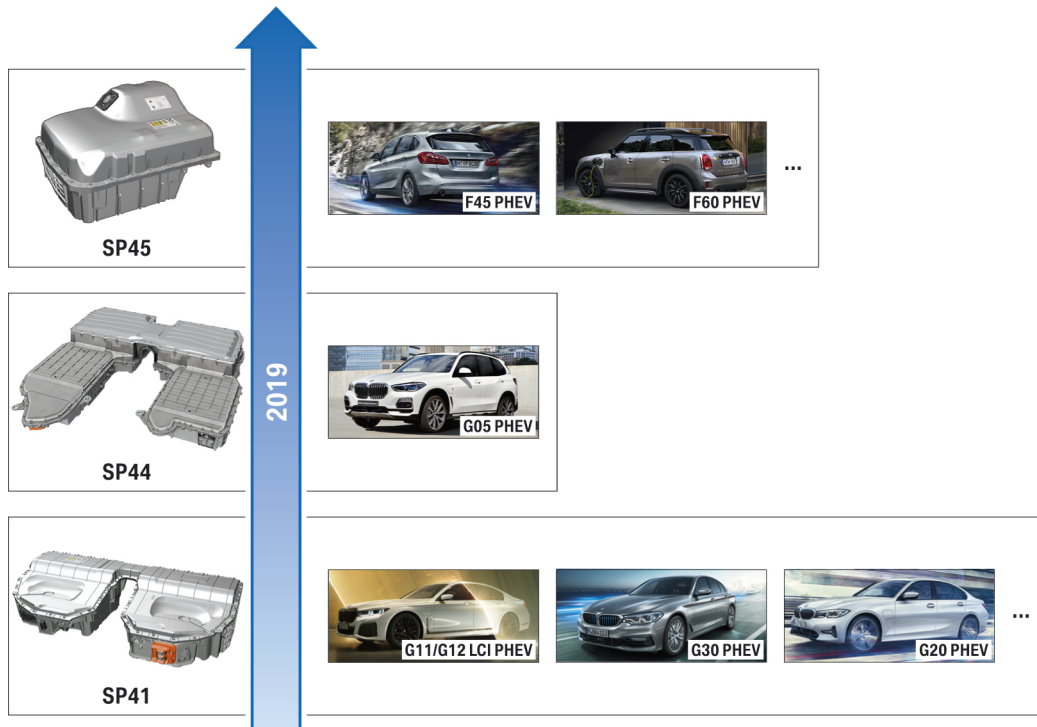
Position	Bedeutung	Index	Erklärung
1	(Hochvolt-) Speicher	S	Aus dem englischen Begriff "Electrical Energy Storage System"
2	Vorgesehener Fahrzeugtyp	E H P	Elektrofahrzeug Hybrid-Fahrzeug Plug-in-Hybrid-Fahrzeug
3 + 4	Hochvolt-Batterieeinheit	06 41 44 ...	Festgelegte Zahl für jede Hochvolt-Batterieeinheit

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

2.1.2. Hochvolt-Batterieeinheit-Generation 4.0

Mit der Hochvolt-Batterie SP41 kommt erstmals die Hochvolt-Generation 4.0 zum Einsatz. Sie legt dabei den Grundstein für eine Reihe Hochvolt-Batterieeinheiten der Generation 4.0, die vor allem einen höheren Energiegehalt als ihre Vorgänger aufweisen. Teilweise gleichen die Hochvolt-Batterieeinheiten in ihrem Aufbau ihren jeweiligen Vorgängern aus der Batterie-Generation 3.0 — so auch die Hochvolt-Batterie SP41.



Übersicht Hochvolt-Batterieeinheiten der 4.0 Generation

Die größte Änderung gegenüber der Vorgänger-Hochvolt-Batterie SP06 ist die von 26 Ah auf **34 Ah** angehobene Zellkapazität.

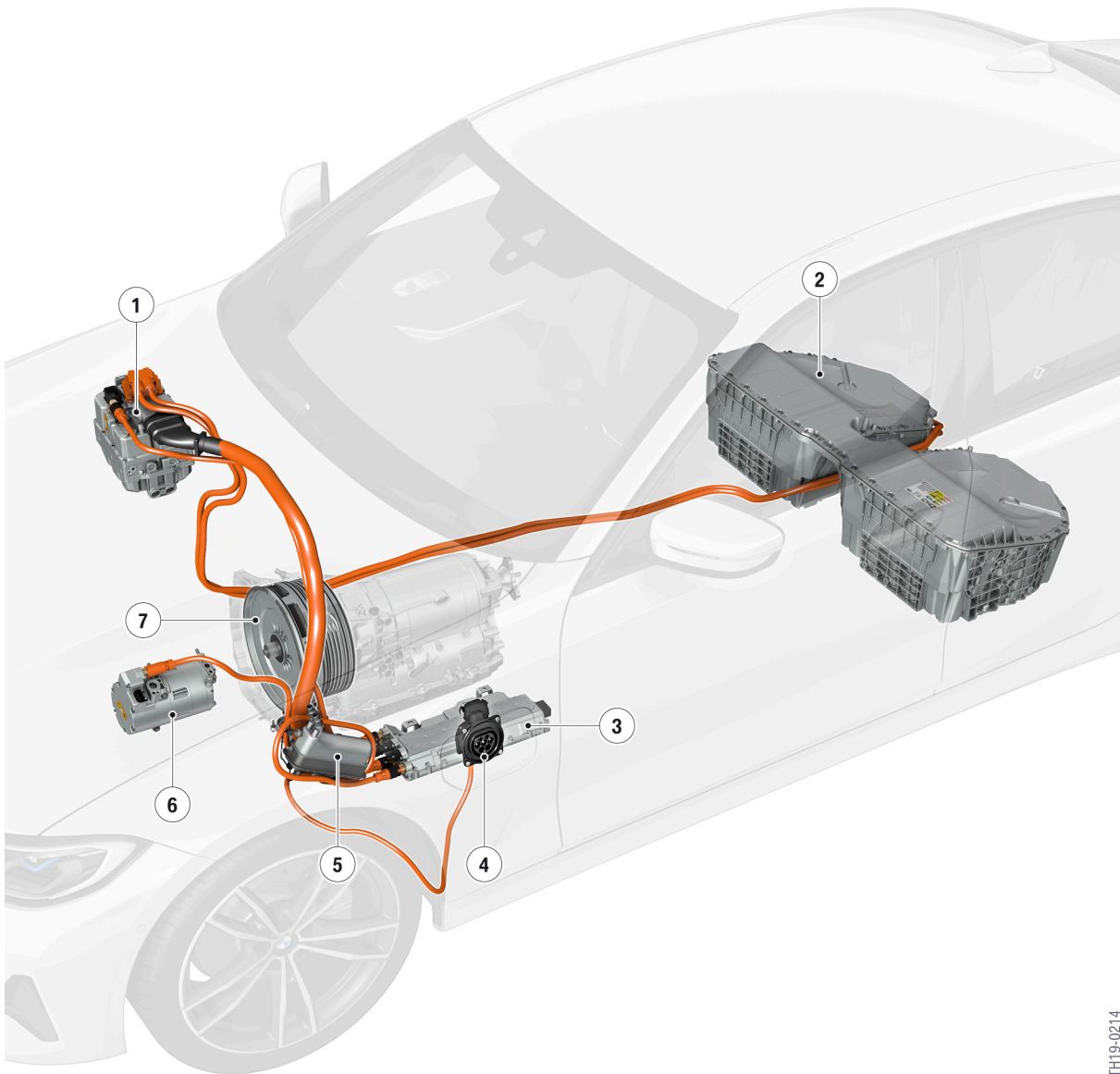
Die Hochvolt-Batterie SP41 kann wie alle BMW Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge über eine Ladesteckdose extern aus dem Haushaltsnetz geladen werden. Neben der externen Spannungsversorgung kann ebenfalls durch Bremsenergieerückgewinnung mit Hilfe der Elektromaschine die Hochvolt-Batterieeinheit geladen werden.

Die Hochvolt-Batterieeinheit eines Fahrzeugs mit elektrischem Antrieb ist das Gegenstück zum Kraftstoffbehälter in einem verbrennungsmotorisch angetriebenen Fahrzeug. Um die gewünschte Reichweite zu erzielen, ist die zu speichernde Energiemenge entsprechend dimensioniert. Die Hochvolt-Batterieeinheit ist vor der Hinterachse mittig eingebaut.

TH19-0446

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



TH19-0214

Hochvolt-Komponenten und Hochvolt-Leitungen am G20 PHEV

Index	Erklärung
1	Elektromaschinen-Elektronik EME
2	Hochvolt-Batterie SP41
3	Komfortladeelektronik KLE
4	Ladeanschluss
5	Elektrische Heizung EH
6	Elektrischer Klimakompressor EKK
7	Elektromaschine EM

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

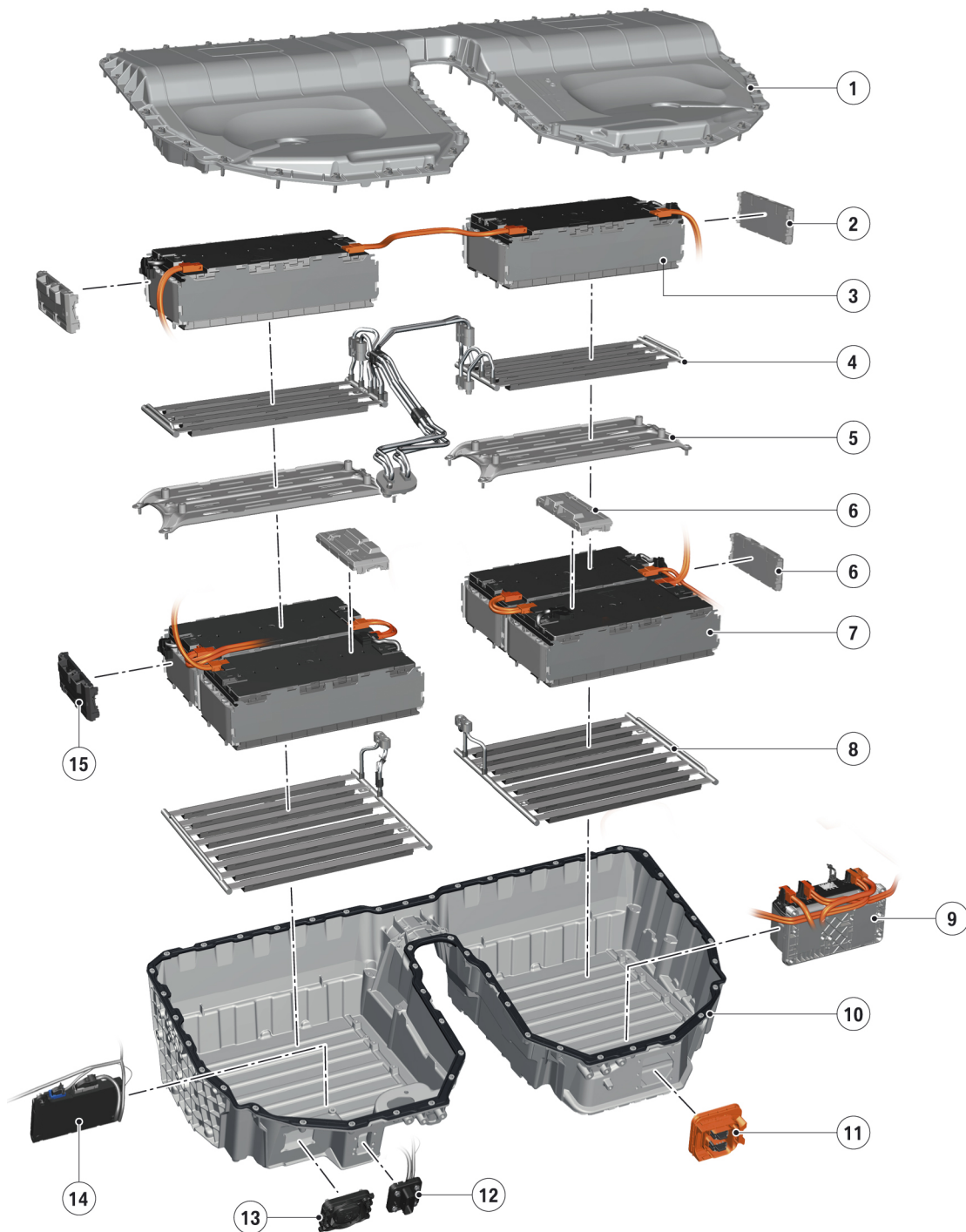
2.1.3. Technische Daten

Die Komponenten der Hochvolt-Batterie SP41 setzen sich wie folgt zusammen:

- Zellmodule mit den eigentlichen Zellen
- Zellüberwachungselektroniken CSC
- Sicherheitsbox S-Box
- Steuergerät Speichermanagement-Elektronik SME
- Viergeteilter Wärmetauscher
- Kabelbäume
- Anschlüsse (Elektrik, Kältemittel, Entgasung)
- Gehäuse- und Befestigungsteile.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



Übersicht der Hochvolt-Batterie SP41

TH18-2549

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Index	Erklärung
1	Gehäuseoberteil
2	Zellüberwachungselektroniken oben (Slave, grau)
3	Obere Zellmodule
4	Obere Wärmetauscher
5	Modulzwischenböden
6	Zellüberwachungselektroniken unten (Slave)
7	Untere Zellmodule
8	Untere Wärmetauscher
9	Sicherheitsbox
10	Gehäuseunterteil
11	Hochvolt-Anschluss
12	Schnittstelle zum 12-V-Bordnetz
13	Entgasungseinheit
14	Speichermanagement-Elektronik SME
15	Zellüberwachungselektronik unten (Master)

Die Batteriezellen werden von der koreanischen Firma Samsung SDI an das BMW Werk Dingolfing geliefert. Dort werden aus den Batteriezellen die Zellmodule aufgebaut und zusammen mit den anderen Komponenten zu kompletten Hochvolt-Batterieeinheiten montiert. Hersteller des SME-Steuergeräts und der Zellüberwachungselektroniken ist die Firma Preh.

Die in der Hochvolt-Batterieeinheit eingesetzten Batteriezellen gehören zur Gruppe der Lithium-Ionen-Zellen (Zelltyp NMCo-/LMO-Blend). Beim Anodenmaterial von Lithium-Ionen-Zellen handelt es sich grundsätzlich um ein Lithium-Metalloxid. Die Bezeichnung NMCo-/LMO-Blend weist auf die bei diesem Zelltyp eingesetzten Metalle hin. Es handelt sich einerseits um eine Mischung aus Nickel, Mangan und Cobalt, andererseits um eine Mischung aus Lithium-Manganoxid.

Durch die Wahl des Anodenmaterials konnten die Eigenschaften der Hochvolt-Batterieeinheit für den Einsatz in einem Elektrofahrzeug optimiert werden (hohe Energiedichte, große Zyklenzahl). Als Material für die Kathode kommt – wie üblich – Grafit zum Einsatz, in das sich die Lithium-Ionen beim Entladen einlagern. Insgesamt ergibt sich durch die eingesetzten Materialien in den Batteriezellen eine Nennspannung von **3,69 V**.

Die nachfolgende Tabelle fasst einige wichtige technische Daten der Hochvolt-Batterie SP41 zusammen.

Hersteller	BMW
Zelltyp	Lithium-Ionen
Spannung	354,2 V (Nennspannung) Min. 269 V – Max. 403 V (Spannungsbereich)
Batteriezellen	96 Batteriezellen in Reihe (je 3,69 V und 34 Ah)
Max. speicherbare Energiemenge	12,0 kWh (kann marktabhängig abweichen)
Max. nutzbare Energiemenge	10,4 kWh (kann marktabhängig abweichen)

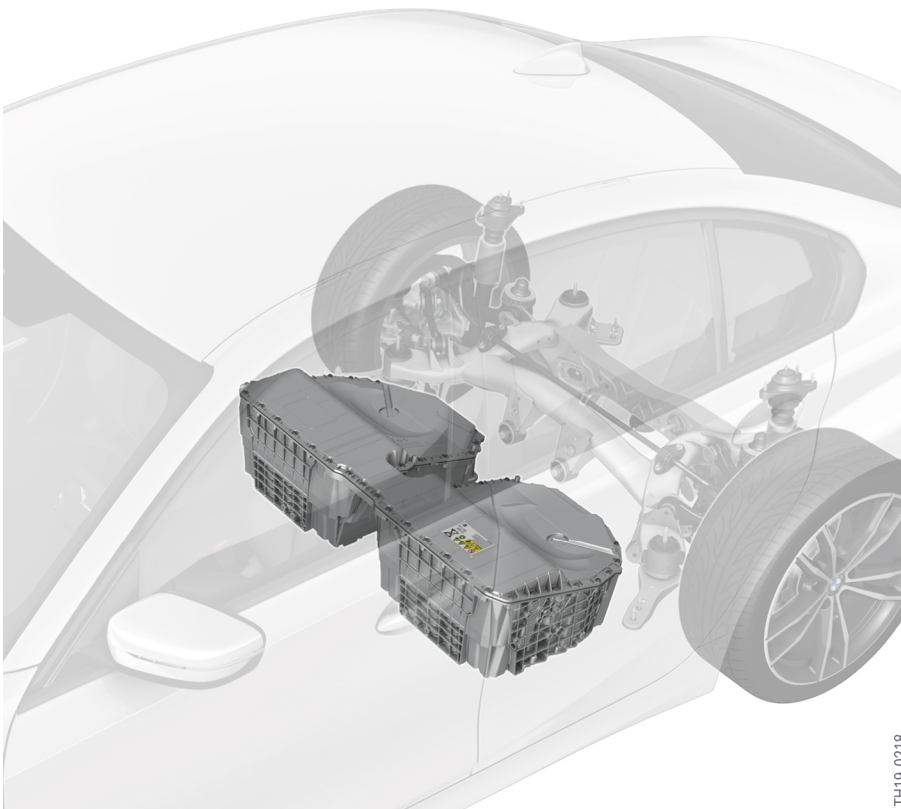
HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Max. Leistung (Entladen)	83 kW (kurzzeitig)
Max. Leistung (AC-Laden)	3,7 kW
Gesamtgewicht	118,5 kg (ohne Haltewinkel)
Abmessungen	541 mm x 1134 mm x 271 mm
Kühlsystem	Kältemittel R1234yf oder R134a (marktabhängig)

2.1.4. Einbauort

Die Hochvolt-Batterie SP41 ist vor der Hinterachse mittig eingebaut. Dies hat den Vorteil dass der Schwerpunkt tief liegt, was zu guten Fahreigenschaften führt. Alle Anschlüsse der Hochvolt-Batterieeinheit sind vom Fahrzeugunterboden aus erreichbar.



Einbauort Hochvolt-Batterie SP41 im G20 PHEV

TH19-0218

Die wichtigsten äußeren Merkmale sind:

- Hochvolt-Leitung bzw. -Anschluss
- Schnittstelle zum 12-V-Bordnetz
- Kältemittelleitungen bzw. -anschlüsse
- Hinweisschilder
- Entgasungseinheit.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Die Hochvolt-Batterieeinheit weist neben dem Hochvolt-Anschluss auch eine Schnittstelle zum 12-V-Bordnetz auf. Darüber werden die in der Hochvolt-Batterieeinheit integrierten Steuergeräte mit Spannung, Bus-, Sensor- und Überwachungssignalen versorgt. Zur Kühlung der Hochvolt-Batterieeinheit ist sie in den Kältemittelkreislauf eingebunden.

Die Hinweisschilder an der Hochvolt-Batterieeinheit informieren die Personen, die mit diesen Komponenten arbeiten, über die eingesetzte Technologie und mögliche elektrische und chemische Gefahren.



Die elektrische Spannung der Hochvolt-Batterieeinheit liegt **deutlich über 60 V**. Deshalb sind vor jeglichen Arbeiten an der Hochvolt-Batterieeinheit die **elektrischen Sicherheitsregeln** zu befolgen:

- 1 Spannungsfrei schalten
 - 2 Gegen Wiedereinschalten sichern und Schlüssel des Bügelschlusses an einem sichern Ort aufbewahren
 - 3 Spannungsfreiheit feststellen.
-



Lässt sich die Spannungsfreiheit im KOMBI nicht eindeutig feststellen, ist weiteres Arbeiten am Fahrzeug nicht zulässig. **Lebensgefahr bei nicht festgestellter Spannungsfreiheit!** In diesen Fällen ist das Fahrzeug als **unbekannter Zustand** kenntlich zu machen (gelbes Hochvoltkennzeichen) und mittels Absperrbänder abzusperren sowie den abgesperrten Bereich zu kennzeichnen.

Des Weiteren muss der technische Support oder eine BMW Elektrofachkraft kontaktiert werden! Spannungsfreiheit von einer BMW Elektrofachkraft 1000 V DC mit Hilfe von entsprechenden Messgeräten/Messverfahren feststellen lassen.

Die elektrischen Leitungen (Hochvolt und Schnittstelle zum 12-V-Bordnetz) sowie die Kältemittelleitungen können getrennt werden, ohne dass die Hochvolt-Batterieeinheit ausgebaut werden muss.

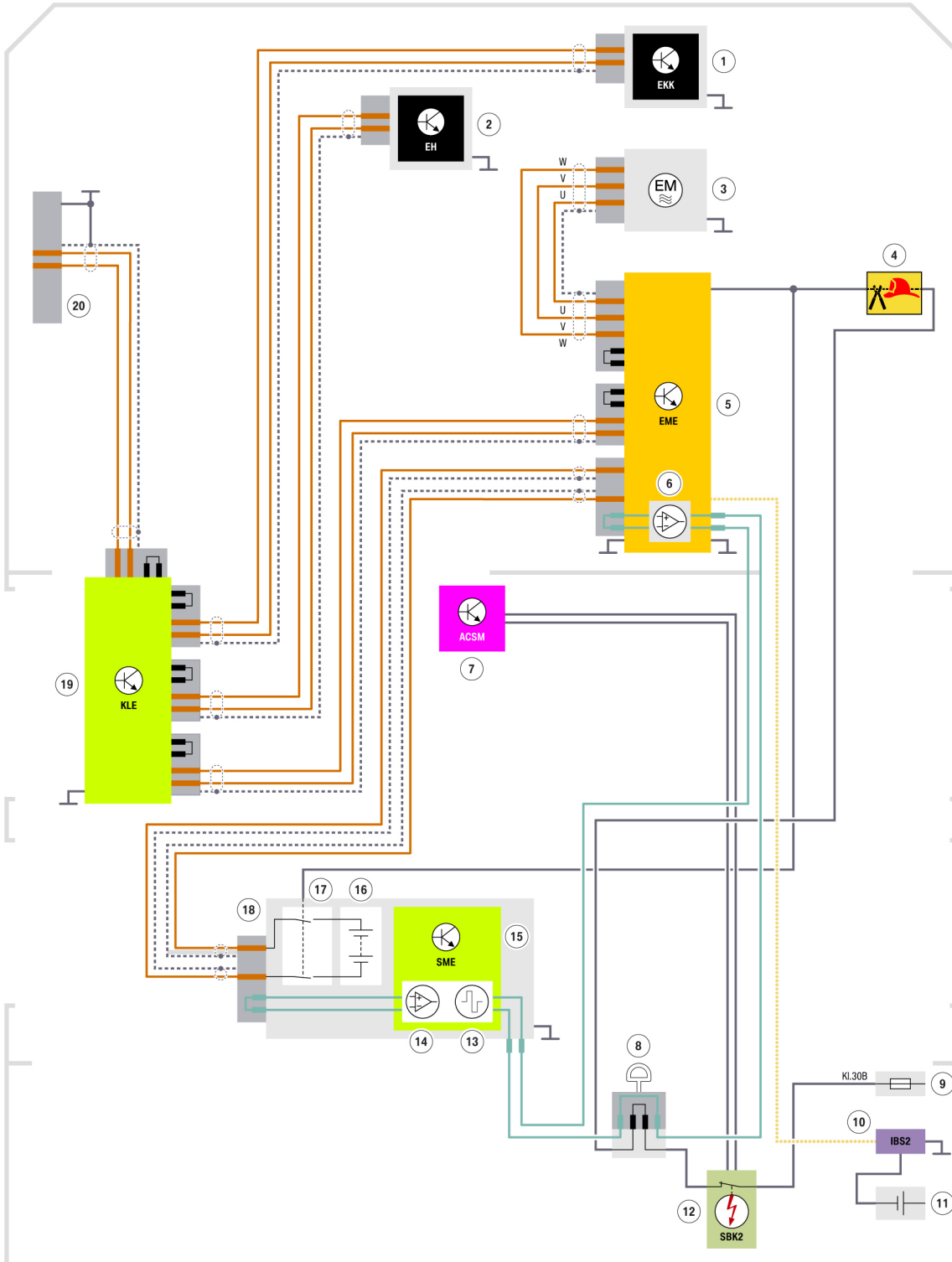
Die Hochvolt-Batterieeinheit hat eine Entgasungseinheit am unteren Gehäuse der Hochvolt-Batterieeinheit. Sollten die Batteriezellen aufgrund eines massiven Fehlers einen Überdruck erzeugen, werden die entstehenden Gase über die Entgasungseinheit nach außen geführt, um einen Druckausgleich zu ermöglichen.

Der Hochvolt-Sicherheitsstecker ("Service Disconnect") ist ein wichtiger Bestandteil des Hochvoltverbundes. Jedoch ist er nicht Bestandteil der Hochvolt-Batterieeinheit und ist auch keine Hochvolt-Komponente. Der Hochvolt-Sicherheitsstecker befindet sich im Gepäckraum hinten rechts hinter einer Abdeckung vor dem Stromverteiler.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

2.1.5. Systemschaltplan



TH19-0803

Systemschaltplan Hochvolt-Batterieeinheit im Hochvoltverbund am Beispiel G20 PHEV

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Index	Erklärung
1	Elektrischer Kältemittelkompressor EKK
2	Elektrische Heizung EH
3	Elektromaschine EM
4	Hochvolt-Trennstelle (Schneidlösung)
5	Elektromaschinen-Elektronik EME
6	Auswerteschaltung für das Prüfsignal der Hochvolt-Kontaktüberwachung in der Elektromaschinen-Elektronik
7	Crash-Sicherheits-Modul ACSM
8	Hochvolt-Sicherheitsstecker ("Service Disconnect")
9	Spannungsversorgung vom im Stromverteiler hinten rechts (30B)
10	Intelligenter Batteriesensor IBS 2
11	Zusatzbatterie
12	Sicherheitsbatterieklemme SBK 2
13	Taktgenerator für Prüfsignal der Hochvolt-Kontaktüberwachung in der Speichermanagement-Elektronik SME
14	Auswerteschaltung für das Prüfsignal der Hochvolt-Kontaktüberwachung in der Speichermanagement-Elektronik SME
15	Speichermanagement-Elektronik SME
16	Zellmodule der Hochvolt-Batterieeinheit
17	Elektromagnetische Schaltschütze
18	Hochvolt-Batterieeinheit
19	Komfortladeelektronik KLE
20	Ladeanschluss

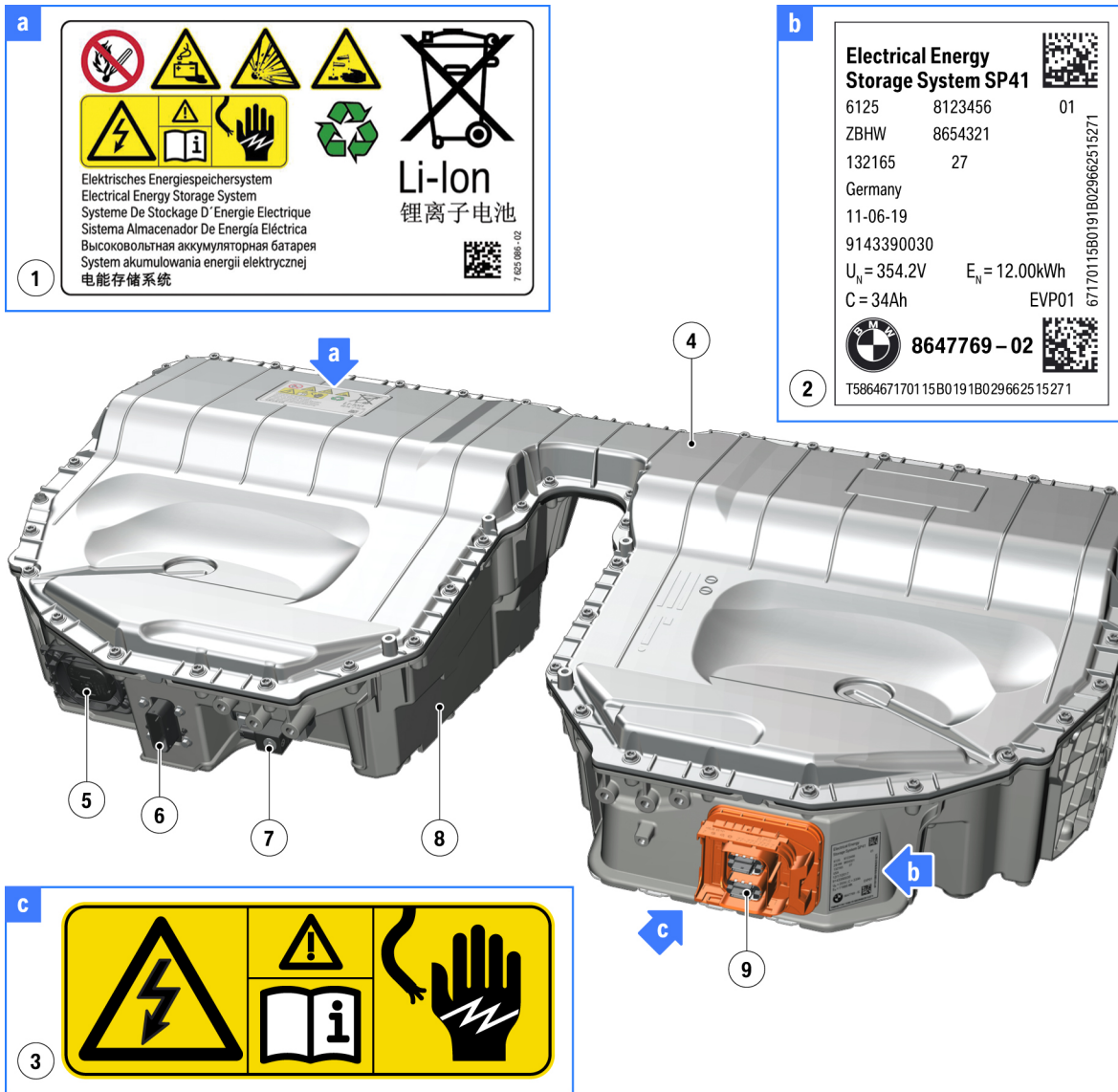
2.2. Äußere Merkmale

2.2.1. Hinweisschilder

An der Hochvolt-Batterie SP41 sind 3 Schilder angebracht: 1 Typenschild und 2 Warnhinweisschilder. Das Typenschild gibt logistische Informationen (z. B. die Teilenummer) und die wichtigsten technischen Daten (z. B. die Nennspannung oder Kapazität) wieder. Die Warnhinweisschilder weisen zum einen auf die hohe eingesetzte elektrische Spannung in der Hochvolt-Batterieeinheit hin, zum anderen auf die Lithium-Ionen-Technologie. Sie sensibilisieren die damit verbundenen möglichen Gefahren.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



Hinweisschilder und Anschlüsse der Hochvolt-Batterie SP41

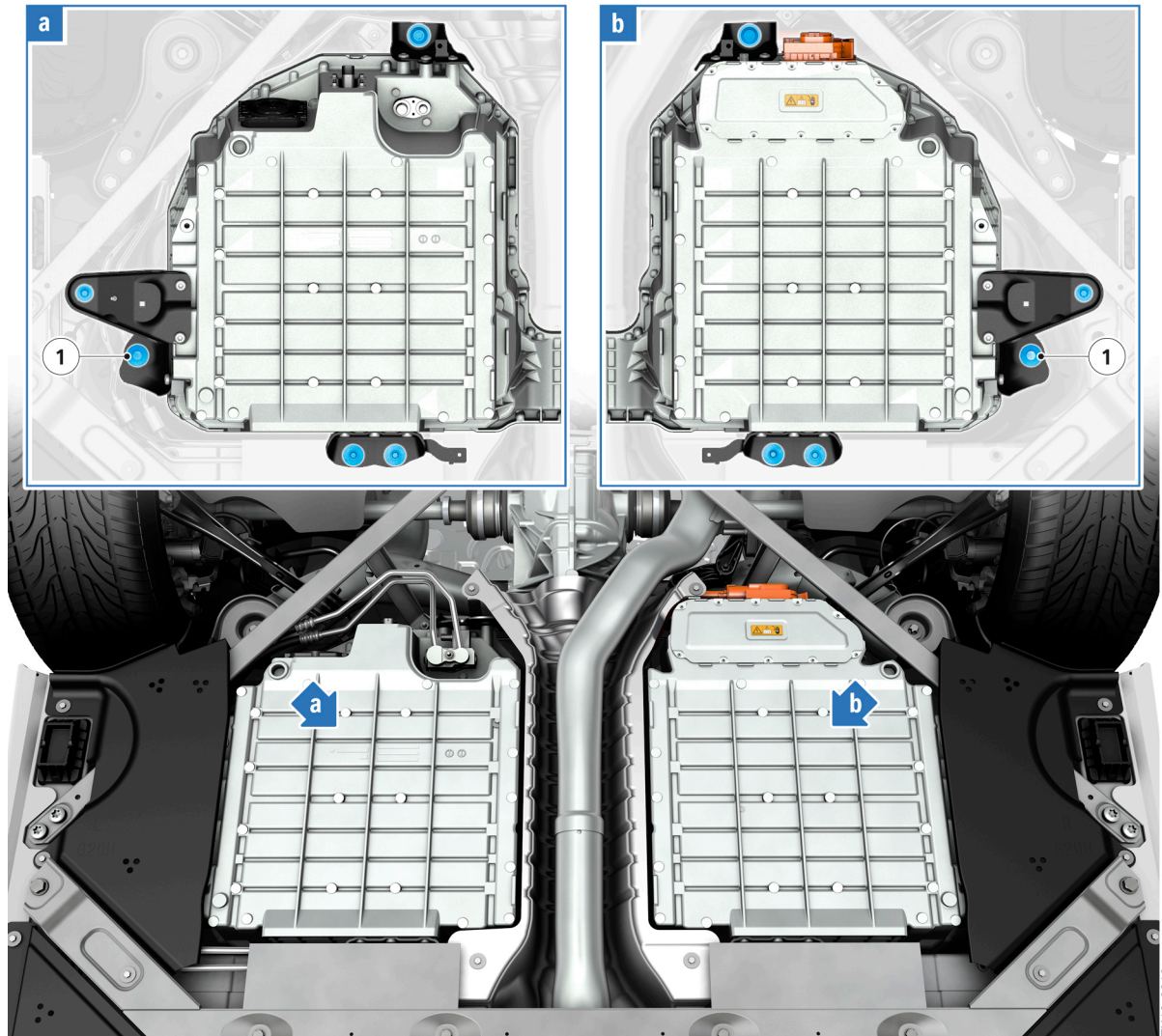
Index	Erklärung
1	Warnhinweisschild Hochvolt-Batterieeinheit
2	Typenschild mit technischen Daten
3	Warnhinweisschild Hochvolt-Komponente
4	Gehäuseoberteil
5	Entgasungseinheit
6	Schnittstelle zum 12-V-Bordnetz
7	Anschluss für Kältemittelleitungen
8	Gehäuseunterteil
9	Hochvolt-Anschluss

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

2.2.2. Mechanische Schnittstellen

Die Hochvolt-Batterieeinheit ist mit Hilfe von 8 Haltern und 10 Befestigungsschrauben mit der Fahrzeugkarosserie verbunden. Auf diese Weise werden die Gewichtskraft sowie die während der Fahrt auftretenden Beschleunigungskräfte an der Karosserie abgestützt. Alle Befestigungsschrauben sind vom Fahrzeugunterboden aus zugänglich. Zum Lösen der Schrauben müssen vorher mehrere Verkleidungen, die Torsionsstäbe, die Abgasanlage sowie die Gelenkwelle demontiert werden.



Befestigung der Hochvolt-Batterie SP41 im G20 PHEV

Index	Erklärung
1	Befestigungs- und Potenzialausgleichsschrauben

Alle anderen blau gekennzeichneten Schrauben sind Befestigungsschrauben.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



Bei 4 Befestigungsschrauben werden Unterlegscheiben benötigt. Das ist extrem wichtig, da es sonst zu einer Verformung der Karosserie kommen kann. Es ist dringend erforderlich die aktuelle Reparaturanleitung diesbezüglich zu beachten.

Beim Ausbau der Hochvolt-Batterieeinheit müssen zuerst alle in der aktuellen Reparaturanleitung festgelegten Vorarbeiten (Diagnose, Kältemittel absaugen, Spannungsfreischalten, Verkleidungen demontieren usw.) durchgeführt werden. Vor dem Lösen der Befestigungsschrauben muss der mobile Aggregat-Hubtisch MHT 1200 mit den passenden Aufnahmen vorbereitet und unter der Hochvolt-Batterieeinheit positioniert werden.

Die niederohmige Verbindung zwischen dem Gehäuse der Hochvolt-Batterieeinheit und der Karosserie wird durch 2 Befestigungs- und Potenzialausgleichsschrauben hergestellt.



Die niederohmige Verbindung zwischen dem Gehäuse der Hochvolt-Batterieeinheit und der Fahrzeugmasse ist eine entscheidende Voraussetzung für die einwandfreie Funktion der automatischen Isolationsüberwachung. Aus diesem Grund ist bei allen Montageschrauben auf das korrekte Anziehdrehmoment zu achten.

Außerdem muss darauf geachtet werden, dass weder das Gehäuse der Hochvolt-Batterieeinheit noch die Karosserie an den entsprechenden Bohrungen lackiert, korrodiert oder verschmutzt ist. Auch ist auf die Sauberkeit an den entsprechenden Gewinden zu achten. Vor der Befestigung der Montageschrauben muss gegebenenfalls das blanke Metall freigelegt werden.

Ist eine niederohmige Verbindung zwischen einer Hochvolt-Batterieeinheit und der Fahrzeugmasse ungenügend, so bleibt ein möglicher Fehler unentdeckt und stellt damit eine potenzielle Gefahr für den Menschen dar.



TH15-0089

Bei der Befestigung der Befestigungs- und Potenzialausgleichsschrauben muss die exakte Vorgehensweise eingehalten werden:

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

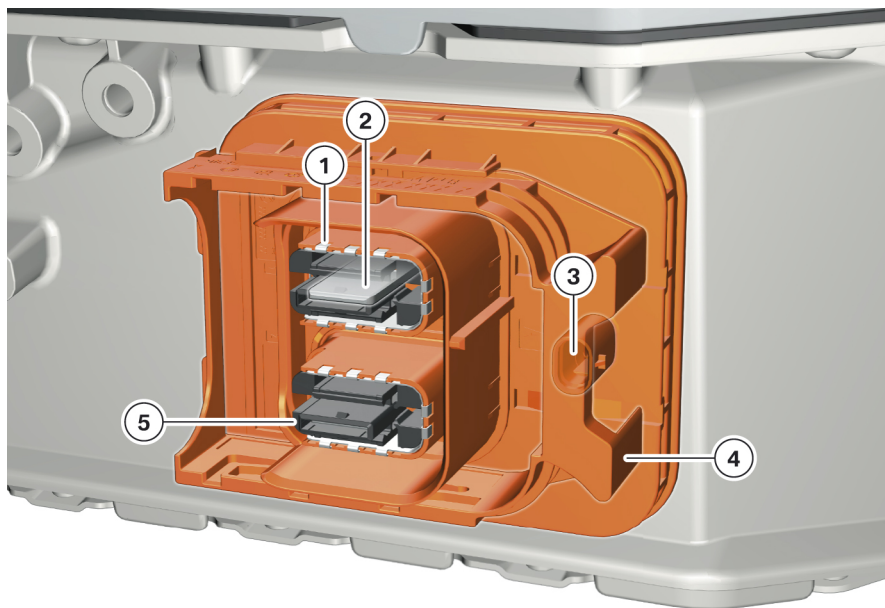
- Kontaktflächen und Gewinde der Bohrungen reinigen und von einer zweiten Person kontrollieren lassen
- Montageschrauben mit vorgeschriebenem Drehmoment festziehen
- Drehmoment von einer zweiten Person kontrollieren lassen
- Beide Personen müssen die Richtigkeit der Ausführung in der Fahrzeugakte dokumentieren. Hierfür gibt es auch ein **“Formblatt für Potenzialausgleichverschraubungen”** in ISTA.

Für jegliche Montagevorgänge am Gehäuse der Hochvolt-Batterieeinheit müssen ausschließlich selbstfurchende Schrauben verwendet werden. Es ist zulässig, die Gewinde am Gehäuseunterteil mit Hilfe von Kerb-Konus-Gewindeeinsätzen (Dünnwand) instand zu setzen. Jedoch muss beachtet werden, dass mindestens 2 original Gewinde unbeschädigt sind. Ansonsten muss das Gehäuseunterteil erneuert werden.

2.2.3. Elektrische Schnittstellen

Hochvolt-Anschluss

An der Hochvolt-Batterieeinheit befindet sich ein 2-poliger flacher Hochvolt-Anschluss, mit dem die Hochvolt-Batterieeinheit mit dem Hochvolt-Bordnetz verbunden wird.



TH16-0370

HV-Anschluss an der Hochvolt-Batterie SP41

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Index	Erklärung
1	Kontakt für Abschirmung
2	Kontakt für Hochvolt-Leitung
3	Buchse mit Anschluss für Brücke im Stromkreis der Hochvolt-Kontaktüberwachung
4	Mechanischer Schieber
5	Berührschutz

Um die beiden elektrischen Kontakte der Hochvolt-Leitungen ist je ein Kontakt für die Abschirmung vorhanden. Damit wird die Abschirmung der Hochvolt-Leitung (jeweils eine Abschirmung pro Leitung) bis ins Gehäuse der Hochvolt-Batterieeinheit fortgesetzt.

- Die Abschirmung ist notwendig für die automatische Isolationsüberwachung.
- Die Abschirmung trägt zur elektromagnetischen Verträglichkeit EMV bei.

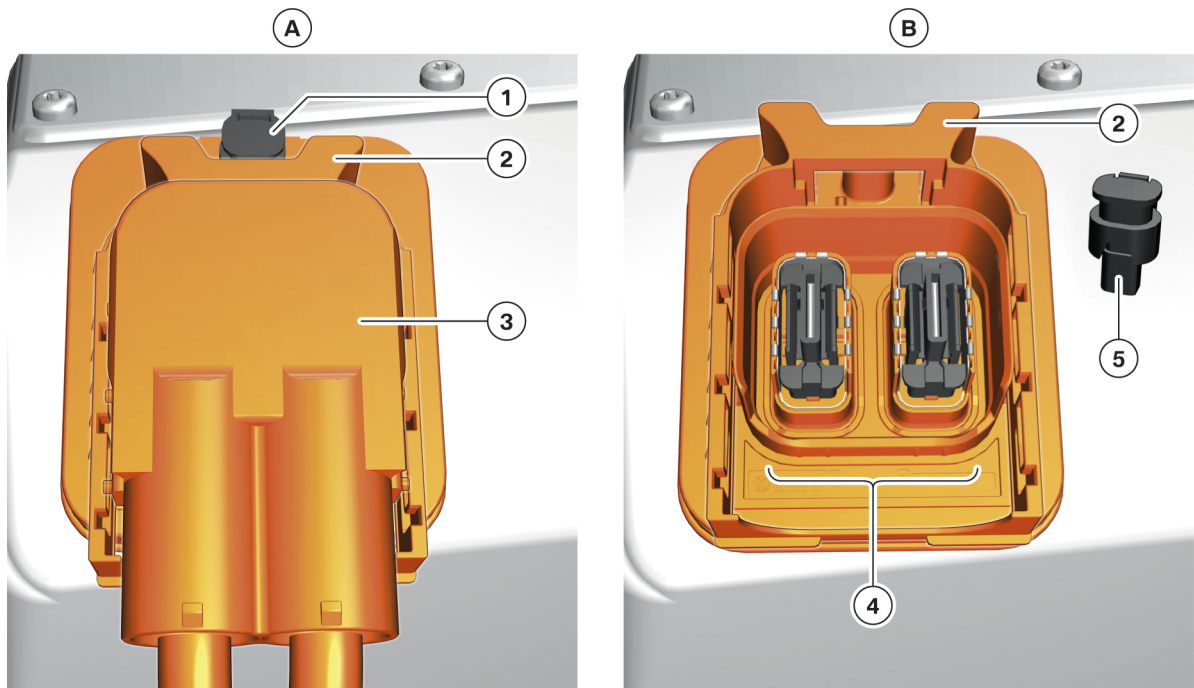
Zusätzlich bietet der Hochvolt-Anschluss Schutz vor der Berührung spannungsführender Teile. Die eigentlichen Kontakte sind mit mechanischen Kunststoff-Schiebern umgeben, sodass sie nicht direkt berührt werden können. Erst beim Anschließen des Hochvolt-Steckers wird der Berührschutz weggedrückt und der Kontakt hergestellt.

Der orange, mechanische Kunststoff-Schieber am Hochvolt-Stecker dient zur mechanischen Verrastung des Hochvolt-Steckers. Zudem ist er Bestandteil einer Sicherheitsfunktion. Wenn der Hochvolt-Stecker nicht angeschlossen ist, verdeckt der Schieber den Anschluss für die Brücke der Hochvolt-Kontaktüberwachung. Erst wenn der Hochvolt-Stecker ordnungsgemäß angeschlossen und verrastet ist, ist dieser Anschluss zugänglich und die Brücke kann gesteckt werden. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass nur bei angeschlossener Hochvolt-Leitung auch der Stromkreis der Hochvolt-Kontaktüberwachung geschlossen ist. Dieses Prinzip gilt für alle flachen Hochvolt-Anschlüsse (Hochvolt-Batterieeinheit, Elektromaschinen-Elektronik).

Somit ist das Hochvolt-System nur aktiv, wenn alle Hochvolt-Anschlüsse an der Elektromaschinen-Elektronik, der Komfortladeelektronik und der Hochvolt-Batterieeinheit angeschlossen sind. Dies stellt einen zusätzlichen Schutz vor Berührung von elektrischen Kontaktflächen dar, die andernfalls unter Spannung stehen könnten.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



Hochvolt-Anschluss (Beispiel)

Index	Erklärung
A	Hochvolt-Anschluss mit angesteckter Hochvolt-Leitung
B	Hochvolt-Anschluss mit gelöster Hochvolt-Leitung
1	Brücke für Hochvolt-Kontaktüberwachung (angesteckt)
2	Mechanischer Schieber
3	Hochvolt-Stecker der Hochvolt-Leitung
4	Hochvolt-Anschluss
5	Brücke für Hochvolt-Kontaktüberwachung (gelöst)

Der Hochvolt-Anschluss der Batterie kann – wie alle anderen Komponenten der Hochvolt-Batterieeinheit – als separates Bauteil erneuert werden. Voraussetzungen dafür sind qualifizierte Service-Mitarbeiter sowie das genaue Befolgen der Reparaturanleitung.

Schnittstelle zum 12-V-Bordnetz

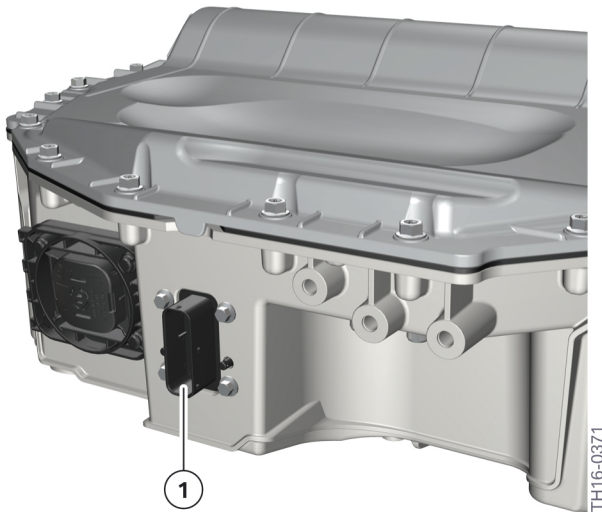
An der Hochvolt-Batterieeinheit befindet sich eine Schnittstelle zum 12-V-Bordnetz mit folgenden Anschlüssen:

- Spannungsversorgung des SME-Steuergeräts mit Klemme 30 und Klemme 31
- Klemme 30C Crash-Signal zur Spannungsversorgung der elektromechanischen Schaltschütze
- Wake-up-Leitung vom Body Domain Controller BDC

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

- Eingang und Ausgang der Leitung für die Hochvolt-Kontaktüberwachung
- Ausgang (+12 V und Masse) zur Ansteuerung des kombinierten Absperr- und Expansionsventils
- K-CAN5.



Schnittstelle zum 12-V-Bordnetz an der Hochvolt-Batterie SP41

Index	Erklärung
1	Schnittstelle zum 12-V-Bordnetz

Hochvolt-Sicherheitsstecker

Der Hochvolt-Sicherheitsstecker (“Service Disconnect”) ist ein wichtiger Bestandteil des Hochvoltverbundes. Jedoch ist er nicht Bestandteil der Hochvolt-Batterieeinheit und ist auch keine Hochvolt-Komponente. Die Farbe des Hochvolt-Sicherheitssteckers ist **grün**. Der Hochvolt-Sicherheitsstecker ist als separates Bauteil im Gepäckraum hinten rechts hinter einer Abdeckung vor dem Stromverteiler positioniert.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



Einbauort Hochvolt-Sicherheitsstecker am G20 PHEV

Der Hochvolt-Sicherheitsstecker erfüllt 2 Aufgaben:

- Spannungsfreischalten des Hochvolt-Systems
- Sichern gegen Wiedereinschalten.

Der Hochvolt-Sicherheitsstecker bzw. die gesteckte Brücke ist Teil des Stromkreises der Hochvolt-Kontaktüberwachung und die Versorgung (30C) der elektromagnetischen Schaltschütze. Zieht man Stecker und Buchse des Hochvolt-Sicherheitssteckers auseinander, wird der Stromkreis der Hochvolt-Kontaktüberwachung und die Versorgung der elektromagnetischen Schaltschütze unterbrochen.



Stecker und Buchse des Hochvolt-Sicherheitssteckers können nicht vollständig auseinandergezogen werden. Beide Teile sind mechanisch gegen vollständiges Auseinanderziehen gesichert. Zum Unterbrechen des Stromkreises der Hochvolt-Kontaktüberwachung genügt es, die beiden Teile so weit auseinander zu ziehen, bis die runde Öffnung vom Innenteil des Steckers zugänglich wird.

Ein Bügelschloss (z. B. ABUS® 45/40) wird anschließend durch die Öffnung des Hochvolt-Sicherheitssteckers angebracht und verschlossen. Dies ist zum Sichern gegen Wiedereinschalten unbedingt anzuwenden.

Zum Schließen des Hochvolt-Sicherheitssteckers (Wiederinbetriebnahme) muss darauf geachtet werden, dass eine Verriegelung dies mechanisch verhindert. Daher muss mit einem Werkzeug die Verriegelung mechanisch entriegelt werden, um den Stecker und die Buchse des Hochvolt-Sicherheitssteckers zusammen zu schieben. So ist der Stromkreis der Hochvolt-Kontaktüberwachung und die Versorgung der elektromagnetischen Schaltschütze wiederherzustellen.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

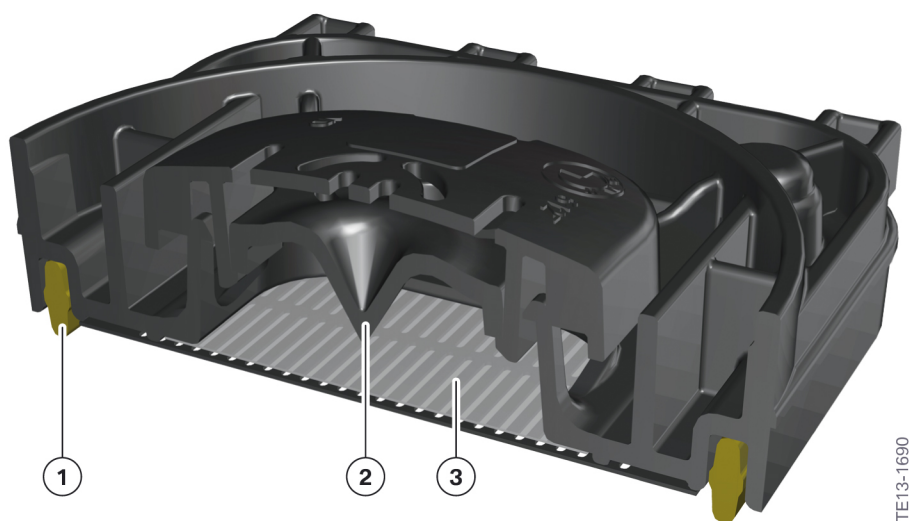
2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Der genaue Ablauf des Spannungsfreischaltens ist in der Produktinformation "G20 PHEV" beschrieben.

2.2.4. Entgasungseinheit

Die Entgasungseinheit hat 2 Aufgaben. Die erste Aufgabe ist es, große Druckunterschiede zwischen dem Inneren und dem Äußeren der Hochvolt-Batterieeinheit auszugleichen. Derartige Druckunterschiede können nur im Fall einer beschädigten Batteriezelle entstehen. In diesem Fall könnte sich aus Sicherheitsgründen eine oben aufgebrachte Folie mit Sollbruchstelle auf einer beschädigten Batteriezelle öffnen, um den Druck abzubauen.

Die Gase befinden sich daraufhin zunächst im Gehäuse der Hochvolt-Batterieeinheit. Von dort aus können sie über die Entgasungseinheit ins Freie austreten. Des Weiteren könnte der Druck ansteigen, wenn der Wärmetauscher undicht ist und Kältemittel austritt.



Querschnitt durch Entgasungseinheit

Index	Erklärung
1	Dichtung
2	Dorn
3	Membran

Die zweite Aufgabe der Entgasungseinheit ist es, im Inneren der Hochvolt-Batterieeinheit entstandenes Kondensat nach außen zu transportieren. Im Inneren der Hochvolt-Batterieeinheit befindet sich neben den technischen Komponenten auch Luft.

Wird die Luft oder das Gehäuse durch eine geringere Umgebungstemperatur oder durch Aktivierung der Kühlfunktion über Kältemittel abgekühlt, kondensiert ein Teil des Wasserdampfs aus der Luft. So können sich im Inneren der Hochvolt-Batterieeinheit geringe Mengen flüssigen Wassers bilden. Diese stellen keine Beeinträchtigung in der Funktion dar.

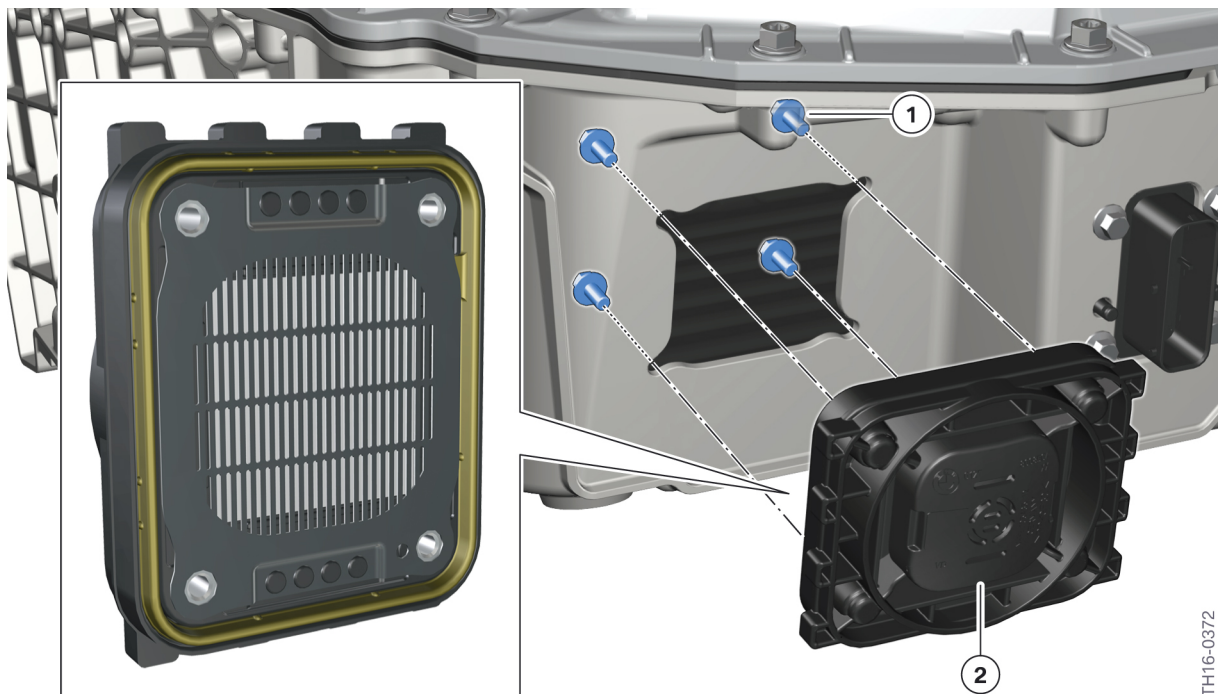
HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Bei der nächsten Erwärmung der Luft oder des Gehäuses verdunstet das Wasser wieder und gleichzeitig steigt der Druck im Gehäuse leicht an. Die Entgasungseinheit erlaubt wiederum einen Druckausgleich, indem sie die erwärmte Luft nach außen entweichen lässt. Dabei wird der in der Luft enthaltene Wasserdampf mit nach außen transportiert und auf diese Weise auch das vormals flüssige Kondensat.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben enthält die Entgasungseinheit eine für Gase (und Wasserdampf) durchlässige, für Flüssigkeiten jedoch undurchlässige Membran. Oberhalb der Membran befindet sich ein Dorn, der bei starkem Überdruck in der Hochvolt-Batterieeinheit die Membran zerstört. Zum Schutz vor groben Verunreinigungen befindet sich darüber eine zweiteilige Abdeckung.

Der Einbauort der Entgasungseinheit befindet sich auf dem Gehäuseunterteil.



Befestigung Entgasungseinheit SP41

TH16-0372

Index	Erklärung
1	Befestigungsschrauben
2	Entgasungseinheit



Die Entgasungseinheit kann im Service als Ganzes erneuert werden. Ein Tausch ist zu empfehlen, wenn die Entgasungseinheit mechanisch beschädigt ist. Eine Beschädigung der Membran der Entgasungseinheit kann ein Indiz für beschädigte Zellen sein. Sollte dies der Fall sein, ist eine besondere Sorgfalt beim Prüfen des Innenlebens der geöffneten Hochvolt-Batterieeinheit erforderlich.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



Für den abschließenden Test mit dem EoS-Testgerät (End of Service) ist der für die SP41 Entgasungseinheit passende Prüfadapter zu verwenden.

2.2.5. Schnittstelle zum Kältemittelkreislauf

Um die Hochvolt-Batterieeinheit zu kühlen, ist sie in den Kältemittelkreislauf eingebunden. Um die Kühlung bedarfsorientiert durchführen zu können, gibt es an der Hochvolt-Batterieeinheit ein elektrisch ansteuerbares, kombiniertes Expansions- und Absperrventil.

Das kombinierte Expansions- und Absperrventil ist hart zum SME-Steuergerät verdrahtet und wird von diesem direkt angesteuert. Im spannungslosen Zustand ist das Ventil geschlossen, d. h. es fließt kein Kältemittel in die Hochvolt-Batterieeinheit. Das Ventil kennt ausschließlich die Stellungen "geschlossen" und "open". Die Menge des einströmenden Kältemittels wird thermisch geregelt.

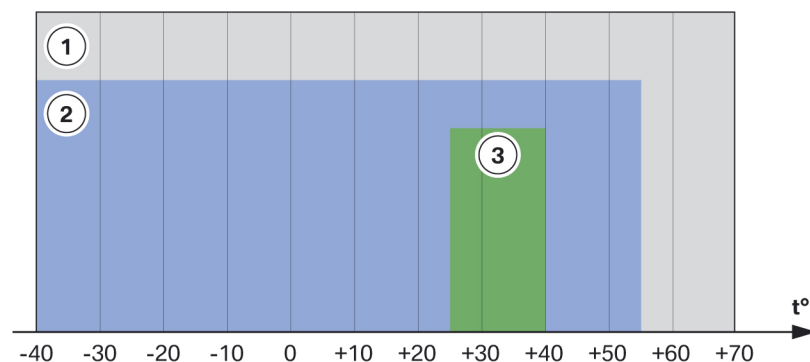
2.3. Kühlsystem

2.3.1. Übersicht

Um die Lebensdauer der Hochvolt-Batterieeinheit zu maximieren und eine größtmögliche Leistung zu erzielen, wird sie in einem definierten Temperaturbereich betrieben. Grundsätzlich betriebsbereit ist die Hochvolt-Batterieeinheit im Bereich von -40 °C bis $+55\text{ °C}$ (tatsächliche Zelltemperatur). Die Hochvolt-Batterieeinheit ist bezüglich des Temperaturverhaltens ein träges System, d. h. es dauert mehrere Stunden, bis die Zellen die Umgebungstemperatur annehmen. Ein kurzer Aufenthalt in extrem heißer oder kalter Umgebung bedeutet nicht, dass die Zellen diese Temperatur bereits angenommen haben.

Der hinsichtlich Lebensdauer und Leistungsfähigkeit optimale Bereich der Zelltemperatur ist aber deutlich enger begrenzt. Er liegt zwischen $+25\text{ °C}$ und $+40\text{ °C}$. Ist die Zelltemperatur dauerhaft deutlich außerhalb dieses Bereichs bei gleichzeitig hoher Leistungsabgabe, wirkt sich dies negativ auf die Lebensdauer der Batteriezellen aus. Um diesem Effekt entgegenzuwirken sowie eine maximale Leistungsfähigkeit bei allen Außentemperaturen sicherzustellen, besitzt die Hochvolt-Batterieeinheit des G20 PHEV eine automatisch arbeitende Kühlung.

Eine Heizung für die Hochvolt-Batterieeinheit ist nicht eingebaut.



Temperatureinsatzbereich der Hochvolt-Batterie SP41

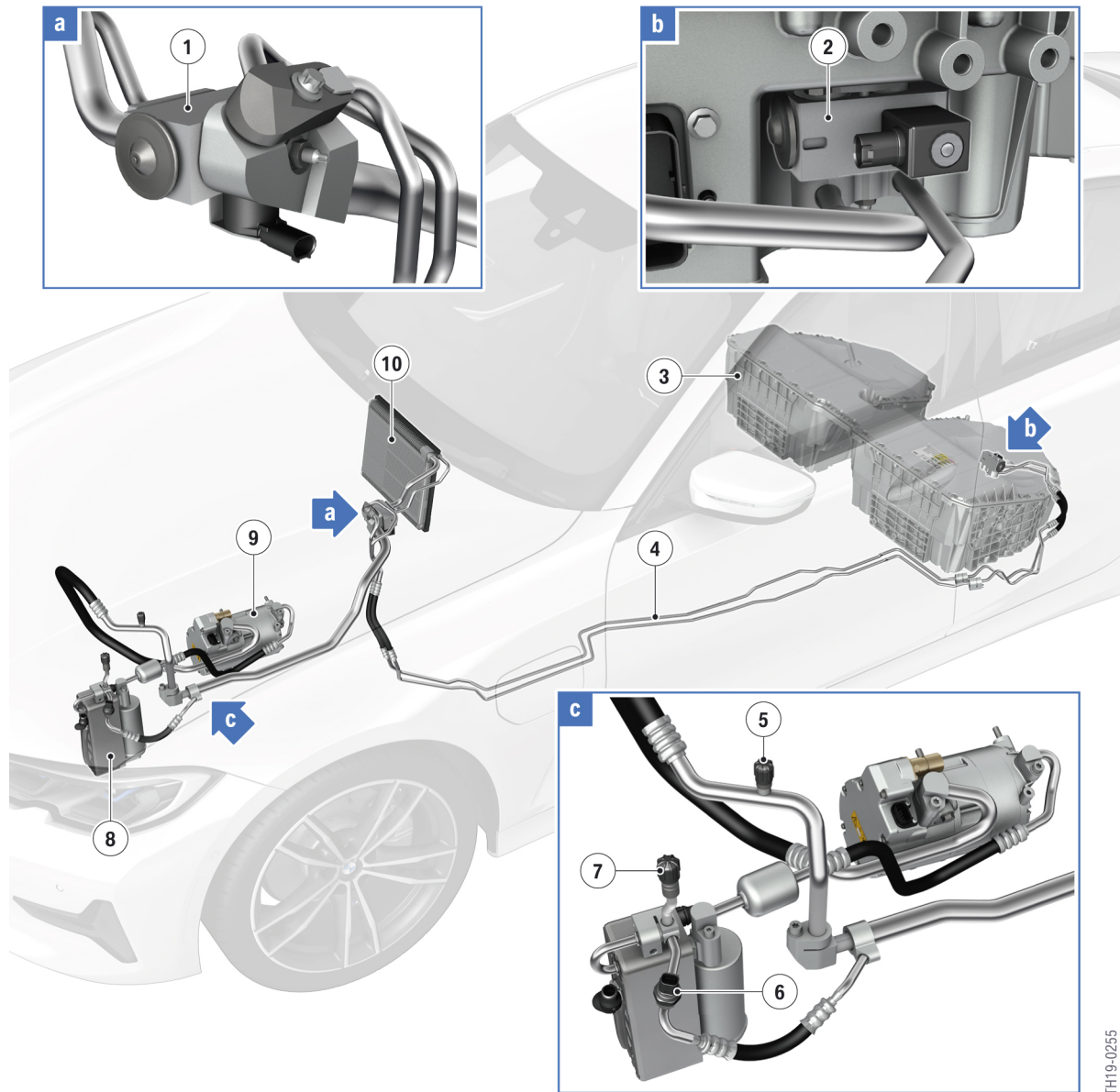
TE13-2314

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Index	Erklärung
1	Allgemeiner Temperaturbereich (Lagerbereich)
2	Arbeitsbereich der Hochvolt-Batterieeinheit
3	Optimaler Arbeitsbereich der Hochvolt-Batterieeinheit

Der G20 PHEV ist serienmäßig mit einem Kühlsystem für die Hochvolt-Batterieeinheit ausgestattet. Zu diesem Zweck ist sie in den Kältemittelkreislauf der Klimaanlage eingebunden.



G20 PHEV Gesamtes Kältemittelsystem

TH19-0255

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

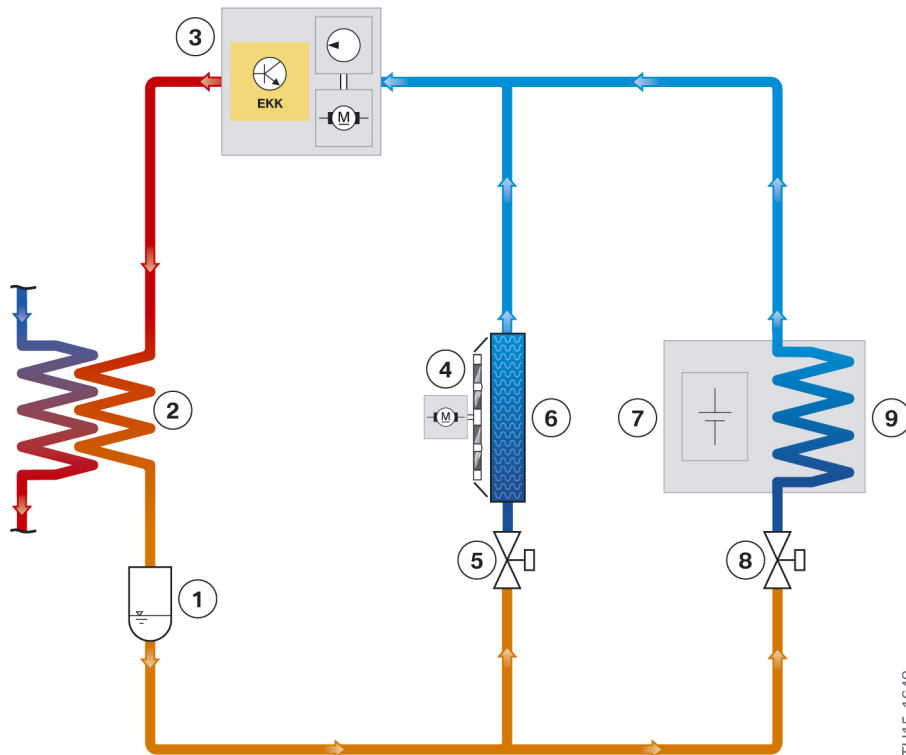
Index	Erklärung
1	Kombiniertes Expansions- und Absperrventil am Verdampfer
2	Kombiniertes Expansions- und Absperrventil an der Hochvolt-Batterieeinheit
3	Hochvolt-Batterieeinheit
4	Kältemittelleitungen zur Hochvolt-Batterieeinheit
5	Niederdruck Anschluß
6	Drucksensor
7	Hochdruck Anschluß
8	Kühlmittelgekühlter Klimakondensator (Kühlmittel-Kältemittel-Wärmetauscher)
9	Elektrischer Klimakompressor EKK
10	Verdampfer Innenraum

Kühlsystem der Hochvolt-Batterieeinheit

Die Hochvolt-Batterieeinheit wird direkt durch das Kältemittel R1234yf oder R134a (je nach Markt) gekühlt. Der Kältemittelkreislauf der Klimaanlage besteht dazu aus 2 parallelen Zweigen. Einem zur Kühlung des Fahrzeuginnenraums und einem zur Kühlung der Hochvolt-Batterieeinheit. Für jeden Zweig gibt es ein kombiniertes Expansions- und Absperrventil, um die Kühlfunktionen unabhängig voneinander steuern zu können. Die Speichermanagement-Elektronik kann durch Anlegen einer Spannung das kombinierte Expansions- und Absperrventil an der Hochvolt-Batterieeinheit ansteuern und öffnen. Dadurch kann Kältemittel in die Hochvolt-Batterieeinheit strömen, wobei es sich ausdehnt, verdampft und der Umgebung Wärme entzieht. Die Kühlung des Fahrzeuginnenraums erfolgt ebenfalls bedarfsorientiert. Das kombinierte Expansions- und Absperrventil vor dem Verdampfer kann ebenso von der Elektromaschinen-Elektronik EME elektrisch angesteuert werden.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



G20 PHEV Kältemittelkreislauf mit Hochvolt-Batterieeinheit (vereinfachte Darstellung)

TH15-1648

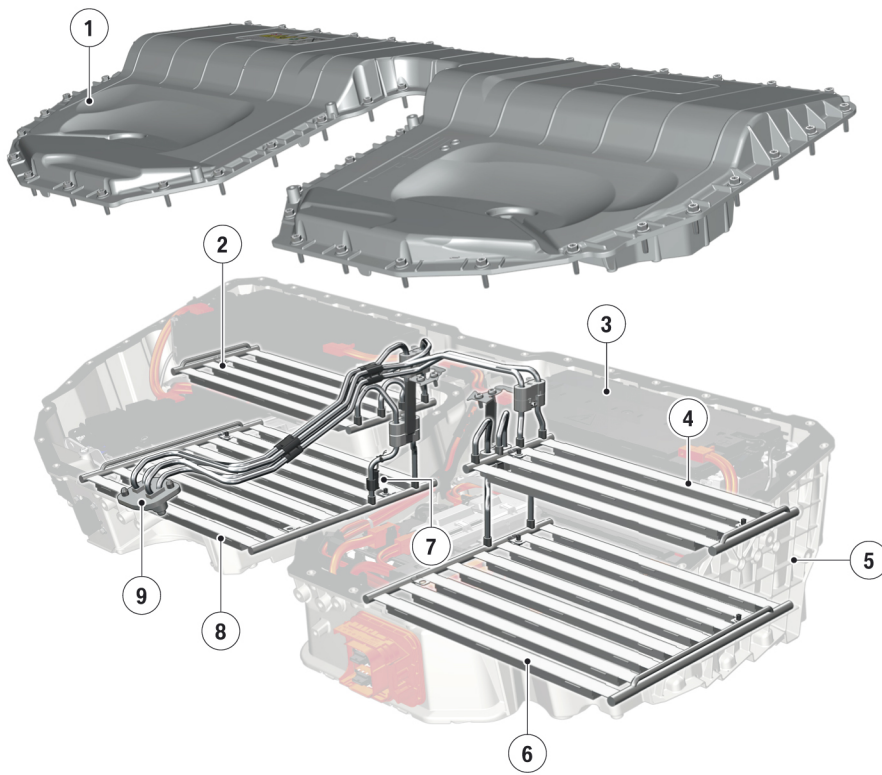
Index	Erklärung
1	Trocknerflasche
2	Kühlmittelgekühlter Klimakondensator (Kühlmittel-Kältemittel-Wärmetauscher)
3	Elektrischer Klimakompressor EKK
4	Gebläse Innenraum
5	Kombiniertes Expansions- und Absperrventil Innenraum
6	Verdampfer Innenraum
7	Hochvolt-Batterieeinheit
8	Kombiniertes Expansions- und Absperrventil Hochvolt-Batterieeinheit
9	Wärmetauscher

Durch Einspritzen des flüssigen Kältemittels in den Wärmetauscher verdampft das Kältemittel. Das verdampfende Kältemittel entzieht so der Umgebungsluft Wärme und kühlt diese. Anschließend verdichtet der elektrische Klimakompressor das gasförmige Kältemittel auf ein höheres Druckniveau. Danach wird die Wärmeenergie durch den Wärmetauscher an das Kühlmittel abgegeben und das Kältemittel geht wieder in den flüssigen Aggregatzustand über.

In der Hochvolt-Batterie SP41 befinden sich auf Grund des Einbauorts der Hochvolt-Batterieeinheit die Zellmodule in 2 Ebenen. Um eine ausreichende Kühlung der Zellmodule bei gegebener Anordnung sicherzustellen, kommt ein viergeteilter Wärmetauscher zum Einsatz. Er besteht aus flachen Aluminium-Rohren und ist an die internen Kältemittelleitungen angeschlossen.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



TH19-0457

Komponenten zur Kühlung in der Hochvolt-Batterie SP41

Index	Erklärung
1	Gehäuseoberteil
2	Wärmetauscher (links oben, in Fahrtrichtung betrachtet)
3	Zellmodul
4	Wärmetauscher (rechts oben)
5	Untere Gehäusehälfte
6	Wärmetauscher (rechts unten)
7	Temperatursensor Kältemittelleitung
8	Wärmetauscher (links unten)
9	Anschlussflansch für kombiniertes Expansions- und Absperrventil

2.3.2. Funktion

Aus der Funktionen des Kühlsystems ergeben sich 2 Betriebszustände:

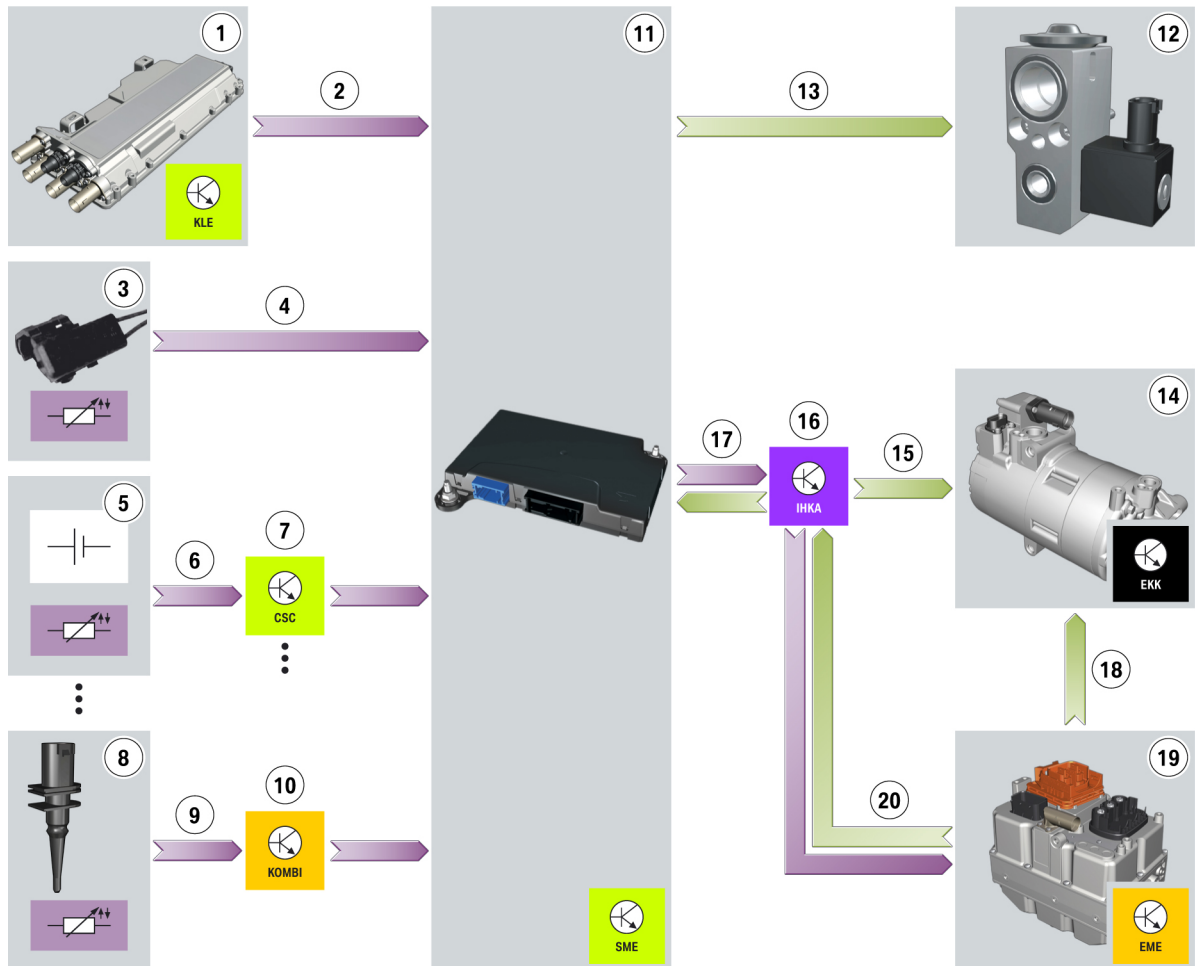
- Kühlung AUS
- Kühlung EIN.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Die Betriebszustände werden im Wesentlichen abhängig von den Zelltemperaturen, der Außentemperatur und der Leistung, die der Hochvolt-Batterieeinheit entnommen oder zugeführt wird, eingenommen. Das SME-Steuergerät entscheidet abhängig von den Eingangsgrößen, welcher Betriebszustand notwendig ist.

Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Eingangsgrößen, zeigt die Rolle des SME-Steuergeräts und welche Aktoren zur Steuerung dienen.



Input/Output Kältemittelsystem der Hochvolt-Batterieeinheit am Beispiel G20 PHEV

Index	Erklärung
1	Komfortladeelektronik KLE
2	Information, dass die Hochvolt-Batterieeinheit extern geladen wird
3	Kältemitteltemperatursensor am Vorlauf der Kältemittelleitung
4	Signal für Kältemitteltemperatur
5	Temperatursensoren an den Zellen der Hochvolt-Batterieeinheit
6	Signal für Zellmodultemperatur
7	Master-Zellüberwachungselektronik CSC

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Index	Erklärung
8	Außentemperatursensor
9	Signal für Außentemperatur
10	Instrumentenkombination KOMBI
11	SME-Steuergerät (in der Hochvolt-Batterieeinheit)
12	Kombiniertes Expansions- und Absperrventil
13	Signal zur Ansteuerung des kombinierten Expansions- und Absperrventils
14	Elektrischer Klimakompressor EKK
15	Signal über LIN-Bus zur Ansteuerung des elektrischen Klimakompressors
16	Integrierte Heiz-Klima-Automatik IHKA
17	Kühlbedarfsanforderung
18	Leistungsbereitstellung Hochvolt
19	Elektromaschinen-Elektronik EME
20	Leistungsanforderung Hochvolt

Betriebszustand Kühlung AUS

Der Betriebszustand Kühlung AUS wird eingenommen, wenn die Zelltemperaturen bereits im optimalen Bereich oder darunter liegen. Dies ist meist dann der Fall, wenn das Fahrzeug bei moderaten Umgebungstemperaturen und mit niedriger elektrischer Leistung bewegt wird. Der Betriebszustand Kühlung AUS ist besonders effizient, da keine zusätzliche Energie zur Kühlung der Hochvolt-Batterieeinheit benötigt wird.

Die beteiligten Komponenten arbeiten hier folgendermaßen:

- Der elektrische Klimakompressor ist nicht in Betrieb oder läuft mit reduzierter Leistung, falls der Fahrzeuginnenraum gekühlt werden muss.
- Das kombinierte Expansions- und Absperrventil an der Hochvolt-Batterieeinheit ist geschlossen.

Betriebszustand Kühlung EIN

Erreichen die Batteriezellen Temperaturen um ca. 30 °C, wird bereits mit der Kühlung der Hochvolt-Batterieeinheit begonnen. Das SME-Steuergerät sendet in 2 Prioritäten eine Kühlbedarfsanforderung an das Steuergerät IHKA. Die IHKA entscheidet dann, ob der Fahrzeuginnenraum, die Hochvolt-Batterieeinheit oder beide gekühlt werden. Bei einer Kühlbedarfsanforderung mit geringer Priorität durch die SME und einem hohem Kühlbedarf im Fahrzeuginnenraum kann die Kühlbedarfsanforderung von der IHKA abgelehnt werden. Bei einer Kühlbedarfsanforderung durch die SME mit hoher Priorität wird jedoch die Hochvolt-Batterieeinheit immer gekühlt.

Für die Kühlung fordert die IHKA vom Hochvolt-Powermanagement in der Elektromaschinen-Elektronik elektrische Leistung für den elektrischen Klimakompressors an.

Die Komponenten verhalten sich im Betriebszustand Kühlen wie folgt:

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

- SME-Steuergerät fordert Kühlbedarf an.
- Nach Freigabe durch die IHKA steuert das SME-Steuergerät das kombinierte Expansions- und Absperrventil an der Hochvolt-Batterieeinheit an. Dadurch öffnet dieses Ventil und Kältemittel strömt in die Hochvolt-Batterieeinheit.
- Der elektrische Klimakompressor ist in Betrieb.

Durch den Druckabfall nach dem Expansionsventil verdampft das Kältemittel in den Leitungen und Kühlkanälen der Hochvolt-Batterieeinheit. Dabei nimmt das Kältemittel Wärmeenergie von den Zellmodulen bzw. Batteriezellen auf und kühlt diese. Das verdampfte Kältemittel verlässt daraufhin die Hochvolt-Batterieeinheit, wird vom elektrischen Klimakompressor verdichtet und im kühlmittelgekühlten Klimakondensator verflüssigt. Obwohl für diesen Vorgang Energie aus dem Hochvolt-Bordnetz benötigt wird, ist er von enormer Wichtigkeit. Nur so können eine lange Lebensdauer und ein hoher Wirkungsgrad der Batteriezellen gewährleistet werden.

Wenn die Temperatur der Batteriezellen deutlich unter der optimalen Betriebstemperatur von 20 °C liegt, ist ihre Leistungsfähigkeit vorübergehend eingeschränkt und die Effizienz der Energieumwandlung nicht optimal. Dabei handelt es sich um einen nicht vermeidbaren, chemischen Effekt von Lithium-Ionen-Batterien.

Wird ein Fahrzeug über einen längeren Zeitraum (z. B. einige Tage) bei sehr niedriger Umgebungstemperatur abgestellt, nehmen auch die Batteriezellen diese niedrige Umgebungstemperatur an. In dieser Situation steht möglicherweise bei Fahrtbeginn nicht die volle elektrische Antriebsleistung zur Verfügung.

Der Verbrennungsmotor übernimmt in diesen Fall den Antrieb des Fahrzeuges. Elektrisches Fahren (MAX eDrive Modus) ist in diesem Fall nicht mehr möglich beziehungsweise auch nicht aktivierbar.

Dem Kunden wird dies auch als Check-Control-Meldung angezeigt. (Elektrisches Fahren vorübergehend eingeschränkt. Sie können weiterfahren. Volle elektrische Antriebsleistung steht nach Erwärmung/Abkühlung der Hochvolt-Batterie wieder zur Verfügung.)

2.3.3. Systemkomponenten

Wärmetauscher

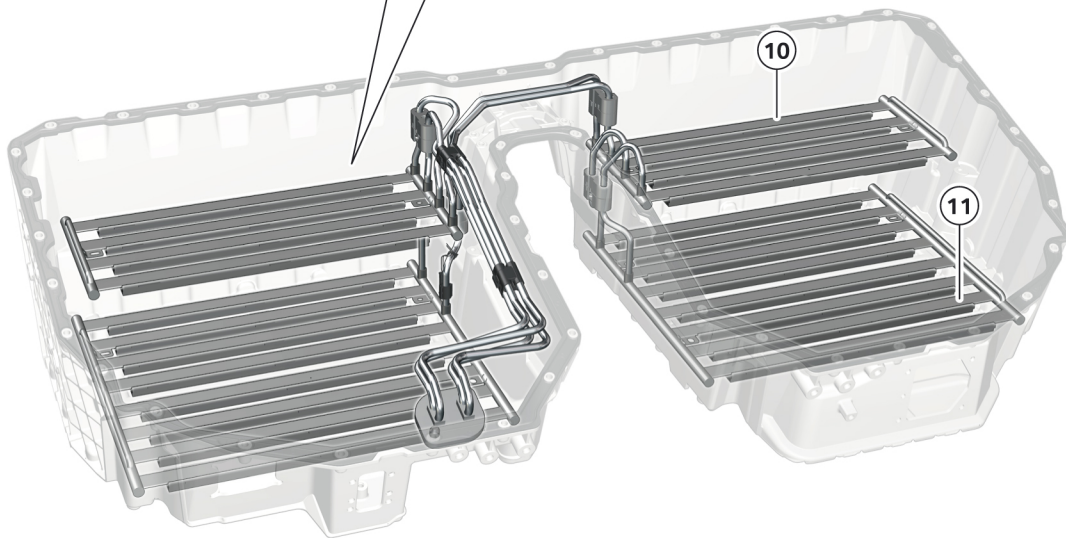
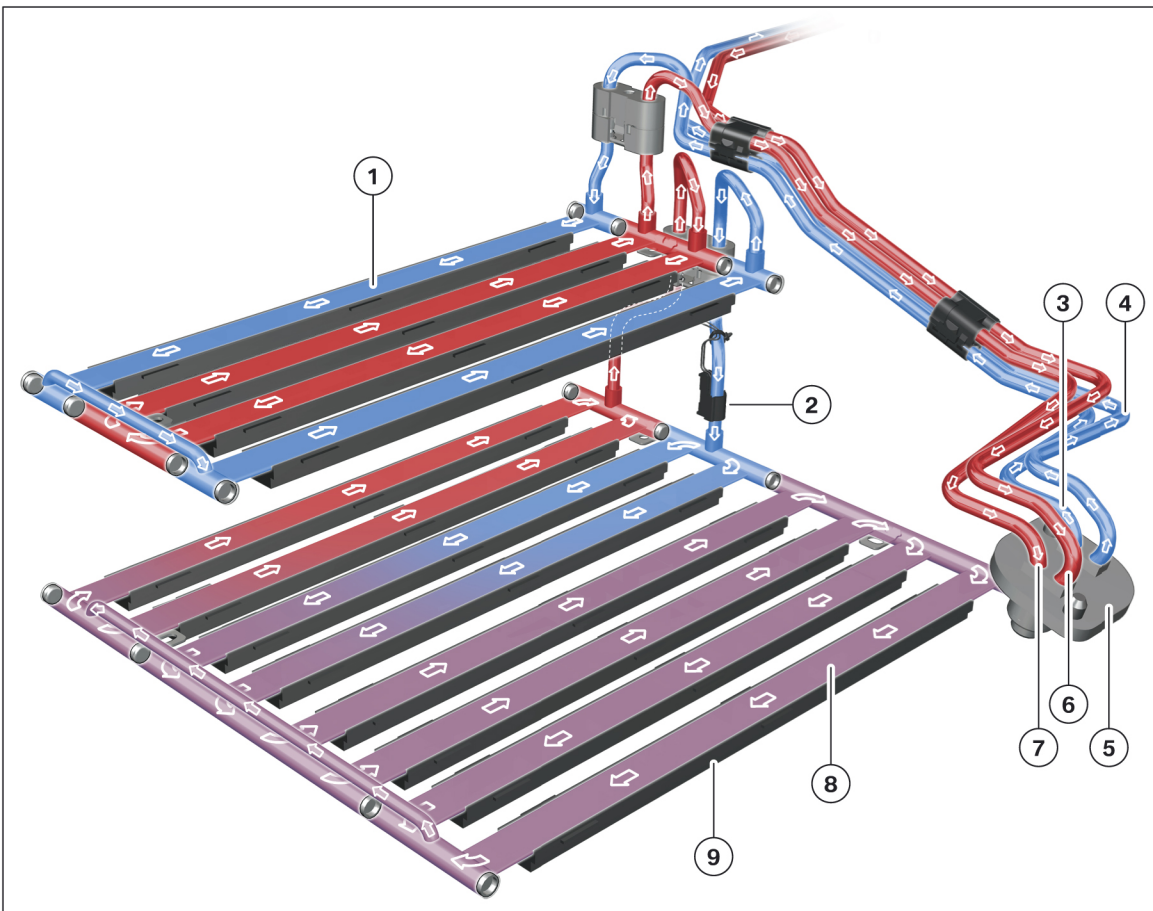
Im Inneren der Hochvolt-Batterieeinheit fließt das Kältemittel durch Leitungen und Kühlkanäle aus Aluminium. Das über die Eintrittsleitung einströmende Kältemittel wird nach dem Anschluss an die Hochvolt-Batterieeinheit auf die linken und rechten Wärmetauscher aufgeteilt. Das durch die Vorlaufleitung strömende Kältemittel teilt sich in den Wärmetauschern auf und nimmt auf dem Weg durch die Kühlkanäle Wärme von den Zellmodulen auf.

Am Ende werden die rechten und linken Wärmetauscher jeweils in einer gemeinsamen Rücklaufleitung zusammengefasst. Diese gemeinsame Rücklaufleitung führt das verdampfte Kältemittel zurück zum Anschluss der Hochvolt-Batterieeinheit.

An der Vorlaufleitung des unteren linken Wärmetauschers ist ein Temperatursensor montiert, dessen Signal zur Steuerung und Überwachung der Kühlfunktion dient. Er wird direkt vom SME-Steuergerät eingelesen.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



Komponenten zur Kühlung in der Hochvolt-Batterie SP41

TH16-0376

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Index	Erklärung
1	Wärmetauscher (links oben, in Fahrtrichtung gesehen)
2	Kältemitteltemperatursensor
3	Zuleitung Druckstufe Wärmetauscher links (in Fahrtrichtung gesehen)
4	Zuleitung Druckstufe Wärmetauscher rechts
5	Anschlussflansch für kombiniertes Expansions- und Absperrventil
6	Rückleitung Saugseite Wärmetauscher rechts
7	Rückleitung Saugseite Wärmetauscher links
8	Wärmetauscher (links unten)
9	Federschiene
10	Wärmetauscher (rechts oben)
11	Wärmetauscher (links oben)

Damit die Kühlkanäle ihre Aufgabe, Wärmeenergie von den Zellmodulen abzuführen, erfüllen können, müssen sie mit ihrer gesamten Fläche und einer gleichmäßig verteilten Kraft an die Zellmodule gedrückt werden. Diese Anpresskraft wird durch Federschiene erzeugt, die in die Kühlkanäle eingebettet sind. Die Federschiene sind an die Geometrie der Zellmodule und die untere Gehäusehälfte bzw. die Modulzwischenböden angepasst.

Die Federschiene der unteren Wärmetauscher stützen sich am Gehäuseunterteil der Hochvolt-Batterieeinheit ab und drücken somit die Kühlkanäle an die Zellmodule. Die Federschiene der oberen Wärmetauscher stützen sich an den Modulzwischenböden ab.



Kältemittelleitungen, Kühlkanäle und Federschiene bilden zusammen jeweils eine Einheit, die bei der Instandsetzung einzeln getauscht werden kann.

Bei den 4 Wärmetauschern handelt es sich um Komponenten mit relativ dünnen Wandstärken. Dies hat einerseits sehr gute Wärmeleiteigenschaften zur Folge, andererseits ist ihre mechanische Stabilität dadurch gering. Im eingebauten Zustand stellt dies keinen Nachteil dar, da die mechanische Stabilität durch das Gehäuse der Hochvolt-Batterieeinheit gegeben ist. Für die Handhabung des Wärmetauschers im Service ist hingegen besondere Sorgfalt geboten.



Beim Tausch der Wärmetauscher ist exakt nach Reparaturanleitung und mit besonderer Sorgfalt vorzugehen.

Kältemitteltemperatursensor

Die Temperatur des Kältemittels wird nicht direkt gemessen. Stattdessen ist der Temperatursensor an einem Segment der Kältemittelleitung in der Hochvolt-Batterieeinheit angebracht. Die Einbauposition ist in der Grafik im Kapitel "Wärmetauscher" dargestellt.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

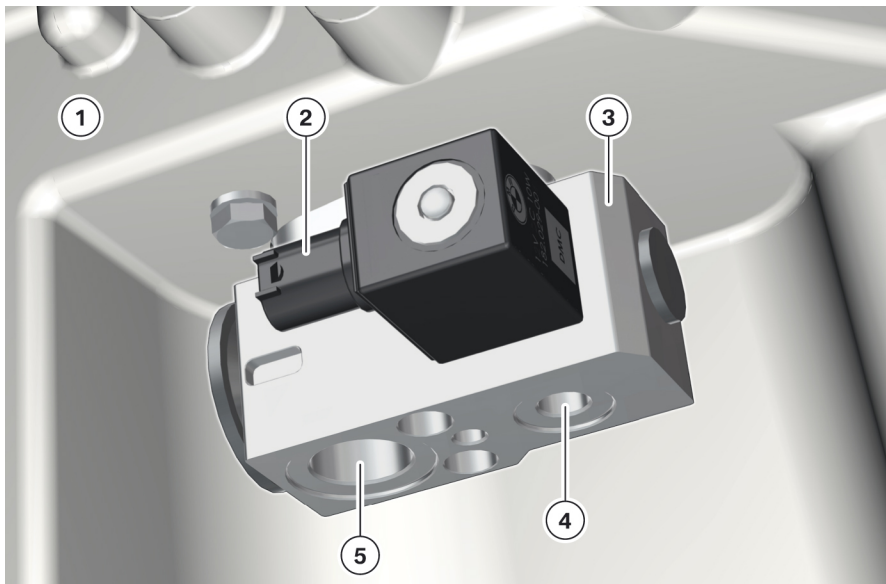
Anhand der Temperatur der Kältemittelleitung kann auf die Temperatur des einströmenden Kältemittels und damit auf die verfügbare Kühlleistung geschlossen werden. Der Kältemitteltemperatursensor ist hart mit dem SME-Steuergerät verdrahtet, in dem das Signal ausgewertet wird.

Bei dem Sensor handelt es sich um einen NTC-Widerstand, dessen Widerstandswert sich mit steigender Temperatur verringert.

Der Kältemitteltemperatursensor kann im Fehlerfall einzeln getauscht werden.

Kombiniertes Expansions- und Absperrventil

Das kombinierte Expansions- und Absperrventil reduziert durch eine Verengung des Strömungsquerschnitts den Druck des Kältemittels und bewirkt so das Verdampfen des Kältemittels. Dadurch wird der Umgebung Wärme entzogen und die Zellmodule werden gekühlt. Zusätzlich kann es den Kältemittelkreislauf absperren, so dass kein Kältemittel mehr in den Wärmetauscher einströmt.



Kombiniertes Expansions- und Absperrventil SP41

Index	Erklärung
1	Gehäuseunterteil der Hochvolt-Batterieeinheit
2	Elektrischer Anschluss für kombiniertes Expansions- und Absperrventil
3	Kombiniertes Expansions- und Absperrventil
4	Anschluss für Kältemittel-Druckleitung
5	Anschluss für Kältemittel-Saugleitung

Das kombiniertes Expansions- und Absperrventil wird über eine direkte Verdrahtung vom SME-Steuergerät angesteuert.

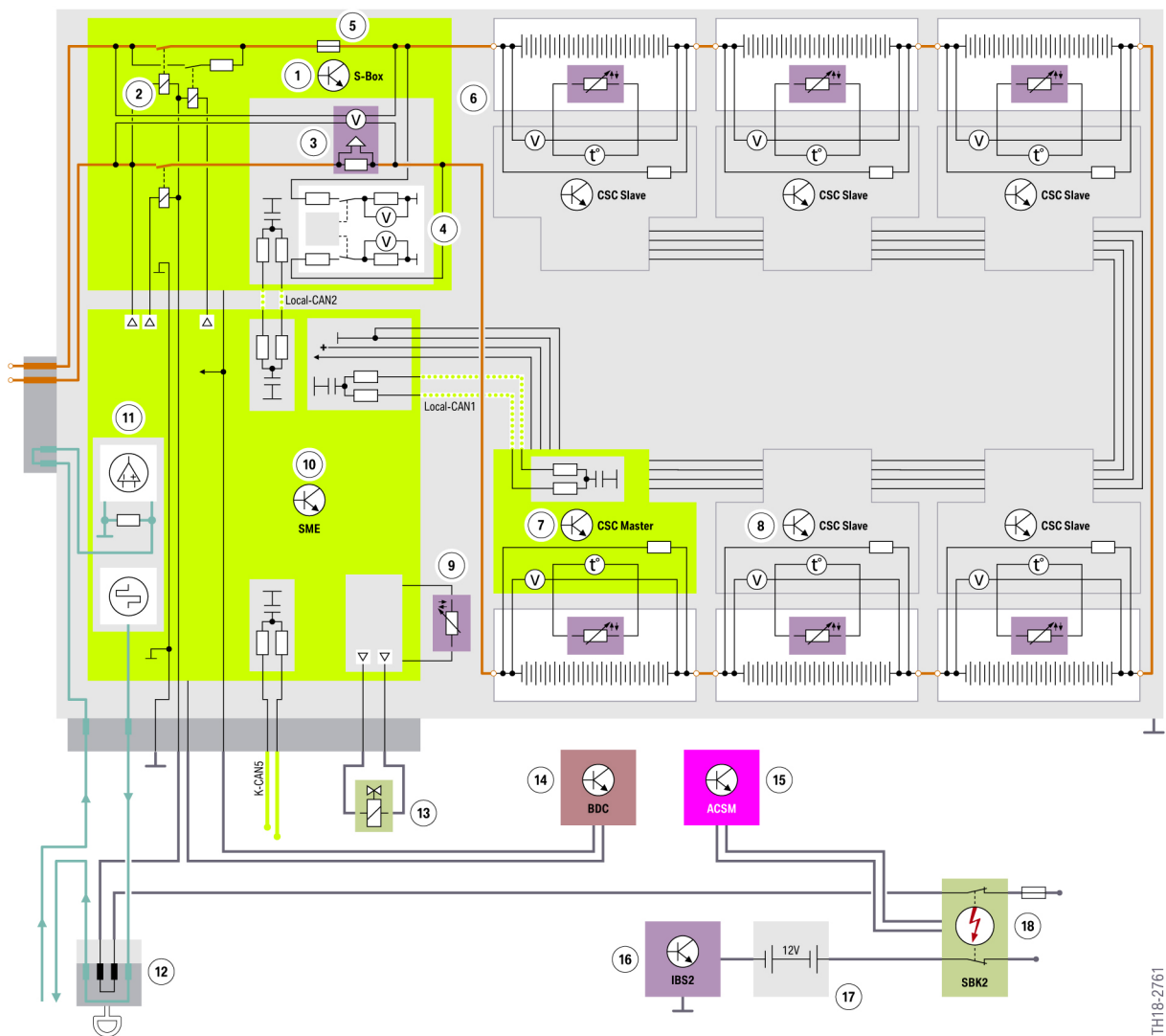
HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Die elektrische Ansteuerung kennt 2 Zustände: Eine Ansteuer-Spannung von 0 V bedeutet, dass das Ventil geschlossen bleibt. Eine Ansteuer-Spannung von 12 V öffnet das Ventil. Wie von konventionellen Expansionsventilen in Klimaanlage bekannt, regelt auch dieses Expansions- und Absperrventil seinen Öffnungsgrad thermisch, d. h. abhängig von der Kältemitteltemperatur selbsttätig.

2.4. Innerer Aufbau

2.4.1. Elektrische und elektronische Komponenten



Systemschaltplan Hochvolt-Batterie SP41

TH18-2761

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Index	Erklärung
1	Sicherheitsbox S-Box
2	Elektromechanische Schaltschütze
3	Strom- und Spannungssensor
4	Isolationsüberwachung
5	Hauptstromsicherung
6	Zellmodul
7	Master-Zellüberwachungselektronik (Cell Supervision Circuit CSC)
8	Slave-Zellüberwachungselektronik (Cell Supervision Circuit CSC)
9	Temperatursensor Kältemittelleitung
10	Speichermanagement-Elektronik SME
11	Steuerung und Auswertung der Hochvolt-Kontaktüberwachung
12	Hochvolt-Sicherheitsstecker
13	Kombiniertes Expansions- und Absperrventil der Kältemittelleitung
14	Body Domain Controller BDC
15	Advanced Crash Safety Management ACSM mit Steuerleitungen zum Auslösen der Sicherheitsbatterieklappen
16	Intelligenter Batteriesensor IBS 2
17	12-V-Zusatzbatterie
18	Sicherheitsbatterieklappe SBK 2

Aus dem oben dargestellten Schaltplan ist ersichtlich, dass die Hochvolt-Batterieeinheit neben den eigentlichen Batteriezellen, die in 6 Zellmodule zusammengefasst sind, folgende elektrische/elektronische Bauteile enthält:

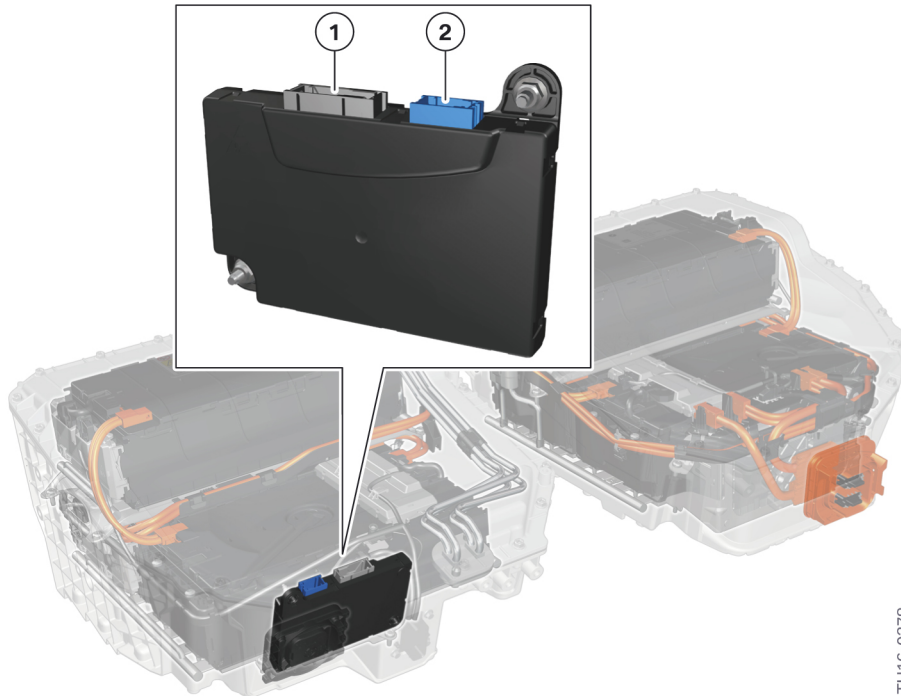
- Steuergerät Speichermanagement-Elektronik SME
- 6 Zellüberwachungselektroniken (Cell Supervision Circuits CSC)
- Sicherheitsbox mit Schaltschützen, Sensoren, Hauptstromsicherung und Isolationsüberwachung.

Neben den elektrischen Komponenten besteht die Hochvolt-Batterieeinheit aus Kältemittelleitungen und Kühlkanälen (Wärmetauschern) sowie aus mechanischen Befestigungselementen für die Zellmodule. Diese internen Komponenten sowie der Hochvolt-Anschluss und der Hochvolt-Sicherheitsstecker werden in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Speichermanagement-Elektronik SME



TH16-0378

Einbauort Speichermanagement-Elektronik SP41

Index	Erklärung
1	Anschluss Kommunikationskabelbaum
2	Anschluss CSC-Kabelbaum

An die Lebensdauer der Hochvolt-Batterieeinheit werden hohe Anforderungen gestellt (Fahrzeuglebensdauer). Um diese Anforderungen zu erfüllen, kann man die Hochvolt-Batterieeinheit nicht beliebig betreiben. Stattdessen wird die Hochvolt-Batterieeinheit in einem genau definierten Bereich betrieben, so dass ihre Lebensdauer und Leistungsfähigkeit maximiert wird. Dazu gehören folgende Randbedingungen:

- Zellen im optimalen Temperaturbereich betreiben (durch Kühlen sowie bei Bedarf Begrenzung der Stromstärke)
- Ladezustand der einzelnen Zellen bei Bedarf aneinander angleichen
- Speicherbare Energiemenge der Batterie in einem bestimmten Bereich ausnutzen.

Zur Einhaltung dieser Randbedingungen ist in der Hochvolt-Batterie SP41 ein Steuergerät, die Speichermanagement-Elektronik SME, eingebaut.

Das SME-Steuergerät hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

- Steuern des Aufstartens und Herunterfahrens des Hochvolt-Systems auf Anforderung durch die Elektromaschinen-Elektronik EME
- Auswertung der Messsignale, Spannung und Temperatur aller Batteriezellen sowie der Stromstärke im Hochvolt-Stromkreis
- Steuerung des Kühlsystems für die Hochvolt-Batterieeinheiten
- Bestimmung des Ladezustands (State of Charge, SoC) und des Alterungszustands (State of Health, SoH) der Hochvolt-Batterieeinheit
- Bestimmung der verfügbaren Leistung der Hochvolt-Batterieeinheit und bei Bedarf Anforderung einer Begrenzung bei der Elektromaschinen-Elektronik
- Sicherheitsfunktionen (z. B. Spannungs- und Temperaturüberwachung, Hochvolt-Kontaktüberwachung)
- Erkennen von Fehlerzuständen, Ablegen von Fehlerspeichereinträgen und Kommunikation von Fehlerzuständen an die Elektromaschinen-Elektronik.

Das SME-Steuergerät ist grundsätzlich über das Diagnosesystem ansprechbar und auch programmierbar. Für die Fehlersuche ist es wichtig zu wissen, dass im Fehlerspeicher des SME-Steuergeräts nicht nur Steuergeräte-Fehler, sondern auch Verweise auf Fehler der anderen Komponenten in der Hochvolt-Batterieeinheit eingetragen sein können. Die Fehlerspeichereinträge lassen sich in verschiedene Kategorien einteilen, die von der Schwere und der noch zur Verfügung stehenden Funktionalität abhängen:

- **Sofortiges Herunterfahren des Hochvolt-Systems:**
Wenn die Sicherheit des Hochvolt-Systems durch den Fehler beeinträchtigt ist oder durch den Fehler die Gefahr besteht, dass die Hochvolt-Batterieeinheit Schaden nimmt, wird das Hochvolt-System sofort abgeschaltet und die Kontakte der elektromechanischen Schaltschütze werden geöffnet.
- **Eingeschränkte Leistung:**
Wenn die Hochvolt-Batterieeinheit nicht mehr die volle Leistung oder die volle Energie liefern kann, werden zum Schutz der Komponenten die Antriebsleistung und die Reichweite begrenzt. Der Fahrer kann in diesem Fall eine kurze Strecke mit deutlich reduzierter Antriebsleistung weiterfahren.
- **Fehler ohne direkte Auswirkung für den Kunden:**
Wenn beispielsweise die Kommunikation zwischen SME oder CSC-Steuergeräten kurzzeitig gestört ist, bedeutet dies keine funktionale Einschränkung oder Gefährdung der Sicherheit des Hochvolt-Systems. Es wird lediglich ein Fehlerspeichereintrag erzeugt, der vom BMW Service mit Hilfe des Diagnosesystems analysiert werden muss. Eine Check-Control-Meldung erscheint nicht. Die Funktionalität für den Kunden ist nicht eingeschränkt.

Das SME-Steuergerät ist von außerhalb der Hochvolt-Batterieeinheit nicht zugänglich. Um ein SME-Steuergerät im Fehlerfall zu tauschen, muss die Hochvolt-Batterieeinheit zuvor geöffnet werden.



Ein Öffnen der Hochvolt-Batterieeinheit ist nur durch qualifiziertes Personal zulässig. Zudem muss genau nach Reparaturanleitung vorgegangen werden und insbesondere die vor dem Öffnen vorgeschriebenen Prüfungen müssen durchgeführt werden.

Die elektrischen Schnittstellen des SME-Steuergeräts sind:

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

- 12-V-Versorgung für SME-Steuergerät (Klemme 30 vom Stromverteiler vorn links und Klemme 31)
- 12-V-Versorgung für elektromechanische Schaltschütze (Klemme 30C Crash-Signal)
- K-CAN5
- Local-CAN1 und 2
- Wake-up-Leitung vom Body Domain Controller BDC
- Eingang und Ausgang für Hochvolt-Kontaktüberwachung
- Leitung zur Ansteuerung des kombinierten Expansions- und Absperrventils im Kältemittelkreislauf
- Kältemitteltemperatursensor.

Die elektromechanischen Schaltschütze in der Hochvolt-Batterieeinheit werden mit einer 12-V-Leitung mit Spannung versorgt. Diese Leitung wird mit Klemme 30 Crash-Signal - kurz mit **Klemme 30C** - bezeichnet. Das **C** in der Klemmenbezeichnung deutet darauf hin, dass diese 12-V-Spannung bei einem Unfall (Crash) getrennt wird. Bei dieser Leitung handelt es sich um einen (zweiten) Ausgang der Sicherheitsbatterieklemme 2. Das bedeutet, dass beim Auslösen der Sicherheitsbatterieklemme 2 auch diese Versorgungsleitung unterbrochen wird.

Des Weiteren verläuft diese Leitung durch den Hochvolt-Sicherheitsstecker, so dass auch beim Spannungsfreischalten des Hochvolt-Systems die Versorgung der Schaltschütze unterbrochen wird. In diesen beiden Fällen öffnen sich die beiden elektromechanischen Schaltschütze in der Hochvolt-Batterieeinheit also automatisch.

Der Local-CAN1 verbindet das SME-Steuergerät mit der Master-Zellüberwachungselektronik (siehe auch nachfolgendes Kapitel Zellüberwachung). Der Local-CAN2 dient zur Kommunikation zwischen SME-Steuergerät und S-Box. Über diesen Bus werden die notwendigen Informationen ausgetauscht und übertragen.

Zellmodule

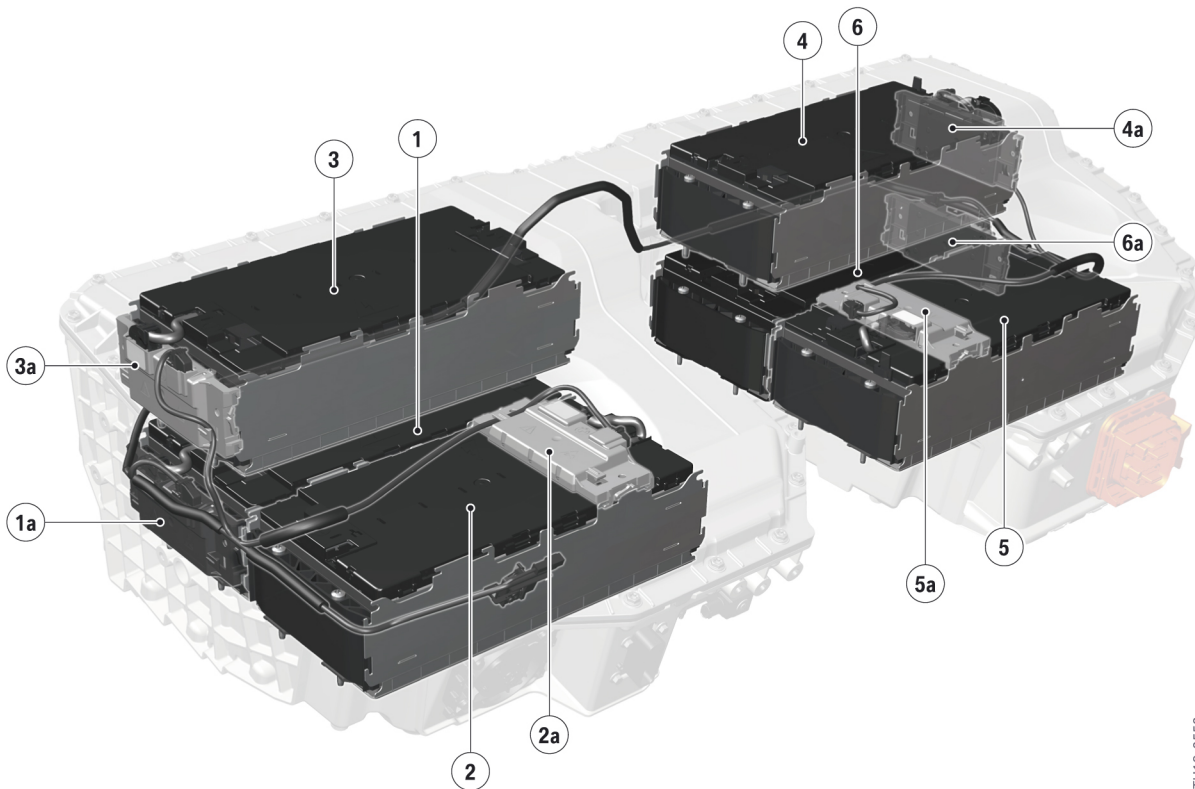
Die Hochvolt-Batterieeinheit besteht aus 6 in Reihe geschalteten Zellmodulen. Jedem Zellmodul ist nur eine Zellüberwachungselektronik zugeordnet. Das Zellmodul selbst besteht aus 16 in Reihe geschalteten Zellen. Jede Zelle hat eine Nominalspannung von 3,69 V und eine Nominalkapazität von 34 Ah. Die Reihenfolge der Zellmodule ist festgelegt und befindet sich auf der linken Seite vorn unten (in Fahrtrichtung betrachtet).



Aufgrund der Verschaltung der Zellmodule und der Anordnung der Zellüberwachungselektroniken gibt es in Bezug auf die Polarität 2 unterschiedliche Zellmodul-Varianten. Es gibt 3 Zellmodule, die auf der linken Seite einen positiven Anschluss haben und auf der rechten Seite einen negativen Anschluss. Bei den anderen 3 Zellmodulen ist dies genau umgekehrt. Der positive Anschluss ist bei diesen auf der rechten Seite und der negative Anschluss ist auf der linken Seite. **Das ist beim Aus- und Einbau sowie der Ersatzteilbestellung unter allen Umständen zu beachten!** Bei Nichtbeachtung und Vertauschen der Zellmodule kann es zu einem elektrischem Kurzschluss kommen.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



TH18-2552

Anordnung der Zellmodule SP41

Index	Erklärung
1	Zellmodul 1
1a	Zellüberwachungselektronik 1 (Master)
2	Zellmodul 2
2a	Zellüberwachungselektronik 2 (Slave)
3	Zellmodul 3
3a	Zellüberwachungselektronik 3 (Slave)
4	Zellmodul 4
4a	Zellüberwachungselektronik 4 (Slave)
5	Zellmodul 5
5a	Zellüberwachungselektronik 5 (Slave)
6	Zellmodul 6
6a	Zellüberwachungselektronik 6 (Slave)



Beim Tausch der Zellmodule ist die Reihenfolge unbedingt einzuhalten, da diese im Diagnosesystem hinterlegt ist und für zukünftige Auswertungen herangezogen wird.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Jedes Zellmodul besitzt 3 NTCs zur Ermittlung der Zelltemperatur.

Zur Serieneinführung ist geplant, die Oberseite der Zellmodule mit einer nicht brennbaren Dämmplatte zu bestücken. Diese besteht aus Glimmer (engl. MICA) und ist auf der schwarzen Zellmodulabdeckung befestigt. Glimmer bezeichnet Minerale aus der Gruppe der Schichtsilikate, welche sehr widerstandsfähig gegen Hitze sind.

Im Falle einer thermischen Reaktion des Zellmoduls soll die Dämmplatte das Ausbreiten der auftretende Hitze nach oben hin (zum drüberliegenden Zellmodul bzw. in den Fahrzeuginnenraum) verringern.

Die Dämmplatte besitzt eine silberne Färbung und ist nicht lösbar mit der Kunststoffabdeckung des Zellmoduls verbunden.

Zellüberwachung



Die Zellüberwachungselektroniken befinden sich im Inneren jeder Hochvolt-Batterieeinheit. Eine Instandsetzung ist deshalb nur durch qualifiziertes Personal zulässig.

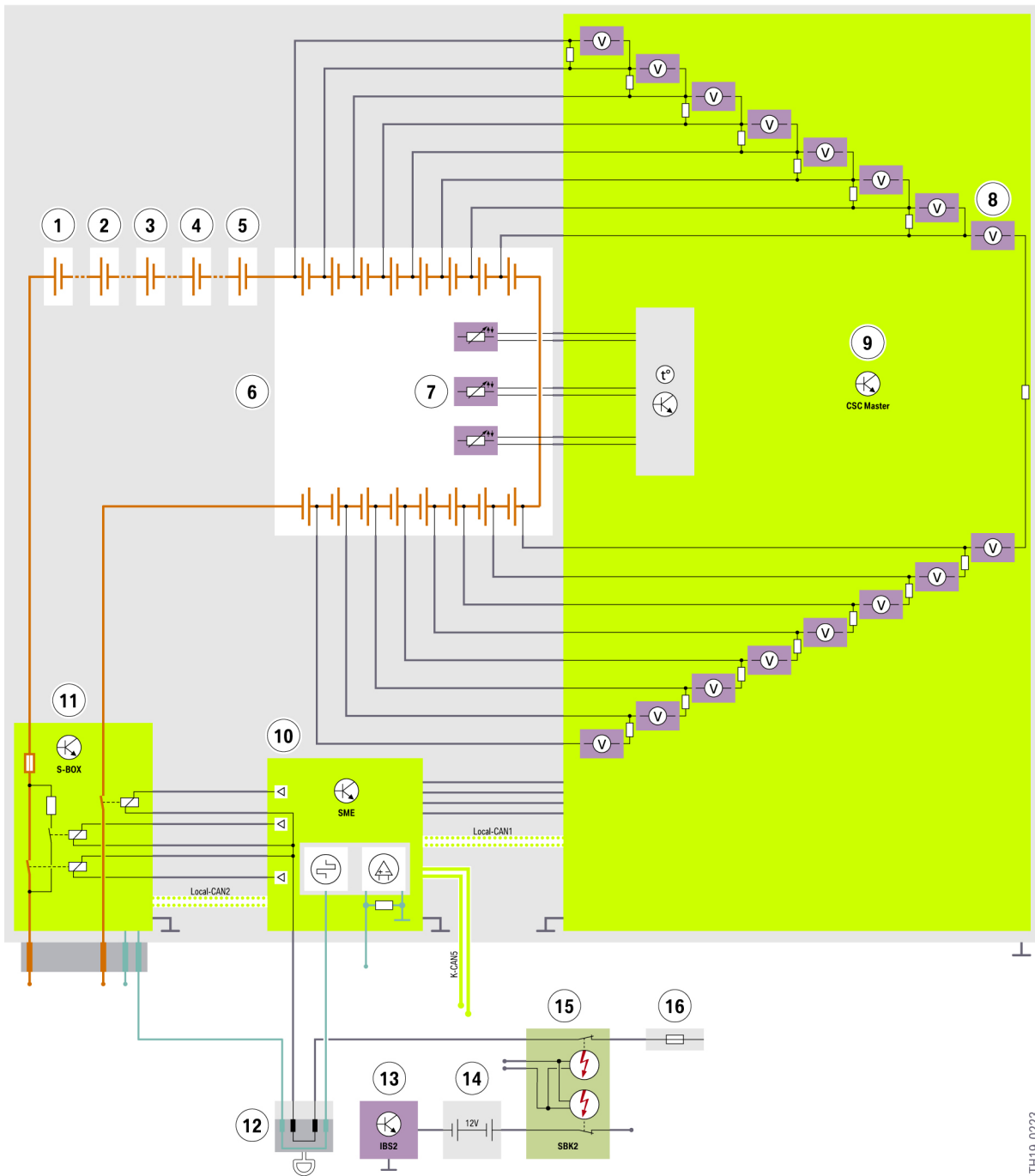
Für den einwandfreien Betrieb der im SP41 eingesetzten Lithium-Ionen-Zellen müssen bestimmte Randbedingungen eingehalten werden. Die Zellspannung und die Zelltemperatur dürfen bestimmte Werte nicht unter- und überschreiten, da die Batteriezellen ansonsten dauerhaft geschädigt werden können. Aus diesem Grund enthält die Hochvolt-Batterieeinheit 6 Zellüberwachungselektroniken, die in der Entwicklung als Cell Supervision Circuit CSC bezeichnet werden.

Je Zellmodul wird in der Hochvolt-Batterie SP41 eine Zellüberwachungselektronik eingesetzt. Zum Einsatz kommt eine Master-Zellüberwachungselektronik und 5 in Reihe geschaltete Slave-Zellüberwachungselektroniken. Jede Zellüberwachungselektronik überwacht insgesamt 16 Zellen.

Nur die Master-Zellüberwachungselektronik am Zellmodul 1 kommuniziert über den Local-CAN1 mit der SME. Die Slave-Zellüberwachungselektroniken kommunizieren mit dem jeweiligen Vorgänger- und Nachfolger CSC Steuergerät über den CSC-Kabelbaum. Die Slave-Zellüberwachungselektroniken können im Fall einer Instandsetzung auch an einer anderen Position sitzen. Die Zuordnung erfolgt dann vom der Master-Zellüberwachungselektronik.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



Zellüberwachungselektronik SP41

TH19-0223

Index	Erklärung
1	Zellmodul 1
2	Zellmodul 2
3	Zellmodul 3
4	Zellmodul 4

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Index	Erklärung
5	Zellmodul 5
6	Zellmodul 6
7	Temperatursensoren am Zellmodul
8	Spannungsmessung der Zellen
9	Master-Zellüberwachungselektronik (Cell Supervision Circuit CSC)
10	Speichermanagement-Elektronik SME
11	Sicherheitsbox S-Box
12	Hochvolt-Sicherheitsstecker (Service Disconnect)
13	Intelligenter Batteriesensor IBS 2
14	12-V-Zusatzbatterie
15	Sicherheitsbatterieklemme SBK 2
16	Stromverteiler hinten rechts

Die Zellüberwachungselektroniken übernehmen folgende Aufgaben:

- Messen und Überwachen der Spannung jeder einzelnen Batteriezelle
- Messen und Überwachen der Temperatur an mehreren Stellen des Zellmoduls
- Master-Zellüberwachungselektronik Kommunikation der Messgrößen an das SME-Steuergerät
- Slave-Zellüberwachungselektronik Kommunikation der Messgrößen an das Master-Zellüberwachungselektronik
- Ausführen des Vorgangs zum Angleichen der Zellspannung der Batteriezellen.

Die Messung der Zellspannung erfolgt mit sehr hoher Abtastrate (eine Messung alle 20 ms). Durch die Spannungsmessung können das Ende des Lade- sowie des Entladevorgangs erkannt werden. Die Temperatursensoren sind so an den Zellmodulen angeordnet, dass aus ihren Messwerten auf die Temperatur der einzelnen Batteriezellen geschlossen werden kann. Anhand der Zelltemperatur kann eine Überlastung oder ein elektrischer Fehler erkannt werden. In so einem Fall muss die Stromstärke sofort reduziert oder das Hochvolt-System komplett abgeschaltet werden, um eine fortschreitende Schädigung der Batteriezellen zu vermeiden. Außerdem dient die gemessene Temperatur zur Steuerung des Kühlsystems, um die Batteriezellen stets in dem Temperaturbereich zu betreiben, der für ihre Leistungsfähigkeit und Lebensdauer optimal ist. Da die Zelltemperatur eine so wichtige Größe darstellt, sind 3 NTC-Temperatursensoren je Zellmodul eingebaut, von denen ein NTC-Temperatursensor redundant ist.

Die Slave-Zellüberwachungselektroniken kommunizieren die von ihnen gemessene Werte hart verdrahtet an das Master-Zellüberwachungselektronik Steuergerät. Dieses Master-Zellüberwachungselektronik-Steuergerät ist über den Local-CAN1 verbunden und übermittelt die Werte von allen Zellüberwachungselektroniken an das im SME-Steuergerät. Im SME-Steuergerät findet die Auswertung der Messwerte statt und es wird bei Bedarf eine Reaktion darauf eingeleitet (z. B. Steuerung des Kühlsystems).

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

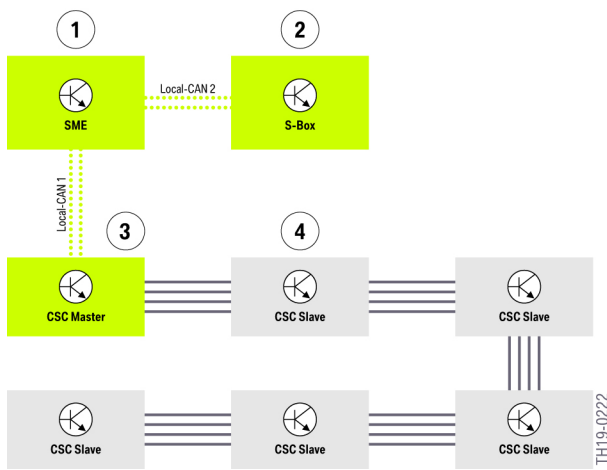
Das SME-Steuergerät ist angebunden an 2 Local-CAN Busse.

- 1 Local-CAN1, SME kommuniziert mit Master-Zellüberwachungselektronik
- 2 Local-CAN2, SME kommuniziert mit S-Box

Local-CAN1 und 2 arbeiten mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 500 kBit/s. Wie für CAN-Busse mit dieser Übertragungsgeschwindigkeit üblich, sind die Bus-Leitungen verdreht und an ihren Enden terminiert. Die dafür notwendigen Abschlusswiderstände zu je 60 Ω des Local-CAN1 befinden sich im SME-Steuergerät und im Master-Zellüberwachungselektronik Steuergerät.

Die Abschlusswiderstände zu je 120 Ω der einzelnen Local-CAN Netzwerke befinden sich:

- Im SME-Steuergerät
- Im Master-Zellüberwachungselektronik Steuergerät
- In der Sicherheitsbox.



Prinzipialschaltplan Anbindung CSC in der Hochvolt-Batterie SP41

Index	Erklärung
1	Speichermanagement-Elektronik SME
2	Sicherheitsbox
3	Master-Zellüberwachungselektronik CSC
4	Slave-Zellüberwachungselektroniken CSCs

Nur die Master-Zellüberwachungselektronik kommuniziert über den Local-CAN1 mit der SME. Die Slave-Zellüberwachungselektroniken kommunizieren mit dem jeweiligen Vorgänger- und Nachfolger-Steuergerät im CSC-Kabelbaum.

Auf diese Weise ergibt sich ein Reihenschaltungsprinzip, das Vorteile aber auch Nachteile aufweist.

Vorteile

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

- Kostenreduzierung der Slave-Zellüberwachungselektroniken durch den Wegfall aufwendiger Platinen
- Höhere Zuverlässigkeit durch Reduzierung von Bauteilen
- Keine separate Erfassung und Übermittlung der Seriennummer beim Tausch einer Zellüberwachungselektronik mehr notwendig.

Nachteile

- Bei Ausfall einer Slave-Zellüberwachungselektronik ist keine Kommunikation mit den nachfolgenden Slave-Zellüberwachungselektroniken mehr möglich. Sämtliche nachfolgenden Slave-Zellüberwachungselektroniken fallen aus.
- Dadurch kann ein weiterer Ausfall einer nachfolgenden Slave-Zellüberwachungselektronik erst identifiziert werden, wenn der erste Fehler behoben wurde.

Wenn eine oder mehrere Batteriezellen eine deutlich niedrigere Zellspannung aufweisen würden als die anderen Batteriezellen, wäre der nutzbare Energieinhalt der Hochvolt-Batterieeinheit dadurch eingeschränkt. Das Ende der Energieentnahme beim Entladen wird durch die schwächste Batteriezelle bestimmt. Wenn die Spannung der schwächsten Zelle bis zur Entladegrenze abgesunken ist, muss der Entladevorgang beendet werden, auch wenn die anderen Batteriezellen noch genügend Energie gespeichert haben. Wird der Entladevorgang trotzdem weiter fortgesetzt, wird die schwächste Batteriezelle dadurch dauerhaft geschädigt. Aus diesem Grund gibt es eine Funktion zum Angleichen der Zellspannung auf ein annähernd gleiches Niveau. Dieser Vorgang wird als Zellsymmetrierung bezeichnet.

Zellsymmetrierung

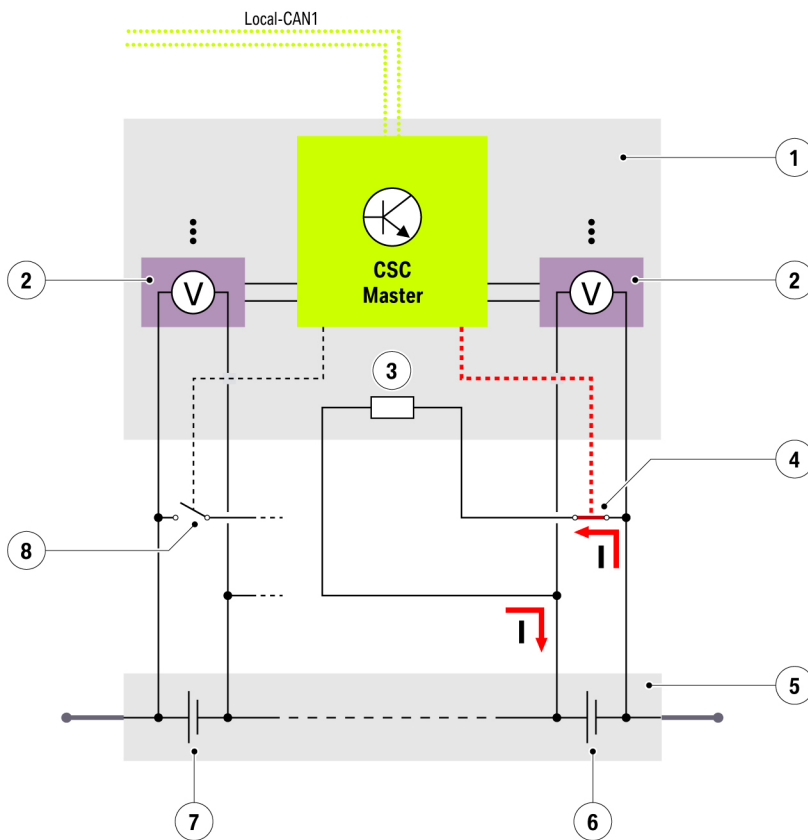
Das SME-Steuergerät vergleicht hierzu alle Zellspannungen miteinander. Diejenigen Batteriezellen, die eine deutlich höhere Zellspannung als die restlichen Batteriezellen aufweisen, werden bei diesem Vorgang gezielt entladen. Das Entladen wird vom SME-Steuergerät mit einer Anforderung an die zu diesen Batteriezellen gehörenden Zellüberwachungselektroniken gestartet.

Dazu enthält jede Zellüberwachungselektronik einen ohmschen Widerstand für jede Batteriezelle, über den der Entladestrom fließen kann, sobald der zugehörige elektronische Kontakt geschlossen wurde. Nach dem Start des Entladevorgangs wird dieser eigenverantwortlich durch die Zellüberwachungselektroniken durch- bzw. fortgeführt, auch wenn zwischenzeitlich die Hauptsteuergeräte in den Sleep-Modus wechseln. Dies wird dadurch ermöglicht, dass die CSC-Steuergeräte ihre Spannungsversorgung von der Speichermanagement-Elektronik erhalten, die direkt mit der Klemme 30 verbunden ist.

Der Entladevorgang wird automatisch beendet, wenn das Spannungsniveau aller Batteriezellen in einem vorgegebenen, engen Bereich liegt. Die Zellsymmetrierung wird solange fortgeführt, bis alle Zellen das gleiche Spannungsniveau haben.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



TH19-0224

Principalschaltplan: Angleichung der Zellspannungen SP41

Index	Erklärung
1	Zellüberwachungselektronik
2	Sensor zur Messung der Zellspannung
3	Entlade-Widerstand
4	Geschlossener (aktiver) Kontakt zur Entladung einer Batteriezelle
5	Zellmodul
6	Batteriezelle, deren Zellspannung durch Entladen abgesenkt wird
7	Batteriezelle, die nicht entladen wird
8	Geöffneter (nicht aktiver) Kontakt zur Entladung einer Batteriezelle

Das Angleichen der Zellspannungen ist ein verlustbehafteter Vorgang, allerdings ist die verlorengelassene elektrische Energiemenge sehr gering (weniger als 0,1% SoC). Demgegenüber stehen die Vorteile, dass die erzielbare Reichweite und die Lebensdauer der Hochvolt-Batterieeinheit maximiert werden, weshalb das Angleichen der Zellspannungen insgesamt sinnvoll und notwendig ist. Dieser Vorgang kann selbstverständlich nur bei Fahrzeugstillstand durchgeführt werden.

Die Bedingungen zum Angleichen der Zellspannungen sind im Einzelnen:

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

- Fahrzeug im Fahrzeugzustand PARKEN UND
- Hochvolt-System heruntergefahren UND
- Abweichung der Zellspannungen bzw. der einzelnen Zell-SoCs größer als ein Schwellenwert UND
- Gesamter SoC der Hochvolt-Batterieeinheit größer als ein Schwellenwert.

Das Angleichen der Zellspannungen erfolgt automatisch, wenn die angegebenen Bedingungen erfüllt sind. Der Kunde erhält deswegen weder eine Check-Control-Meldung, noch muss er dazu eine besondere Aktion durchführen. Auch nach dem Tausch von Zellmodulen erkennt das SME-Steuergerät automatisch einen eventuell notwendigen Bedarf, die Zellspannungen anzugleichen.

Wenn die Zellspannungen allerdings eine zu große Abweichung aufweisen oder das Angleichen der Zellspannung nicht erfolgreich verläuft, wird ein Fehlerspeichereintrag im SME-Steuergerät erzeugt. Der Kunde wird durch eine Check-Control-Meldung auf diesen Fehlerzustand aufmerksam gemacht. Mit Hilfe des Diagnosesystems müssen dann der Fehlerspeicher ausgewertet und entsprechende Instandsetzungsarbeiten durchgeführt werden.

Sicherheitsbox (S-Box)

Mit der neuen Hochvolt-Batterieeinheit der Generation 4.0 wurde die Sicherheitsbox überarbeitet und angepasst. Aufgrund des höheren Energiegehalts der Hochvolt-Batterieeinheit wurden innere Komponenten der S-Box (Gen 4.0) auf höhere Ströme ausgelegt. Dazu zählen:

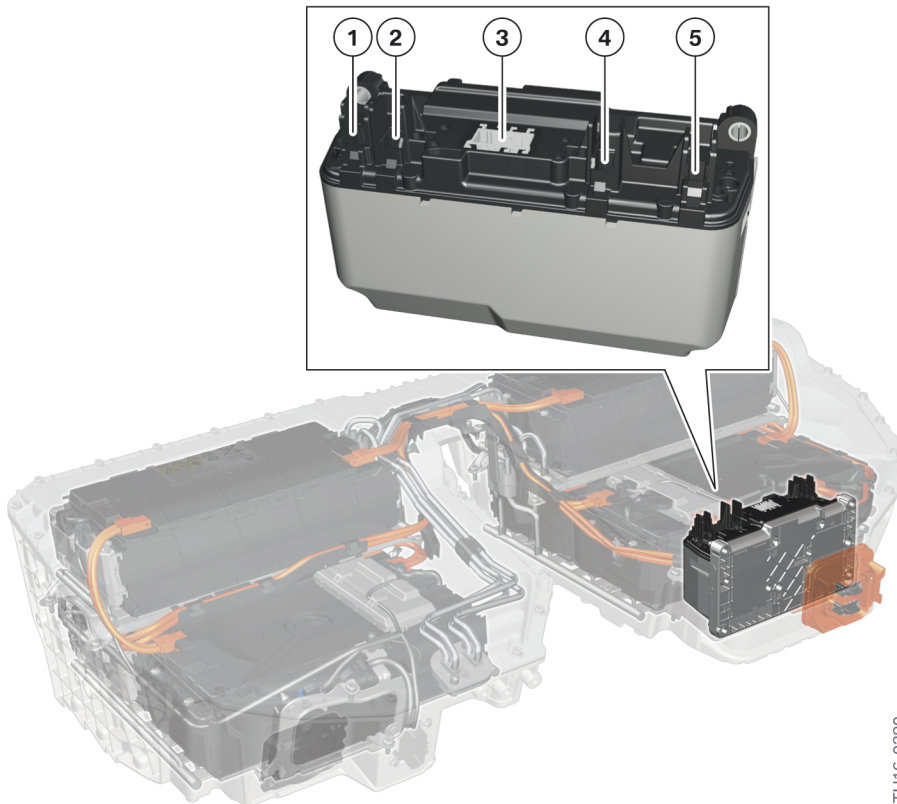
- Die elektromagnetischen Schaltschütze
- Das Vorladerelais.



Die Sicherheitsbox der Generation 4.0 lässt sich äußerlich nicht von der Vorgängerversion 3.0 unterscheiden. Die Sicherheitsbox der Generation 3.0 darf nicht in eine Hochvolt-Batterieeinheit der Generation 4.0 eingebaut werden (und umgekehrt). Achten Sie auf eine korrekte Teileauswahl. Eine falsch eingebaute Sicherheitsbox wird erst beim EoS-Test erkannt und führt somit zu einem hohen Nachbesserungsaufwand.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



TH16-0380

Einbauort Sicherheitsbox SP41

Index	Erklärung
1	Plus an Hochvolt-Anschluss
2	Minus von Zellmodul 1
3	Anschluss Kommunikationskabelbaum
4	Plus von Zellmodul 6
5	Minus an Hochvolt-Anschluss

Innerhalb jeder Hochvolt-Batterieeinheit gibt es eine Schnittstelleneinheit mit eigenem Gehäuse, die als Sicherheitsbox oder kurz S-Box bezeichnet wird.



Die Sicherheitsbox befindet sich im Inneren jeder Hochvolt-Batterieeinheit. Ein Tausch gegen eine neue Sicherheitsbox ist deshalb nur durch qualifiziertes Personal zulässig.

Folgende Komponenten sind in die Sicherheitsbox integriert:

- Strom-Sensor im Strompfad des negativen Batteriepol
- Hauptstromsicherung im Strompfad des positiven Batteriepol
- 2 elektromechanische Schaltschütze (je ein Schaltkontakt je Strompfad)

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

- Vorladeschaltung zum kontrollierten Hochfahren des Hochvolt-Systems
- Spannungssensoren zur Überwachung der Schaltkontakte, zur Messung der Batteriegesamtspannung sowie zur Überwachung des Isolationswiderstands
- Elektrische Schaltung für die Isolationsüberwachung.

Kabelbäume

Innerhalb der Hochvolt-Batterieeinheit gibt es 2 Kabelbäume:

- Kommunikationskabelbaum für die Verbindung der CSCs mit dem SME-Steuergerät
- Kommunikationskabelbaum für die Verbindung der SME und der S-Box mit der Schnittstelle zum 12-V-Bordnetz.

Es dürfen keine Reparaturen am Kabelbaum durchgeführt werden. Sollte eine Verbindung zwischen Kabel und Stecker defekt oder lose sein, muss der komplette Kabelbaum getauscht werden.

2.4.2. Mechanische Komponenten

Zu den mechanischen Komponenten der Hochvolt-Batterieeinheit gehören:

- Gehäuseober- und das Gehäuseunterteil
- Dichtung zwischen Gehäuseoberteil und -unterteil
- 4 Wärmetauscher
- Entgasungseinheit
- 2 Modulzwischenböden
- Halter für SME und S-Box.

2.5. Funktionen

Im G20 PHEV werden die **zentralen Funktionen des Hochvolt-Systems** durch die Elektromaschinen-Elektronik EME gesteuert und koordiniert. Im Einzelnen sind dies:

- Spannungswandlung von Gleichspannung in dreiphasige Wechselspannung (Elektromotorbetrieb)
- Spannungswandlung von dreiphasiger Wechselspannung in Gleichspannung (Generatorbetrieb)
- Spannungswandlung Hochvolt in Niedervolt (12-V-Batterieladung)
- Hochvolt-Powermanagement
- Ansteuerung von 12-V-Aktotoren
- Entladung der Zwischenkreiskondensatoren.

Die Hochvolt-Batterieeinheit und das SME-Steuergerät sind für die zentralen Funktionen des Hochvolt-Systems von entscheidender Bedeutung. Im Einzelnen sind dies:

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

- Aufstarten
- Reguläres Herunterfahren
- Schnelles Abschalten
- Batteriemanagement
- Laden der Hochvolt-Batterieeinheit
- Überwachungsfunktionen.

2.5.1. Aufstarten

Die Abfolge für das Aufstarten des Hochvolt-Systems ist immer gleich, unabhängig welches der folgenden Ereignisse der Auslöser war:

- Klemme 15 wird eingeschaltet bzw. Fahrbereitschaft wird hergestellt
- Laden der Hochvolt-Batterieeinheit soll beginnen
- Vorbereiten des Fahrzeugs für die Fahrt (Klimatisierung der Hochvolt-Batterieeinheit oder des Fahrzeuginnenraums).

Die einzelnen Schritte beim Aufstarten des Hochvolt-Systems sind:

- 1 Das EME-Steuergerät fordert Aufstarten über Bus-Telegramme am K-CAN5/PT-CAN/FlexRay an.
- 2 Das Hochvolt-System wird durch Eigendiagnosefunktionen überprüft.
- 3 Die Spannung im Hochvolt-System wird kontinuierlich erhöht.
- 4 Die Kontakte der Schaltschütze werden vollständig geschlossen.

Die Überprüfung des Hochvolt-Systems erfolgt hauptsächlich durch das EME-Steuergerät und das SME-Steuergerät. Dabei werden sicherheitsrelevante Kriterien wie z. B. der Stromkreis der Hochvolt-Kontaktüberwachung oder der Isolationswiderstand überprüft. Aber auch funktionale Bedingungen wie die Betriebsbereitschaft aller Teilsysteme müssen zum Aufstarten erfüllt sein.

Da das Hochvolt-System Kondensatoren mit hohen Kapazitätswerten aufweist (Zwischenkreis-Kondensatoren in den Leistungselektroniken), dürfen die Kontakte der elektromechanischen Schaltschütze nicht einfach geschlossen werden. Extrem hohe Stromimpulse würden sowohl die Hochvolt-Batterieeinheit als auch die Zwischenkreis-Kondensatoren und die Kontakte der Schaltschütze schädigen. Zuerst wird der Schaltschütz am Minuspol geschlossen. Parallel zum Schaltschütz am Pluspol gibt es die Vorladeschaltung mit einem Widerstand. Diese wird nun aktiviert und ein durch den Widerstand begrenzter Einschaltstrom lädt die Zwischenkreis-Kondensatoren auf. Wenn die Spannung der Zwischenkreis-Kondensatoren etwa den Wert der Batteriespannung erreicht hat, wird die Vorladeschaltung geöffnet und der Schaltschütz am Pluspol der Hochvolt-Batterieeinheit geschlossen. Jetzt ist das Hochvolt-System vollständig betriebsbereit.



Das hintereinander erfolgende Schließen der Schaltschütze während des Aufstartens ist im Fahrzeug hörbar und bedeutet keine Fehlfunktion.

Wenn kein Fehler im Hochvolt-System vorliegt, ist das vollständige Aufstarten des Hochvolt-Systems in ca. 0,5 s abgeschlossen.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Das erfolgreiche Aufstarten kommuniziert das SME-Steuergerät als Bus-Telegramm über den K-CAN5 an das EME-Steuergerät. Auf dem selben Weg werden auch Fehlerzustände kommuniziert, wenn beispielsweise ein Kontakt eines Schaltschützes nicht erfolgreich geschlossen werden konnte.

2.5.2. Reguläres Herunterfahren

Beim Herunterfahren des Hochvolt-Systems wird zwischen dem regulären Herunterfahren und dem schnellen Abschalten unterschieden. Das reguläre Herunterfahren schont einerseits alle beteiligten Bauteile und enthält die Überwachung von sicherheitsrelevanten Komponenten des Hochvolt-Systems.

Wenn folgende Bedingungen oder Kriterien vorliegen, wird das Hochvolt-System regulär heruntergefahren:

- Fahrzeugzustand PARKEN oder WOHNEN wird vom Fahrer hergestellt (Klemme 15 ausgeschaltet und die Nachlaufzeit ist abgelaufen, gesteuert durch EME)
- Ende der Funktionen Standklimatisierung, Standheizung oder Konditionierung der Hochvolt-Batterieeinheit
- Ende des Ladevorgangs der Hochvolt-Batterieeinheit
- Ende des Ladevorgangs der Bordnetzatterie
- Programmiervorgang eines Hochvolt-Steuergeräts.

Die Abfolge beim regulären Herunterfahren ist unabhängig vom auslösenden Ereignis prinzipiell gleich in folgenden Einzelschritten:

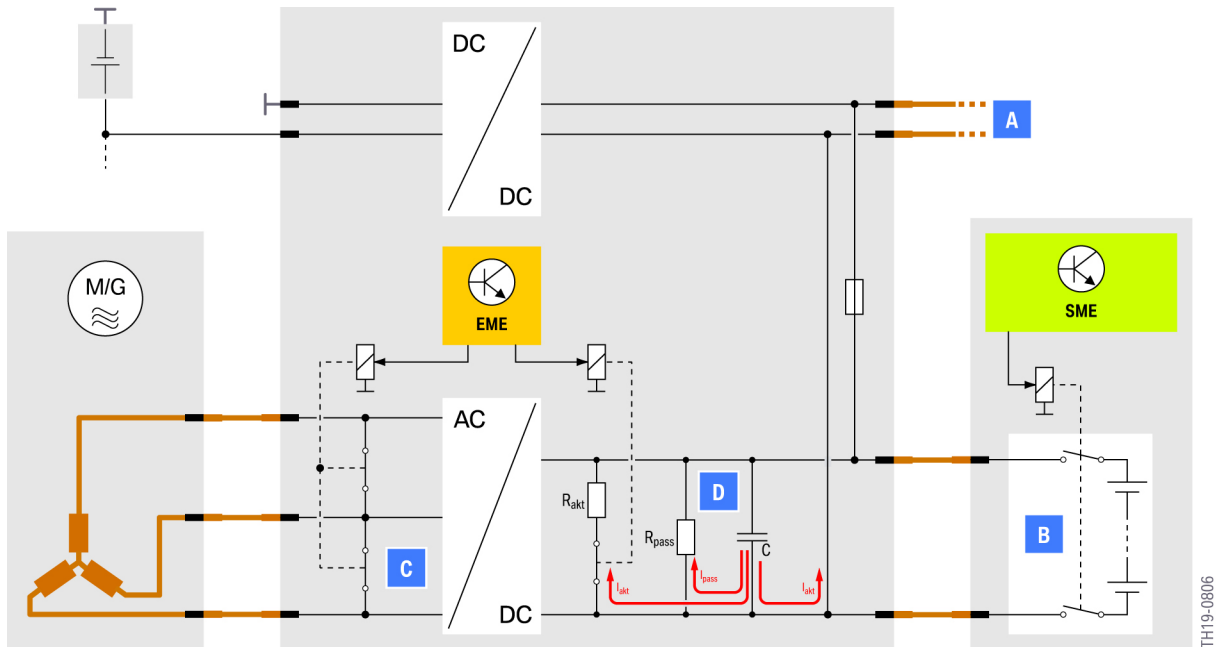
- 1 EME kommandiert nach Ablauf der Nachlaufzeit das Herunterfahren über Bus-Telegramme am K-CAN5/PT-CAN/FlexRay.
- 2 Die Systeme am Hochvolt-Bordnetz (EME, KLE, EKK, EH) reduzieren die Ströme im Hochvolt-Bordnetz auf Null.
- 3 Die Wicklungen der Elektromaschine werden kurzgeschlossen.
- 4 Die Schaltschütze in der Hochvolt-Batterieeinheit öffnen (gesteuert durch SME).
- 5 Das Hochvolt-Systems muss überprüft werden, z. B. ob die Kontakte der elektromechanischen Schaltschütze ordnungsgemäß geöffnet wurden.

Entladen des Hochvolt-Systems, d. h. aktives Entladen der Zwischenkreiskondensatoren (EME):

- 1 Es wird versucht, die gespeicherte Energie der 12-V-Bordnetzatterie zuzuführen.
- 2 Ist dies nicht möglich, werden über zuschaltbare Widerstände die Zwischenkreiskondensatoren entladen.
- 3 Sind die Zwischenkreiskondensatoren nicht innerhalb von 5 s unter eine Spannung von 60 V entladen, werden diese über passive Widerstände entladen.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.



Prinzip reguläres Herunterfahren SP41

Index	Erklärung
A	Abschalten aller Hochvolt-Komponenten
B	Öffnen der Schaltschütze
C	Kurzschließen der Wicklungen der Elektromaschine
D	Entladen der Zwischenkreiskondensatoren

Das Entladen der Zwischenkreiskondensatoren erfolgt je nach Notwendigkeit in mehreren Stufen.

Sowohl der Wechsel in den Fahrzeugzustand PARKEN als auch das Herunterfahren selbst kann einige Minuten in Anspruch nehmen. Die automatisch ablaufenden Überwachungsfunktionen sind beispielsweise ein Grund dafür. Das reguläre Herunterfahren wird abgebrochen, wenn zwischenzeitlich entweder eine Anforderung zum erneuten Aufstarten vorliegt oder eine Bedingung eintritt, die ein schnelles Abschalten erfordert.

2.5.3. Schnelles Abschalten

Oberstes Ziel ist hier, das Hochvolt-System möglichst schnell abzuschalten. Dieses schnelle Abschalten wird immer dann durchgeführt, wenn die Spannung im Hochvolt-System aus Sicherheitsgründen so schnell wie möglich auf einen ungefährlichen Wert gesenkt werden muss. Die nachfolgende Liste beschreibt die auslösenden Bedingungen sowie die Wirkungskette, die zum schnellen Abschalten führt.

- Unfall:

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Advanced Crash-Sicherheitsmodul ACSM erkennt einen Unfall. Abhängig von der Schwere des Unfalls wird das Abschalten über Bus-Telegramme angefordert oder durch Trennen der Sicherheitsbatterieklappen vom Pluspol der beiden 12-V-Batterien hart erzwungen. In diesem zweiten Fall wird automatisch die Spannungsversorgung der elektromechanischen Schaltschütze unterbrochen und ihre Kontakte öffnen dadurch selbsttätig.

- **Überstrom-Überwachung:**
Mit Hilfe eines Stromsensors in der Hochvolt-Batterieeinheit wird die Stromstärke im Hochvolt-Bordnetz überwacht. Wird eine zu große Stromstärke erkannt, veranlasst das SME-Steuergerät ein hartes Öffnen der elektromechanischen Schaltschütze. Durch dieses Öffnen unter hohem Strom entsteht starker Verschleiß an den Kontakten der Schaltschütze, der aber in Kauf genommen werden muss, um die anderen Bauteile vor Schädigung zu schützen.
- **Schutz bei Kurzschluss:**
In jeder Hochvolt-Batterieeinheit befindet sich eine Überstromsicherung, die bei einem Kurzschluss den Hochvolt-Stromkreis unterbricht.
- **Kritischer Zellzustand:**
Wenn eine Zellüberwachungselektronik eine extreme Unterspannung, Überspannung oder Übertemperatur an einer Batteriezelle erkennt, führt dies – gesteuert durch das SME-Steuergerät – ebenfalls zum harten Öffnen der elektromechanischen Schaltschütze. Obwohl dies wieder zu erhöhtem Verschleiß an den Kontakten führen kann, ist diese schnelle Abschaltung notwendig, um eine Zerstörung der betroffenen Batteriezelle zu verhindern.
- **Ausfall der 12-V-Spannungsversorgung der Hochvolt-Batterieeinheit:**
In diesem Fall arbeitet das SME-Steuergerät nicht mehr und eine Überwachung der Batteriezellen ist nicht mehr möglich. Aus diesem Grund öffnen auch hier die Kontakte der elektromechanischen Schaltschütze selbsttätig.

Zusätzlich zur Unterbrechung des Hochvolt-Systems werden auch die Zwischenkreis-Kondensatoren entladen (EME) und die Wicklungen der Elektromaschinen (EME, EKK) kurzgeschlossen. Die Hochvolt-Steuergeräte erhalten die Anforderung dazu einerseits durch Bus-Telegramme und erkennen diesen Zustand andererseits durch das abrupte Absinken der Stromstärke im Hochvolt-Stromkreis.

2.5.4. Laden

Beim Laden der Hochvolt-Batterieeinheit, egal ob durch Rekuperation, Lastpunktanhebung des Verbrennungsmotors oder aus dem externen Stromnetz, spielt das SME-Steuergerät ebenfalls eine wichtige Rolle. Anhand des Ladezustands und der Temperatur der Batteriezellen bestimmt das SME-Steuergerät die maximale elektrische Leistung, die die Hochvolt-Batterieeinheit im Moment aufnehmen kann. Dieser Wert wird in Form eines Bus-Telegramms über den K-CAN5 zum EME-Steuergerät übertragen. Die dort ablaufende Funktion Hochvolt-Powermanagement koordiniert die einzelnen Leistungsbedarfe.

Während des Ladens ermittelt das SME-Steuergerät ständig den bereits erreichten Ladezustand und überwacht alle Sensorsignale der Hochvolt-Batterieeinheit. Um einen optimalen Verlauf des Ladevorgangs zu gewährleisten, berechnet das SME-Steuergerät basierend auf diesen Werten auch ständig aktuelle Werte für die maximale Ladeleistung und kommuniziert diese an das EME-Steuergerät. Auch das Kühlsystem der Hochvolt-Batterieeinheit wird vom SME-Steuergerät während des Ladevorgangs kontinuierlich gesteuert, was zu einem schnellen und effizienten Ladevorgang beiträgt.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

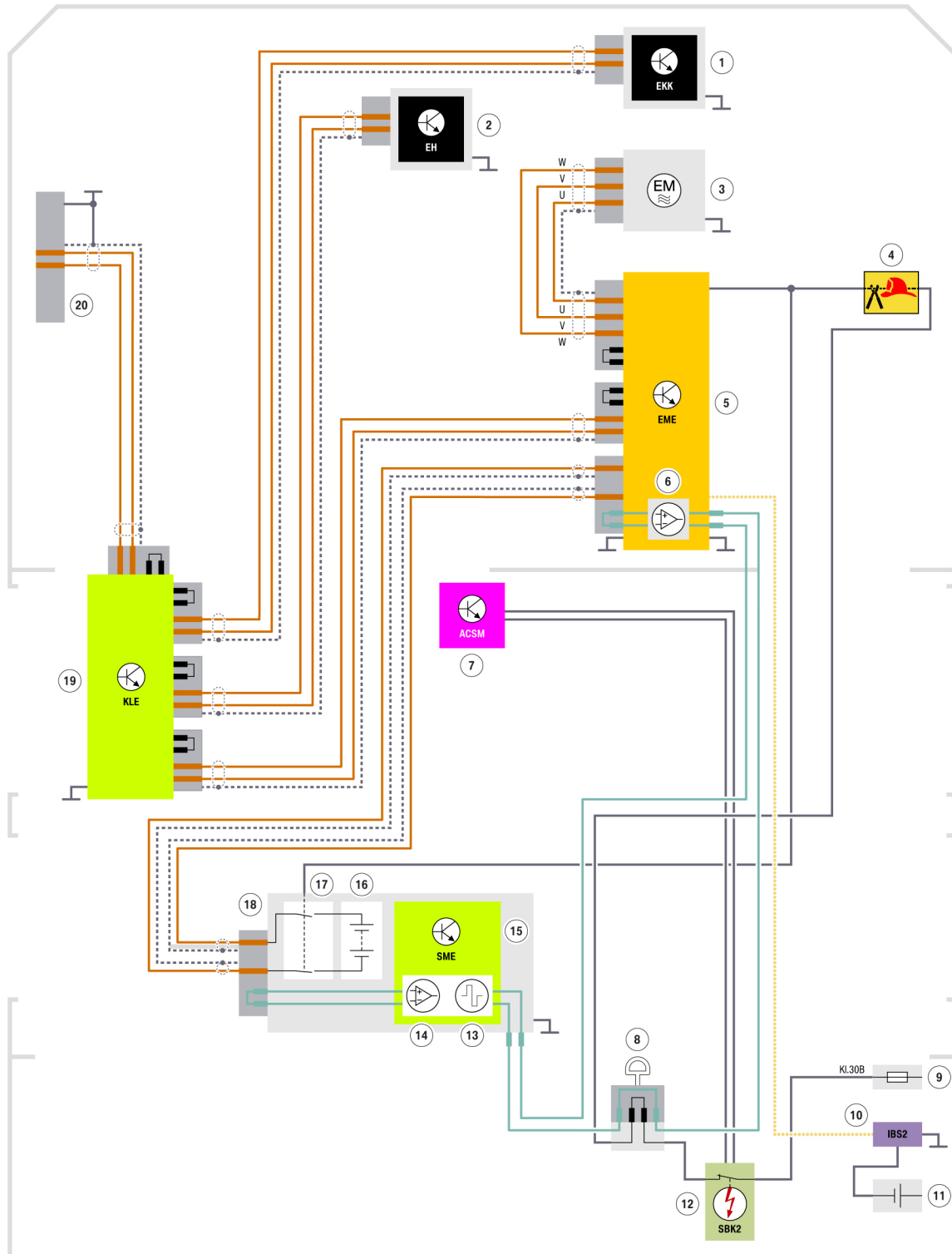
Um eine möglichst hohe elektrische Reichweite erzielen zu können, muss eine Vorkonditionierung des Fahrzeuginnenraums (Heizen oder Kühlen) bei angeschlossenem Ladekabel erfolgen. Die dafür benötigte elektrische Energie wird somit nicht der Hochvolt-Batterieeinheit entnommen, sondern direkt von der Komfortladeelektronik zur Verfügung gestellt.

Weitere Details zum Ladevorgang, insbesondere die Bereitstellung der Leistung vom Stromnetz bis hin zur Komfortladeelektronik KLE sind in der Produktinformation "G20 PHEV" beschrieben.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

2.5.5. Überwachungsfunktionen



G20 PHEV Systemschaltplan Hochvolt-Kontaktüberwachung

TH19-0603

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Index	Erklärung
1	Elektrischer Kältemittelkompressor EKK
2	Elektrische Heizung EH
3	Elektromaschine EM
4	Hochvolt-Trennstelle (Schneidlösung)
5	Elektromaschinen-Elektronik EME
6	Auswerteschaltung für das Prüfsignal der Hochvolt-Kontaktüberwachung in der Elektromaschinen-Elektronik
7	Crash-Sicherheits-Modul ACSM
8	Hochvolt-Sicherheitsstecker ("Service Disconnect")
9	Spannungsversorgung vom im Stromverteiler hinten rechts (30B)
10	Intelligenter Batteriesensor IBS 2
11	Zusatzbatterie
12	Sicherheitsbatterieklammer SBK 2
13	Taktgenerator für Prüfsignal der Hochvolt-Kontaktüberwachung in der Speichermanagement-Elektronik SME
14	Auswerteschaltung für das Prüfsignal der Hochvolt-Kontaktüberwachung in der Speichermanagement-Elektronik SME
15	Speichermanagement-Elektronik SME
16	Zellmodule der Hochvolt-Batterieeinheit
17	Elektromagnetische Schaltschütze
18	Hochvolt-Batterieeinheit
19	Komfortladeelektronik KLE
20	Ladeanschluss

- 12-V-Versorgungsspannung von der Sicherheitsbatterieklammer 2:
 Um das Hochvolt-System bei einem Unfall entsprechender Schwere schnell abschalten zu können, werden die Elektromagneten aller elektromechanischen Schaltschütze mit 12 V über die Sicherheitsbatterieklammer 2 versorgt. Wird die Sicherheitsbatterieklammer bei einem Unfall getrennt, fällt diese Versorgungsspannung (30C) weg und die Kontakte der Schaltschütze öffnen selbsttätig.
 Zusätzlich wertet das SME-Steuergerät die Spannung auf dieser Leitung elektronisch aus und veranlasst ebenfalls das Abschalten des Hochvolt-Systems einschließlich der Entladung der Zwischenkreis-Kondensatoren und dem aktiven Kurzschluss der Elektromaschine.
- Hochvolt-Kontaktüberwachung:
 Das SME-Steuergerät wertet das Signal der Hochvolt-Kontaktüberwachung aus und überprüft, ob eine Unterbrechung dieses Stromkreises vorliegt. Bei einer Unterbrechung kann das SME-Steuergerät ein schnelles Abschalten des Hochvolt-Systems veranlassen. Das Prinzip der Hochvolt-Kontaktüberwachung ist aus der Produktinformation "Grundlagen Hochvolt-Technologie" bekannt. Im G20 PHEV besteht die Hochvolt-Kontaktüberwachung aus den nachfolgend dargestellten Hochvolt-Komponenten.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

Die Elektronik zur Steuerung und zur Generierung des Prüfsignals für die Hochvolt-Kontaktüberwachung ist in der Speichermanagement-Elektronik SME integriert. Die Generierung des Prüfsignals startet, wenn das Hochvolt-System aufgestartet werden soll und sie endet, wenn das Hochvolt-System heruntergefahren wurde. Als Prüfsignal wird von der SME ein rechteckförmiges Wechselstromsignal mit einer Frequenz von ca. 88 Hz generiert und in die Prüfleitung eingespeist. Die Topologie der Prüfleitung ist ringförmig. An 2 Stellen im Ring wird das Signal der Prüfleitung ausgewertet: In der Elektromaschinen-Elektronik und schließlich ganz am Ende des Rings, in der SME. Liegt das Signal außerhalb eines fest definierten Bereichs, wird eine Unterbrechung des Stromkreises bzw. ein Kurzschluss nach Fahrzeug-Masse in der Prüfleitung erkannt und das Hochvolt-System sofort abgeschaltet. Wird die Hochvolt-Kontaktüberwachung am Hochvolt-Sicherheitsstecker ("Service Disconnect") getrennt, so werden die Schaltschütze direkt geöffnet. Zusätzlich erfolgt ein Abschalten aller Hochvolt-Komponenten.

- **Kontakte der Schaltschütze:**
Nachdem das SME-Steuergerät beim Herunterfahren des Hochvolt-Systems das Öffnen der Kontakte der Schaltschütze angefordert hat, wird mit Hilfe einer Spannungsmessung parallel zu den Kontakten überprüft, ob sie auch tatsächlich geöffnet haben. In dem höchst unwahrscheinlichen Fall, dass der Kontakt eines Schaltschützes nicht geöffnet haben sollte, besteht noch keine direkte Gefahr für den Kunden oder den Service-Mitarbeiter. Trotzdem wird aus Sicherheitsgründen ein erneutes Aufstarten des Hochvolt-Systems verhindert. Eine Weiterfahrt mit dem elektrischen Antrieb ist dann nicht mehr möglich.
- **Vorladeschaltung:**
Wenn z. B. während des Aufstartens des Hochvolt-Systems ein Fehler in der Vorladeschaltung festgestellt wird, findet ein sofortiger Abbruch des Aufstartens statt und das Hochvolt-System geht nicht in Betrieb.
- **Übertemperatur:**
Das Kühlsystem der Hochvolt-Batterieeinheit sorgt in allen Fahrsituationen dafür, dass die Temperatur der Batteriezellen in deren optimalem Bereich liegt. Sollte sich aufgrund eines Fehlers die Temperatur einer oder mehrerer Batteriezellen so weit erhöhen, dass der optimale Bereich verlassen wird, findet zum Schutz der Batteriezellen zunächst eine Leistungsreduzierung statt. Steigt die Temperatur weiter an und droht dadurch eine Beschädigung der Batteriezellen, so wird das Hochvolt-System rechtzeitig abgeschaltet.
- **Unterspannung:**
Eine Unterspannung an einer Batteriezelle wird durch die ständige Überwachung und das bei Bedarf durchgeführte Angleichen der Zellspannung vermieden. Die Gesamtspannung der gesamten Hochvolt-Batterieeinheit wird ebenfalls überwacht und zur Bestimmung des Ladezustands verwendet. Wenn die Gesamtspannung so weit abgesunken ist, dass eine Tiefentladung der Hochvolt-Batterieeinheit droht, wird eine weitere Entladung verhindert. Eine Weiterfahrt mit dem elektrischen Antrieb ist dann nicht mehr möglich.
- **Isolationsüberwachung**
Die Isolationsüberwachung stellt fest, ob der Isolationswiderstand zwischen aktiven Hochvolt-Bauteilen (z. B. Hochvolt-Leitungen) und der Fahrzeugmasse oberhalb eines geforderten Mindestwerts liegt oder darunter. Unterschreitet der Isolationswiderstand den Mindestwert, besteht die Gefahr, dass Fahrzeugteile unter einer gefährlichen Spannung stehen. Berührt eine Person ein zweites, aktives Hochvolt-Bauteil, besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags. Deshalb gibt es für das Hochvolt-System des G20 PHEV eine vollautomatisch ablaufende Isolationsüberwachung.
Die Isolationsüberwachung befindet sich in der Sicherheitsbox. Die Sicherheitsbox sendet die Ergebnisse via Local-CAN2 an das SME-Steuergerät. Das SME-Steuergerät wertet die Ergebnisse dieser Messungen aus. Die Isolationsüberwachung wird von der S-Box,

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

2. HOCHVOLT-BATTERIEEINHEIT.

während das Hochvolt-System aktiv ist, in regelmäßigen Zeitabständen (ca. alle 5 s) über eine Widerstandsmessung ausgeführt (indirekte Isolationsüberwachung). Als Bezugspotenzial dient dabei die Fahrzeugmasse.

Ohne zusätzliche Maßnahmen könnten auf diese Weise nur lokal vorliegende Isolationsfehler in der Hochvolt-Batterieeinheit bestimmt werden. Mindestens genauso wichtig ist es aber, Isolationsfehler von im Fahrzeug verlegten Hochvolt-Leitungen zur Fahrzeugmasse festzustellen. Aus diesem Grund sind alle elektrisch leitfähigen Gehäuse von Hochvolt-Komponenten elektrisch leitend mit der Fahrzeug-Masse verbunden. Damit können Isolationsfehler im gesamten Hochvolt-Bordnetz festgestellt werden. Die Feststellung erfolgt von einer zentralen Stelle, der Hochvolt-Batterieeinheit.

Die Isolationsüberwachung reagiert in 2 Stufen. Wenn der Isolationswiderstand einen ersten Schwellenwert unterschreitet, besteht noch keine direkte Gefahr für den Menschen. Deshalb bleibt das Hochvolt-System aktiv, es wird keine Check-Control-Meldung ausgegeben, aber der Fehlerzustand wird natürlich im Fehlerspeicher abgelegt. Damit wird der Service-Mitarbeiter während des nächsten Werkstattaufenthalts darauf aufmerksam und kann das Hochvolt-System überprüfen. Bei Unterschreiten eines zweiten, niedrigeren Schwellenwerts des Isolationswiderstands erfolgt nicht nur ein Fehlerspeichereintrag, es wird auch eine Check-Control-Meldung ausgegeben, die den Fahrer zum Aufsuchen einer Werkstatt auffordert.

Da durch einen solchen Isolationsfehler keine direkte Gefährdung für Kunden oder Service-Mitarbeiter entsteht, bleibt das Hochvolt-System aktiv und der Kunde kann die Fahrt fortsetzen. Trotzdem sollte das Hochvolt-System baldmöglichst vom BMW Service überprüft werden. Um die Komponente, die den Isolationsfehler verursacht hat, im Hochvolt-System zu identifizieren, muss der Fehler vom Service-Mitarbeiter systematisch eingegrenzt werden. Der Service-Mitarbeiter muss den Isolationswiderstand aber grundsätzlich nicht selbst messen – diese Aufgabe führt das Hochvolt-System durch die Isolationsüberwachung aus. Wird ein Isolationsfehler erkannt, muss der Service-Mitarbeiter mit Hilfe eines Prüfplans im Diagnosesystem den tatsächlichen Ort feststellen, an dem der Isolationsfehler vorliegt.



Die einwandfreie elektrische Verbindung aller Gehäuse von Hochvolt-Komponenten mit der Fahrzeugmasse ist eine wichtige Voraussetzung für die ordnungsgemäße Funktion der Isolationsüberwachung. Dementsprechend muss diese elektrische Verbindung mit großer Sorgfalt wieder hergestellt werden, wenn sie während Reparaturarbeiten unterbrochen wurde.

2.6. Servicehinweise



Bevor an Hochvolt-Komponenten gearbeitet wird, sind die elektrischen Sicherheitsregeln zu befolgen und umzusetzen:

- 1 Das Hochvolt-System muss spannungsfrei geschaltet werden.
 - 2 Das Hochvolt-System muss gegen Wiedereinschalten gesichert werden.
 - 3 Die Spannungsfreiheit des Hochvolt-Systems muss festgestellt werden.
-

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

3. INSTANDSETZUNG.

3.1. Voraussetzungen



Die nachfolgende Beschreibung der Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit ist nur eine generelle Auflistung der Inhalte und der Vorgehensweise. **Grundsätzlich und ausschließlich gelten nur die Vorgaben und Anweisungen in der aktuell gültigen Ausgabe der Reparaturanleitung.**

3.1.1. Organisatorisches

Es müssen einige organisatorische Voraussetzungen erfüllt sein, damit eine Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit zulässig ist und zielführend ausgeführt werden kann. Diese Voraussetzungen betreffen sowohl den Handelsbetrieb als auch den Service-Mitarbeiter.



Eine Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit ist nur in einem Handelsbetrieb mit entsprechend qualifiziertem Werkstattpersonal zulässig.

Der Handelsbetrieb muss ferner die notwendigen Spezialwerkzeuge und einen geeigneten Arbeitsplatz für die Instandsetzung zur Verfügung stellen. Die wichtigsten Spezialwerkzeuge sind:

- 2-Säulenhebebühne
- Mobiler Aggregatehubtisch MHT 1200 mit Adapter zur Aufnahme der Hochvolt-Batterieeinheit
- Ladegerät für Zellmodule der Hochvolt-Batterieeinheit mit aktueller Software
- Modulladekabel mit der Spezialwerkzeugnummer 2 458 279
- EoS-Testgerät zur Inbetriebnahme der instandgesetzten Hochvolt-Batterieeinheit mit aktueller Software
- Hebewerkzeug Nr. 2 360 072 für den Ein- und Ausbau von Zellmodulen
- Montagekeile aus Kunststoff Nr. 2 298 505 zum Lösen von Clipsen innerhalb der Hochvolt-Batterieeinheit
- Spezialwerkzeug zur Anbringung von Kabelbändern
- Absperrbänder
- Gelbe Warnhütchen mit Blitzaufkleber werden empfohlen.

Der Arbeitsplatz für die Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit muss sauber, trocken, fettfrei sowie frei von Funkenflug sein. Eine direkte Nähe zu Fahrzeugreinigungsplätzen oder zu Arbeitsplätzen, an denen Instandsetzungsarbeiten an der Karosserie durchgeführt werden, ist deshalb zu vermeiden. Gegebenenfalls sind Stellwände und Absperrbänder zur Abtrennung zu verwenden.

Der Service-Mitarbeiter, der die Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit durchführt, muss ebenfalls wichtige Voraussetzungen erfüllen:

- 1 Qualifikation

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

3. INSTANDSETZUNG.

- 2 Strikte Nutzung des Diagnosesystems und der Spezialwerkzeuge
- 3 Genaues Befolgen der Reparaturanleitung.

Nur Service-Mitarbeiter, die für die Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit qualifiziert sind, dürfen solche Arbeiten ausführen. Dazu gehört eine Ausbildung zum “Fachkundigen für Arbeiten an Hochvolt-eigensicheren Fahrzeugen”, ein Training zum Hochvolt-System des G20 PHEV und speziell zur Instandsetzung der Hochvolt-Batterie SP41. Eine weitere Möglichkeit ist eine gleiche Qualifikation an Hochvolt-Batterieeinheiten der Generation 3.0 mit Abarbeiten der WBT Hochvolt-Batterieeinheit.

Zur Fehlersuche ist vor dem Ausbauen und Öffnen der Hochvolt-Batterieeinheit das BMW Diagnosesystem zu nutzen. Nur wenn der Prüfplan es vorgibt und die Voraussetzung “äußerlich keine mechanische Beschädigung” erfüllt ist, ist die Hochvolt-Batterieeinheit zu öffnen und die vom Prüfplan identifizierte fehlerhafte Komponente zu tauschen.

Außer dem Tausch von fehlerhaften Komponenten sind keine Instandsetzungsarbeiten in der Hochvolt-Batterieeinheit vorgesehen. Beispielsweise wird ein defekter Kabelbaum nicht repariert, sondern lediglich durch einen neuen ersetzt. Um den Tausch einer fehlerhaften Komponente durchzuführen, ist das genaue Befolgen der in der Reparaturanleitung vorgegebenen Arbeitsschritte sehr wichtig. Auch die Verwendung der dort genannten Spezialwerkzeuge ist von großer Wichtigkeit. Wenn der Service-Mitarbeiter alle diese Voraussetzungen erfüllt, kann er die Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit sicher und mit der geforderten hohen Qualität ausführen.



Bevor an verunfallten Hochvolt-Fahrzeugen gearbeitet werden darf, müssen die Anweisungen und Hinweise folgender Dokumente in der Reparaturanleitung beachtet werden:

- Sicherheitshinweise im Umgang mit Elektrofahrzeugen
- Beurteilung verunfalltes Fahrzeug
- Optische Prüfung Hochvolt-Batterieeinheit nach Unfall.

3.1.2. Sicherheitsregeln

- Der Arbeitsplatz für die Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit muss sauber (fett-, schmutz- und spanfrei), trocken (keine auslaufenden Flüssigkeiten) sowie frei von Funkenflug (nicht in der Nähe von Karosseriearbeiten) sein. Eine direkte Nähe zu Fahrzeugreinigungsplätzen (Waschhalle) oder zu Arbeitsplätzen, an denen Instandsetzungsarbeiten an der Karosserie durchgeführt werden, ist deshalb zu vermeiden. Gegebenenfalls sind Stellwände zur Abtrennung zu verwenden.
- Zur Sicherung des Arbeitsplatzes vor unbefugtem Zutritt (unzureichende Qualifikation, Kunden, Besucher etc.) sowie bei fehlender Hochvolt-Eigensicherheit oder unklarem Zustand sind Absperrbänder erforderlich. Dieser Bereich ist außerdem mit einem ausgefüllten Warnhinweisschild zu kennzeichnen. Diese Warnhinweisschilder sind in ISTA unter “Hinweise zur Kennzeichnung Hochvolt-System” (REH-HIN-6125-24 V-1) verfügbar. Ein Aufstellen gelber Warnhinweise mit Blitz wird bei Verlassen des Arbeitsbereichs empfohlen.
- Feuchtigkeitsreste und grobe Verunreinigungen am Gehäuseoberteil der Hochvolt-Batterieeinheit sind vor der Demontage zu entfernen.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

3. INSTANDSETZUNG.

- Nach Lösen und Entfernen der Schrauben für das Gehäuseoberteil sind die Schraubgewinde bei noch aufgelegtem Gehäuseoberteil mit einem Staubsauger mit Kunststoffaufsatz von kleinen Aluminiumpartikeln zu reinigen.
- Bei bzw. vor und nach jedem Arbeitsschritt ist eine sorgfältige optische Prüfung der Komponenten nötig, die gerade bearbeitet werden. Beispielsweise sind beim Ausbauen einer Komponente die dadurch freiwerdenden anderen Komponenten auf Beschädigung zu prüfen.



Sind das Gehäuse oder interne Hochvolt-Komponenten beschädigt, muss der technische Support kontaktiert werden. **Die Arbeiten an der Hochvolt-Batterieeinheit sind aus Sicherheitsgründen unmittelbar einzustellen.** Ausnahme sind minimale Kratzer.

- Erster Schritt nach dem Öffnen des Gehäusedeckels zur Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit ist eine optische Prüfung auf mechanische Beschädigungen.
- Als zweiter Schritt ist immer vor Arbeiten in der geöffneten Hochvolt-Batterieeinheit ist die Trennung der Hochvolt-Leitung zwischen Zellmodul 3 und 4 erforderlich, um die Reihenschaltung zu unterbrechen.
- Bei Arbeitsunterbrechungen den abgebauten Gehäusedeckel auflegen und durch Eindrehen einiger Schrauben gegen unbeabsichtigtes Öffnen sichern. Es ist empfohlen, ein gelbes Dreieckshütchen (Hochvoltkennzeichen) auf den Gehäusedeckel zu stellen.
- An den Hochvolt-Komponenten oder Verbindungen bzw. in deren unmittelbarer Nähe keine Verwendung von Werkzeugen oder anderen Gegenständen, die spitze oder scharfe Schneiden/Kanten haben.
Verboten sind Werkzeuge mit scharfen Kanten und Schneiden, wie z. B. Schraubendreher, Seitenschneider, Messer usw. Erlaubt sind Montagewerkzeuge aus Kunststoff, wie z. B. Montagekeile und Werkzeuge, die keine scharfen Kanten und Schneiden haben.
- Das Öffnen von Kabelbindern am Niedervolt-Kabelbaum ist nur mit einer Kombizange zulässig. Die Kabelbänder an den Hochvolt-Leitungen dürfen nur mit der Kombizange geöffnet werden, um die Hochvolt-Leitung samt Trägerbauteil zu demontieren. Bei der Montage der Kabelbänder ist das entsprechende Spezialwerkzeug zu verwenden.
- Beim Aus- und Einbau der Zellmodule ist beim Lösen der Schrauben und beim Ausbau darauf zu achten, dass sich die Kunststoff-Abdeckung auf den Zellmodulen nicht löst. Darunter befindet sich das spannungsführende Zellkontaktierungssystem.



Zum Festziehen und bündigem Abschneiden von Kunststoff-Kabelbändern in Hochvolt-Batterieeinheiten ist unbedingt die Reparaturanleitung 6125 ... **“Hinweise zum Öffnen und Schließen von Kabelbindern”** zu beachten.



Bei gelöster Kunststoff-Abdeckung ist diese zu befestigen. Es ist zu beachten, dass man nicht mit spannungsführenden Teilen in Kontakt kommt. Ist ein fester Sitz der Abdeckung nicht mehr möglich oder die Abdeckung gebrochen, muss das Zellmodul ersetzt werden.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

3. INSTANDSETZUNG.

- Bei Verunreinigungen in der Hochvolt-Batterieeinheit sind – nach Klärung der Ursache – die betroffenen Stellen entsprechend vorsichtig zu reinigen. Hierfür sind folgende Reiniger freigegeben:
 - Spiritus
 - Windschutzscheibenreiniger
 - Glasreiniger
 - Destilliertes Wasser
 - Staubsauger mit Kunststoffaufsatz.
- Vor dem Schließen des oberen Gehäusedeckels die Werkzeuge im Werkzeugkasten/ Werkzeugwagen auf Vollständigkeit prüfen. Keine Werkzeuge im Inneren der Hochvolt-Batterieeinheit vergessen.
- In der Hochvolt-Batterieeinheit verlorene oder hineingefallene Kleinteile oder Schrauben müssen unbedingt wieder entfernt werden. Um keine Schrauben bei der Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit zu verlieren, werden magnetische Werkzeuge empfohlen.
- Aufgrund der relativ dünnen Wandstärken des Wärmetauschers besteht ein erhöhtes Beschädigungsrisiko bei der Demontage und Montage. Beim Umgang mit dem Wärmetauscher ist ein vorsichtiges Handling zwingend erforderlich, da bei beschädigtem Wärmetauscher (verbogen, eingedellt) die Kühlung der Zellmodule nicht mehr sichergestellt ist. Dadurch nehmen die verfügbare Reichweite und Leistung des Fahrzeugs stark ab. Dichtungen und Dichtflächen (Entgasungseinheit, Hochvolt-Stecker, 12-V-Stecker, Wärmetauscheranschluss) sind vor einer Wiedermontage mit den vorgegebenen Reinigungsmitteln zu reinigen.
- **Elektrolyt**
Der überwiegende Teil des Elektrolyts ist im festen Kathodenmaterial, hauptsächlich Lithium-Nickel-Mangan-Kobald-Oxid, und im festen Anodenmaterial, hauptsächlich Graphit, gebunden. Die Menge des freien Elektrolyts in der Hochvolt-Batterieeinheit ist sehr gering. Im Fall einer Leckage können Elektrolyt und Lösungsmitteldämpfe freigesetzt werden. Bei Haut- oder Augenkontakt muss mit viel klarem Wasser gespült und unmittelbar danach der Arzt konsultiert werden.
Im Fall eines Brandes entstehen hauptsächlich entzündliche Gase, Stickgase und gesundheitsgefährdende Substanzen wie Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Wasserstoff und Kohlenwasserstoffe. Vorsicht, nicht einatmen! Es ist für ausreichende Frischluftzufuhr zu sorgen. Bei Atemstillstand ist eine Gerätebeatmung durchzuführen und unmittelbar der Arzt zu konsultieren.
Im Brandfall die Feuerwehr verständigen. Den Bereich sofort räumen und die Unfallstelle sichern. Löschversuch ohne Personengefährdung unternehmen und ein geeignetes Löschmittel, z. B. Wasser oder Schaum Feuerlöscher verwenden.

3.1.3. Elektrische und mechanische Diagnose

- Analyse auf ausbauverhindernde Fehler (z. B. doppelte Schützkleber)
- Analyse auf Fehler, die keine genaue Aussage zum inneren Zustand der Hochvolt-Batterieeinheit zulassen (z. B. interner Isolationsfehler)
- Instandsetzungsmaßnahme aus Prüfplan (Diagnose) ermitteln und Positionsplan ausdrucken.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

3. INSTANDSETZUNG.



Das Löschen des Fehlerspeichers darf erst nach der vollständigen Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit erfolgen.

- Wird durch die Diagnose festgestellt, dass ein Zellmodul erneuert werden soll, muss das Spannungsniveau des neuen Zellmoduls an das Spannungsniveau der übrigen Zellmodule angepasst werden. Dieser einzustellender Wert wird im Normalfall durch das Diagnosesystem ISTA vorgegeben.
- Beim Tausch **aller** Zellmodule den Ladezustand eines **neuen** Zellmoduls als Referenzwert verwenden. Zum Auslesen: Lade-/Entladegerät an ein neues Zellmodul anschließen, Ladezustand/Spannung auslesen und als Sollspannung für alle anderen Zellmodule verwenden.
- Sichtprüfung auf Verschmutzung und Beschädigung des Gehäuses im eingebauten Zustand sowie der Anschlüsse und der Entgasungseinheit. Eine Beschädigung der Membran der Entgasungseinheit kann ein Indiz für beschädigte Zellen sein. Sollte dies der Fall sein, ist eine besondere Sorgfalt beim Prüfen des Innenlebens der geöffneten Hochvolt-Batterieeinheit erforderlich.

3.1.4. Ausbau der Hochvolt-Batterieeinheit aus dem Fahrzeug

- 1 Kältemittel absaugen.
- 2 Hochvolt-System mittels Hochvolt-Sicherheitsstecker spannungsfrei schalten, gegen Wiedereinschalten sichern und Spannungsfreiheit feststellen.
- 3 Vorarbeiten gemäß Reparaturanleitung durchführen (z. B. Unterbodenverkleidung, Streben, Abgasanlage und Gelenkwelle ausbauen).
- 4 Anschlüsse (12-V-Bordnetz, Hochvolt, Kältemittel) trennen.
- 5 Anschlüsse Kältemittelleitungen mit Verschluss-Stopfen verschließen.
- 6 Mobilien Aggregatehubtisch mit Befestigungselementen mit den Aufnahmen vorbereiten.
- 7 Mobilien Aggregatehubtisch an der Hochvolt-Batterieeinheit positionieren sowie eine Sichtprüfung auf korrekten Sitz der Befestigungselemente mit den Aufnahmen durchführen.
- 8 Befestigungsschrauben an Hochvolt-Batterieeinheit lösen und entfernen.
- 9 Hochvolt-Batterieeinheit langsam nach unten vorsichtig absenken.
- 10 Freigängigkeit überprüfen, um Beschädigungen zu vermeiden.
- 11 Sichtprüfung auf Verschmutzung und Beschädigung des Gehäuses von allen Seiten.
- 12 Prüfung auf thermische Auffälligkeit bei Fehlern, die auf einen unklaren Zustand der Hochvolt-Batterieeinheit schließen lassen.
- 13 Transport des mobilen Aggregatehubtisches zum Instandsetzungsarbeitsplatz.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

3. INSTANDSETZUNG.

3.2. Instandsetzung der ausgebauten Hochvolt-Batterieeinheit



Die nachfolgende Beschreibung der Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit ist nur eine generelle Auflistung der Inhalte und der Vorgehensweise. **Grundsätzlich und ausschließlich gelten nur die Vorgaben und Anweisungen in der aktuell gültigen Ausgabe der Reparaturanleitung.**

3.2.1. Allgemeines und vorbereitende Maßnahmen

Die Hochvolt-Batterieeinheit ist eine Komponente mit großen Abmessungen und hohem Gewicht. Erst die Kombination aus dem Gehäuse und den darin befestigten Zellmodulen gibt der Hochvolt-Batterieeinheit die volle Stabilität (Steifigkeit), wie sie im Fahrbetrieb benötigt wird.

Beim Tausch von Zellmodulen ist das Eintragen der Seriennummer vom alten und vom neuen Zellmodul und der Einbauposition der getauschten Komponenten in das ausgedruckte Protokoll und in die Speichermanagement-Elektronik SME extrem wichtig. Hierfür ist im Diagnosesystem eine Servicefunktion zur **“Inbetriebnahme der Hochvolt-Batterieeinheit”** nach der Instandsetzung vorhanden.



Bei einer erneuten Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit werden dann die diagnostizierten Fehler für die falsche Einbauposition angezeigt und in Folge das falsche Zellmodul getauscht.

3.2.2. Arbeiten vor dem Öffnen

Arbeitsplatz vorbereiten

- Mobilien Aggregatehubtisch mit Adaptern vorbereiten.
- Auf Sauberkeit des Arbeitsplatzes achten.
- Auslaufende Flüssigkeiten fernhalten.
- Keine Werkzeuge oder andere Gegenstände am Arbeitsplatz verwenden.
- Räumliche Trennung zu anderen Arbeitsplätzen durch einen separaten Raum oder Absperrbänder.
- Kein Funkenflug in der Nähe, ansonsten entsprechende Trennwände aufstellen.

3.2.3. Demontage der Gehäuseteile der Hochvolt-Batterieeinheit



Bei allen Arbeitsschritten an der Hochvolt-Batterieeinheit ist **grundsätzlich die aktuelle Reparaturanleitung** zu befolgen.

Bei der Demontage der Gehäuseteile ist folgende Vorgehensweise vorgeschrieben: Zuerst sind alle Verunreinigungen und eventuelle Feuchtigkeit vom Gehäusedeckel zu entfernen.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

3. INSTANDSETZUNG.

Als Reinigungsmittel sind folgende freigegeben:

- Spiritus
- Windschutzscheibenreiniger
- Glasreiniger
- Destilliertes Wasser
- Staubsauger mit Kunststoffaufsatz.

Die Schrauben des Gehäusedeckels lösen und die Schraubenlöcher mittels Staubsauger von Verschmutzung (Aluminiumpartikel) befreien. Den Gehäusedeckel vorsichtig abnehmen. Sichtprüfung auf Beschädigungen und Feuchtigkeitseintritt bei geöffneter Hochvolt-Batterieeinheit durchführen.



Sind Beschädigungen erkennbar, ist die Arbeit sofort einzustellen und eine BMW Elektrofachkraft oder der technische Support zu kontaktieren.



Die Schrauben der Gehäuseteile sind nach jeder Demontage zu erneuern. Die Auflageflächen der Dichtungen am Gehäuseoberteil und das Gehäuseunterteil sind zu reinigen.

3.2.4. Ausbau der Zellmodule



Die nachfolgende Beschreibung der Instandsetzung der Hochvolt-Batterieeinheit ist nur eine generelle Auflistung der Inhalte und der Vorgehensweise. **Grundsätzlich und ausschließlich gelten nur die Vorgaben und Anweisungen in der aktuell gültigen Ausgabe der Reparaturanleitung.**

Vor dem Ausbau der Zellmodule ist der Positionsplan aus dem Diagnosesystem auszudrucken.

Wurde eine visuelle Sichtprüfung auf Beschädigungen und Feuchtigkeitseintritt bei geöffneter Hochvolt-Batterieeinheit durchgeführt und sind dabei keine Auffälligkeiten aufgefallen, kann mit der Instandsetzung fortgeführt werden.

Als Erstes ist die Sicherheitsregel zu beachten und die Hochvolt-Leitung zwischen Zellmodul 3 und Zellmodul 4 zu trennen. Nun sind alle Zellmodule mit einem wasserfesten Stift nach Positionsplan zu nummerieren.

Bevor ein unteres Zellmodul ausgebaut werden kann, ist das jeweils oben drüber liegende Zellmodul samt Modulzwischenboden und Wärmetauscher auszubauen.

Nun können betroffene Zellmodule ausgebaut werden, dabei sind die Hochvolt-Stecker der Zellmodule abzustecken. Danach sind die Stecker der Zellüberwachungselektroniken zu entriegeln und zu lösen. Die Zellüberwachungselektroniken werden zusammen mit den Zellmodulen ausgebaut.

Anschließend können die Befestigungsschrauben der Zellmodule fachgerecht (gleichmäßig) gelöst werden. Falls erforderlich, den CSC-Kabelbaum weiträumig lösen. Bei Bedarf kann ein Kunststoff-Montagekeil zum Lösen verwendet werden. Auf keinen Fall scharfkantige Gegenstände benutzen.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

3. INSTANDSETZUNG.

Das Zellmodul vorsichtig mit dem Spezialwerkzeug herausheben und dabei auf Freigang zwischen den Zellmodulen achten. Das Zellmodul mit dem Boden nach unten rutsch- und kippsicher auf einer sauberen Fläche ablegen. Das Zellmodul sowie den Zellmodulboden von allen Seiten begutachten.



Wichtig

Beim Herausheben der Zellmodule unbedingt den Hinweis "Herabfallen des Zellmoduls" in der aktuellen Reparaturanleitung beachten!



Beim Herausheben des Wärmetauschers muss dieser an den jeweiligen Enden gehalten werden. Andernfalls besteht eine hohe Beschädigungsgefahr aufgrund der geringen mechanischen Stabilität.

3.2.5. Vorbereitung vor dem Einbau eines Zellmoduls

Vor dem Einbau eines neuen Zellmoduls ist der Ladezustand des neuen Zellmoduls auf das vorher ausgelesene Niveau der verbleibenden Zellmodule zu bringen. Für das neue Zellmodul gibt die vorangegangene Diagnose einen Spannungswert vor. Mit dem Zellmodul-Ladegerät wird das neue Zellmodul auf den Spannungswert konditioniert.

Vor dem Einbau des Zellmoduls in die Hochvolt-Batterieeinheit ist die Kontaktfläche des Wärmetauschers und der Boden des Zellmoduls zu reinigen.



Wenn alle Zellmodule getauscht werden, kann ersatzweise die Spannung eines Zellmoduls als Solladespannung für alle anderen Zellmodule verwendet werden, um die Ladezeiten zu minimieren (mittels Ladegerät auslesen).

3.2.6. Einbau der Zellmodule

Vor dem Einbau der Zellmodule sind die Zellüberwachungselektroniken an das Zellmodul zu montieren. Das Zellmodul mit Spezialwerkzeug wieder vorsichtig einheben, dabei ist auf benachbarte Teile zu achten.



Wichtig

Beim Einbau der Zellmodule unbedingt den Hinweis "Herabfallen des Zellmoduls" in der aktuellen Reparaturanleitung beachten!

Beim Einbau sind die Schrauben der Zellmodule zu erneuern und mit dem vorgeschriebenen Drehmoment fachgerecht (gleichmäßig) festzuziehen. Nach der Montage des unteren Zellmoduls den Stecker des CSC-Kabelbaums mit den Zellüberwachungselektroniken verbinden. Die Hochvolt-Stecker des betroffenen Zellmoduls anstecken. Vor dem Einbau des Modulzwischenbodens ist eine optische Prüfung durchzuführen, ob alle Leitungen und Stecker richtig verlegt und angeschlossen sind.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

3. INSTANDSETZUNG.

Anschließend kann der obere Wärmetauscher montiert werden. Die oberen Zellmodule vorsichtig mit dem Spezialwerkzeug auf den Wärmetauscher heben und die neuen Befestigungsschrauben mit dem vorgeschriebenen Drehmoment fachgerecht (gleichmäßig) festziehen. Im nächsten Schritt können der Kabelbaum der Zellüberwachungselektroniken und die dazugehörigen Stecker gesteckt und verrastet werden.

Bevor die Hochvolt-Leitung zwischen Zellmodulen 3 und 4 wieder verbunden werden, immer nochmals eine abschließende Überprüfung der vorangegangenen Arbeiten an der Hochvolt Batterie durchführen. Erst nach dieser abschließenden Überprüfung kann die Hochvolt-Leitung zwischen Zellmodulen 3 und 4 wieder verbunden werden.

Die Seriennummern der alten sowie neuen Zellmodule und deren Einbauposition in der Hochvolt-Batterieeinheit sind auf dem aus dem Diagnosesystem ausgedruckten Zettel zu notieren. Im Werkstatt-Informationssystem ISTA gibt es eine Servicefunktion zur **“Inbetriebnahme der Hochvolt-Batterieeinheit”** nach der Instandsetzung. Hier müssen die Seriennummern der alten Zellmodule und der neuen Zellmodule in das Speichermanagement-Steuergerät eingetragen werden.

3.2.7. Ausbau der Zellüberwachungselektronik

Vor dem Ausbau der Zellmodule oder Zellüberwachungselektronik (CSC) ist der Positionsplan aus dem Diagnosesystem auszudrucken. Als Erstes ist die Sicherheitsregel zu beachten und die Hochvolt-Leitung zwischen Zellmodulen 3 und 4 zu trennen. Nun sind alle Zellmodule mit einem wasserfesten Stift nach Positionsplan zu nummerieren. Den CSC-Ring-Kabelbaum weiträumig lösen, wenn erforderlich, einen Montagekeil zum Lösen verwenden. Auf keinen Fall scharfkantige Gegenstände benutzen. Stecker der oberen Zellüberwachungselektroniken entriegeln, abstecken und ausbauen. Zum Ausbau der unteren Zellüberwachungselektronik sind die Zellmodule auszubauen. Danach kann die Zellüberwachungselektronik abgenommen werden.

3.2.8. Einbau der Zellüberwachungselektronik

Die Zellüberwachungselektroniken an dem Zellmodul befestigen und anstecken. Der Einbau der evtl. vorher demontierten Komponenten erfolgt in umgekehrter Reihenfolge zum Ausbau. Abschließend die Hochvolt-Leitung zwischen Zellmodulen 3 und 4 verbinden. Im Werkstatt-Informationssystem ISTA muss die Servicefunktion zur **“Inbetriebnahme der Hochvolt-Batterieeinheit”** nach der Instandsetzung ausgeführt werden.

3.2.9. Ausbau des Wärmetauschers

Beim Ausbau der oberen Wärmetauscher sind die oberen Zellmodule zu demontieren. Beim Ausbau der unteren Wärmetauscher sind zusätzlich der jeweilige Modulzwischenboden und die jeweiligen unteren Zellmodule sowie der CSC-Ring-Kabelbaum zu demontieren.



Beim Herausheben des Wärmetauschers muss dieser an den jeweiligen Enden gehalten werden. Andernfalls besteht eine hohe Beschädigungsgefahr aufgrund der geringen mechanischen Stabilität.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

3. INSTANDSETZUNG.

3.2.10. Einbau der Wärmetauscher

Werden die Wärmetauscher nur aus- und eingebaut, sind die Dichtringe am Anschluss immer zu ersetzen. Vor dem Einbau der unteren Wärmetauscher ist der Kunststoff-Pin laut Reparaturanleitung auszurichten. Ein defekter Kunststoff-Pin ist zu ersetzen.



Beim Einsetzen des neuen Wärmetauschers muss dieser an den jeweiligen Enden gehalten werden. Andernfalls besteht aufgrund der geringen mechanischen Stabilität eine hohe Beschädigungsgefahr.

Nach der Montage der unteren Wärmetauscher sind die unteren Zellmodule mit Spezialwerkzeug wieder vorsichtig einzuheben. Dabei ist darauf zu achten, dass die Zellüberwachungselektronik an das Zellmodul montiert wird. Neue Schrauben des Zellmoduls ansetzen und mit dem vorgeschriebenen Drehmoment fachgerecht (gleichmäßig) festziehen. Nach der Montage der unteren Zellmodule die Stecker des CSC-Kabelbaums mit der Zellüberwachungselektronik verbinden. Die Hochvolt-Stecker der betroffenen Zellmodule anstecken. Vor dem Einbau der oberen Wärmetauscher sind die Modulzwischenböden zu befestigen.

Anschließend können die beiden oberen Wärmetauscher montiert werden. Die oberen Zellmodule vorsichtig mit dem Spezialwerkzeug auf die Wärmetauscher heben und die neuen Befestigungsschrauben mit dem vorgeschriebenen Drehmoment fachgerecht (gleichmäßig) festziehen. Im nächsten Schritt können die Zellüberwachungselektroniken an den Zellmodulen befestigt und die dazugehörigen Stecker verastet werden.

3.2.11. Montage des Gehäusedeckels der Hochvolt-Batterieeinheit

Dichtfläche des Gehäusedeckels und Gehäuseunterteils prüfen und bei Verschmutzungen reinigen. Die Dichtung der Gehäuseteile muss erneuert werden. Bei der Montage des Gehäusedeckels ist darauf zu achten, dass die neue Dichtung keinen Kontakt zu scharfen Kanten bekommt.

Bevor die Serienschaltung der Hochvolt-Leitung zwischen Zellmodulen 3 und 4 wiederhergestellt wird, ist immer nochmals eine abschließende Überprüfung der vorangegangenen Arbeiten an der Hochvolt Batterieeinheit durchzuführen. Erst nach dieser abschließenden Überprüfung kann die Hochvolt-Leitung zwischen Zellmodulen 3 und 4 wieder verbunden werden. Nun kann der Gehäusedeckel vorsichtig aufgelegt werden.



Die Schrauben sind selbstschneidend, deshalb sind sie vorsichtig von Hand anzusetzen, bevor mit Werkzeug weitergearbeitet wird. Andernfalls droht eine Beschädigung der Gewinde am Gehäuseunterteil. Eine Verwendung von Kraftschraubern ist nicht zulässig, da die Schrauben/Gewinde abreißen könnten. Die Schrauben müssen erneuert werden.

Erreicht eine Schraube beim Anziehen nicht das vorgeschriebene Drehmoment oder wurde das Gewinde beschädigt, so ist dieses Gewinde mit einem Dünnwand-Gewindeeinsatz (Kerb-Konus-Einsatz) instand zu setzen. Allerdings müssen mindestens 2 Original-Verschraubungen unbeschädigt sein und dürfen nicht nachgearbeitet werden. Alle anderen Verschraubungen dürfen nachgearbeitet werden. Im Elektronischem Teilekatalog ETK ist ein "Reparaturkit Gewindereparatur Dünnwand" verfügbar. Zum Aufbohren der Schraubengewinde muss das Gehäuseoberteil auf der Hochvolt-Batterieeinheit aufliegen, um einen Späneintrag in das Innere der Hochvolt-Batterieeinheit zu vermeiden. Die Verschmutzung durch diese Späne/Aluminiumpartikel mittels Staubsauger und Kunststoffaufsatz anschließend befreien.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

3. INSTANDSETZUNG.

Sollten alle Schraubengewinde im Gehäuseunterteil beschädigt sein, ist das Gehäuseunterteil zu ersetzen!

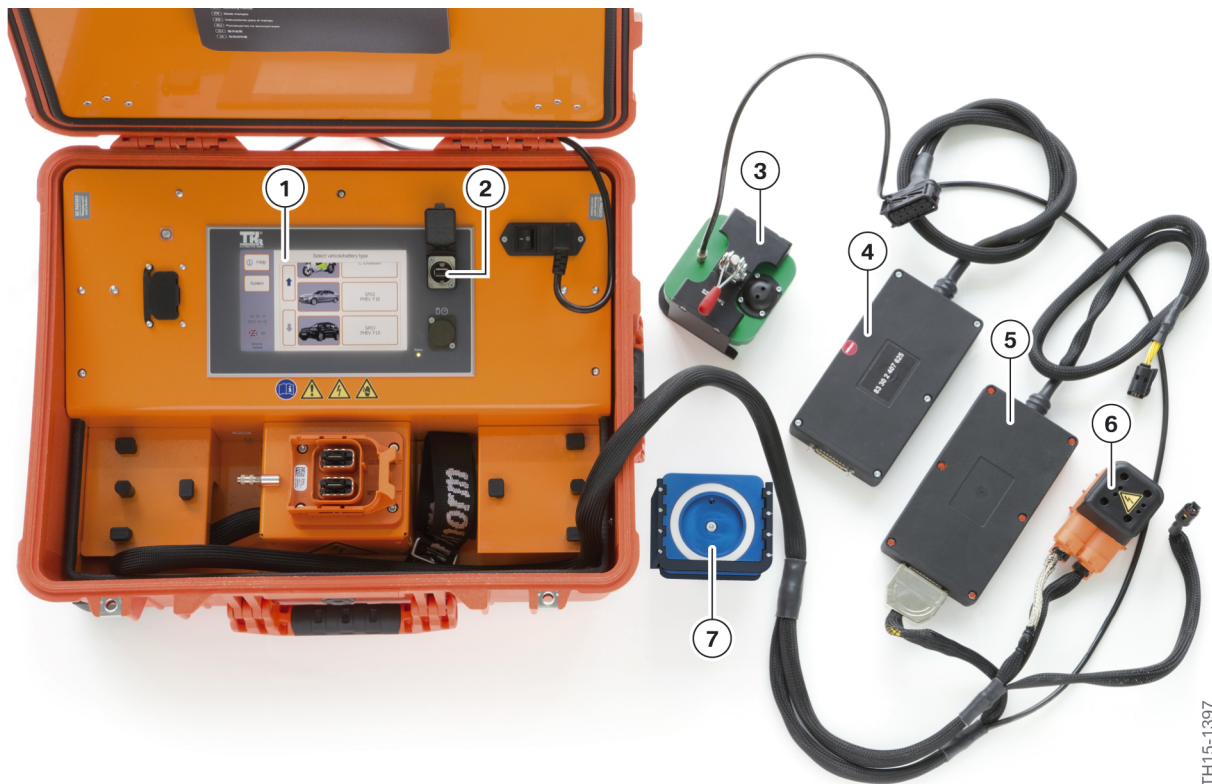


Im Reparaturfall muss bei beschädigtem Schraubengewinde im Gehäuseunterteil die Gehäusebohrung mit einem Kerb-Konus-Einsatz instandgesetzt werden. Sollten eventuell Späne/ Aluminiumpartikel doch in die Hochvolt-Batterieeinheit gelangt sein, sind diese anschließend zu entfernen.

Die neuen Schrauben mit dem vorgeschriebenen Drehmoment fachgerecht (gleichmäßig) anziehen.

3.3. Nacharbeiten

3.3.1. Abschließender Test mit EoS-Tester



EoS-Tester

TH15-1397

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

3. INSTANDSETZUNG.

Index	Erklärung
1	Touchscreen zur Bedienung
2	USB-Schnittstelle für Updates
3	Druckglocke BMW i3
4	Relaisbox für Hochvolt-Test PHEV
5	Relaisbox für Hochvolt-Test BMW i
6	Hochvolt-Stecker
7	Druckglocke BMW i8 / PHEV

Vor dem Einbau der Hochvolt-Batterieeinheit in das Fahrzeug muss ein Test mit dem EoS-Tester (End of Service) durchgeführt werden. Die passende Druckglocke für die Entgasungseinheit montieren. Die Prüfanschlüsse für Druckglocke, Hochvolt-Stecker und Relaisbox zum 12-V-Bordnetzstecker anschließen.

Um den Gesamttest zu starten, muss zuerst das entsprechende Fahrzeug bzw. die Hochvolt-Batterieeinheit ausgewählt werden. Anschließend erfolgen die Tests für die Spannungsfestigkeit, den Isolationswiderstand, die SME-Isolationsüberwachung, Druckprüfung und weitere Tests. Wurden alle Tests bestanden und im Fehlerspeicher ist kein Fehler vorhanden, wird ein Prüfcode ausgegeben.

Sollte beim Dichtigkeitstest ein Fehler festgestellt werden, wird der Test nicht sofort abgebrochen. Es werden erst alle elektrischen Prüfungen ausgeführt und dann das Ergebnis präsentiert. Wenn die elektrischen Prüfungen in Ordnung waren, wird in den Leckagesuchmodus umgeschaltet. Sollte die elektrische Prüfung fehlgeschlagen sein, wird die Meldung eingeblendet, den technischen Support zu benachrichtigen.

Den Prüfcode ablesen und für späteres Übertragen in das Diagnosesystem notieren. Abschließend wird durch den EoS-Tester das Transportbit gesetzt, damit die Schütze nicht aktiviert werden können. Bei der abschließenden Diagnose wird über die Servicefunktion **“Inbetriebnahme der Hochvolt-Batterieeinheit”** nach Eingabe des Prüfcodes das Transportbit zurückgesetzt. In dieser Servicefunktion werden die elektromagnetischen Schaltschütze wieder aktiviert und die FASTA-Daten ins Werkstattssystem übertragen.



Die BMW Group erweitert kontinuierlich die Fahrzeugpalette der elektrifizierten Antriebe. Daraus ergibt sich auch die beständige Entwicklung von Hochvolt-Batterieeinheiten.

Aus diesem Grund soll der EoS-Tester (End of Service) immer die aktuelle Software-Version haben. Mit dieser aktuellen Software wird der EoS-Tester auf die aktuellen Fahrzeuge und Hochvolt-Batterien angepasst. Die aktuelle Software Version ist online vom Hersteller erhältlich (www.tkr-support.com). Über den Menüpunkt am EoS-Tester **"System"** ->**"Update"** kann die aktuelle Software mit einem USB-Speichermedium auf den EoS-Tester übertragen werden.

3.3.2. Einbau der Hochvolt-Batterieeinheit in das Fahrzeug

Die Hochvolt-Batterieeinheit vorsichtig mit dem mobilen Aggregatehubtisch unter das Fahrzeug fahren. Beim Anheben der Hochvolt-Batterieeinheit ist auf die Arretierung und Zentrierung zu achten. Die Hochvolt-Batterieeinheit langsam anheben und die Befestigungshalter ausrichten. Zuerst die 4 Befestigungsschrauben mit Unterlegscheiben ansetzen. Das ist extrem wichtig, da es sonst zu

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

3. INSTANDSETZUNG.

einer Verformung der Karosserie kommen kann, wenn die Scheiben nicht verbaut werden. Es ist dringend erforderlich, die aktuelle Reparaturanleitung diesbezüglich zu beachten. Anschließend die Befestigungsschrauben ansetzen und die Hochvolt-Batterieeinheit komplett anheben. Die Befestigungsschrauben mit dem vorgeschriebenen Drehmoment anziehen.



Bei der Montage der Potenzialausgleichsschrauben muss die Vorgehensweise wie folgt eingehalten werden:

- 1 Kontaktflächen und Gewinde der Bohrungen reinigen und von einer zweiten Person kontrollieren lassen.
- 2 Montageschrauben mit vorgeschriebenem Drehmoment festziehen.
- 3 Drehmoment von einer zweiten Person kontrollieren lassen.
- 4 Beide Personen müssen die Richtigkeit der Ausführung in der Fahrzeugakte dokumentieren. Hierfür gibt es auch ein **“Formblatt für Potenzialausgleichverschraubungen”** in ISTA.

Vor Befestigung der Kältemittelleitungen sind die O-Ringe zu erneuern. Abschließend sind die Stecker der Hochvolt-Leitungen und die Schnittstelle zu den 12-V-Bordnetzleitungen anzustecken.

3.3.3. Abschließende elektrische Diagnose

Im Diagnosesystem ist die Servicefunktion zur **“Inbetriebnahme der Hochvolt-Batterieeinheit”** zu starten. Den Prüfcode vom EoS-Testgerät eingeben bzw. über DMC einlesen. Die Seriennummern und die Einbaupositionen der getauschten Komponenten werden von der Speichermanagement-Elektronik an das Diagnosesystem übertragen und in FASTA dokumentiert. Die Schaltschütze werden vom Diagnosesystem freigegeben. Abschließend wird die Klimaanlage befüllt, die Hochvolt-Batterieeinheit voll aufgeladen und danach wird der Fehlerspeicher gelesen.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

4. ZELLMODULTAUSCH.

Die in den Zellen enthaltenen Elemente machen das Zellmodul zu einer wertvollen Komponente. Um die Anzahl an ausgetauschten Zellmodulen zu minimieren und die Wiederverwertung besser nachvollziehen zu können, gibt es einige Neuerungen.

4.1. Wiederverwendung

In einigen Hochvolt-Fahrzeugen mit gewissen Softwareständen muss nach dem Auslösen der Schmelzsicherung (in der S-Box) der gesamte Hochvolt-Pfad getauscht werden. Dazu werden im Rahmen der Diagnose folgende Komponenten ausgegeben:

- Sämtliche Hochvolt-Leitungen
- Die S-Box
- Sämtliche Zellmodule.

Dies gilt für folgende Fahrzeuge und I-Stufen:

- F45 PHEV und F60 PHEV (**SP05**) und I-Stufe **vor** März 2018
- G11 PHEV, G12 PHEV und G30 PHEV (**SP06**) und I-Stufe **vor** Juli 2018.

Dies verursacht hohe Kosten. Aus diesem Grund wurde die SME-Software erweitert und verfügt nun über einen Zähler, der das Auslösen der Schmelzsicherung berücksichtigt und mitzählt. Bei jedem Auslösen der Schmelzsicherung wird dem Zählerstand eine 1 hinzugefügt. Erst bei einem Zählerstand von 2 müssen sämtliche Zellmodule ausgetauscht werden.

- Erstmaliges Auslösen der Sicherung (Zählerstand 1):
Tausch aller Hochvolt-Leitungen und der S-Box
- Erneutes Auslösen der Sicherung (Zählerstand 2):
Tausch aller Hochvolt-Leitungen, der S-Box und sämtlicher **Zellmodule**.

Dies gilt für folgende Fahrzeuge und I-Stufen:

- F45 PHEV und F60 PHEV (**SP05**) und I-Stufe **ab** März 2018
- G11 PHEV, G12 PHEV und G30 PHEV (**SP06**) und I-Stufe **ab** Juli 2018
- G11 LCI PHEV und G12 LCI PHEV (**SP41**).

Somit kann es vorkommen, dass im Rahmen der Diagnose je nach Fahrzeug und Softwarestand die Zellmodule als zu tauschende Komponenten angegeben werden oder nicht.



Im Rahmen der Instandsetzung wird durch die Diagnose eine Auflistung ausgegeben, welche Komponenten getauscht werden müssen. Dieser Auflistung ist stets Folge zu leisten.

Der Zählerstand ist in ISTA nicht sichtbar und wird im Rahmen der Diagnosefunktion automatisch zurückgesetzt, wenn die Instandsetzung beendet ist. Ein manuelles Zurücksetzen ist nicht möglich.

Beim Tausch der SME wird der Zählerstand der neuen SME mit übernommen. Dies erfolgt allerdings nur bei einem geführtem Steuergerätetausch mittels ISTA.

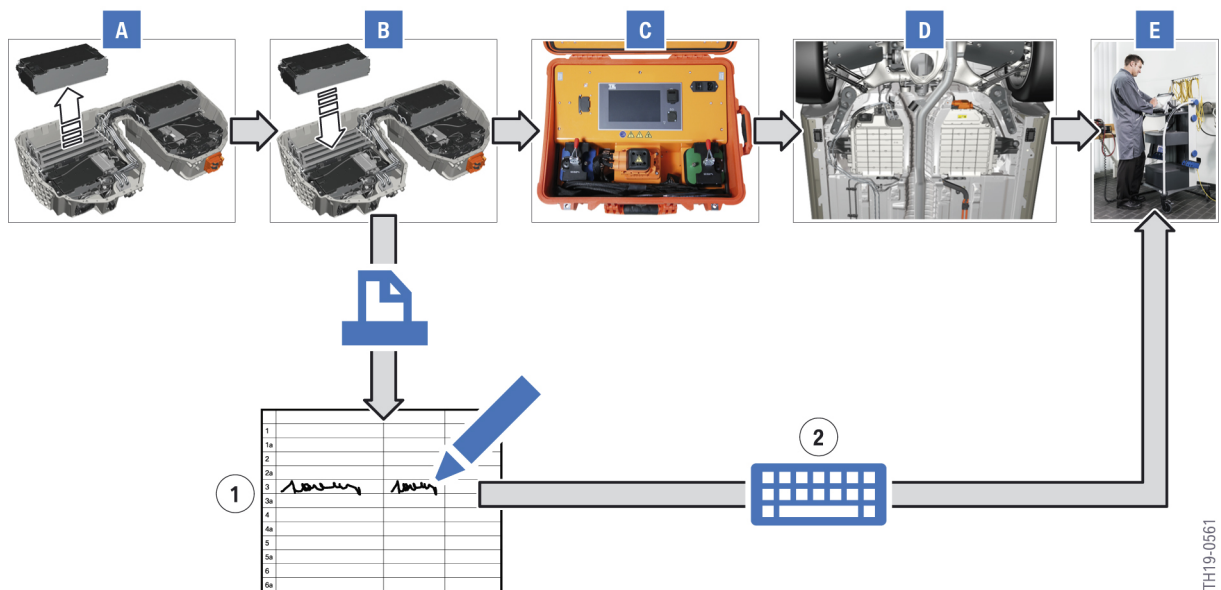
HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

4. ZELLMODULTAUSCH.

4.2. Nachverfolgung

Bisheriger Ablauf

Beim Tausch eines Zellmoduls muss im Rahmen der Servicefunktion die Seriennummer der neuen Zellmodule in ISTA übertragen werden. Dazu musste bisher der Positionsplan ausgedruckt und die Seriennummer der neuen Zellmodule darin notiert werden. Anschließend war es während der **“Inbetriebnahme der Hochvolt-Batterieeinheit”** notwendig, die notierten Seriennummern in ISTA einzugeben.



Notieren der Seriennummern bei Zellmodultausch - bisheriger Ablauf

Index	Erklärung
A	Ausbau des Zellmoduls
B	Einbau des Zellmoduls
C	End-of-Service-Test
D	Einbau der Hochvolt-Batterieeinheit in das Fahrzeug
E	Inbetriebnahme der Hochvolt-Batterieeinheit
1	Notieren der Seriennummer des neuen Zellmoduls in den ausgedruckten Positionsplan
2	Eingabe der Seriennummer des neuen Zellmoduls während der Inbetriebnahme

Neuer Ablauf

Neu ist, dass zuvor auch die Seriennummern der **ausgetauschten** Zellmodule in ISTA übertragen werden müssen. Auf diese Weise werden auch die ausgetauschten Zellmodule in ISTA erfasst.

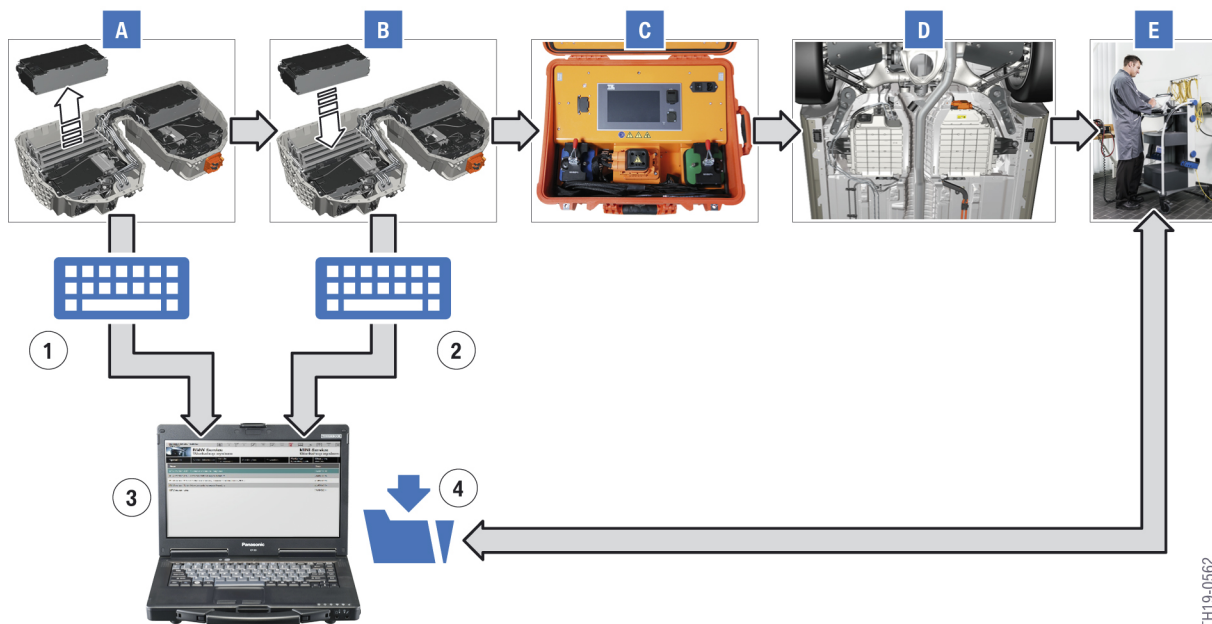
Um die Eingabe der Zellmodul-Seriennummern flexibler an den Arbeitsablauf anpassen zu können, gibt es eine neue Servicefunktion, die keine Fahrzeugkommunikation benötigt. Somit kann die Servicefunktion **“Hochvolt-Batterieeinheit: Seriennummer von Zellmodul dokumentieren”** ausgeführt

TH19-0561

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

4. ZELLMODULTAUSCH.

werden, wenn die Hochvolt-Batterieeinheit noch ausgebaut, offen und die Seriennummern gut zugänglich sind. Möglich wird dies, indem zum Beispiel der letzte ISTA-Vorgang des dazugehörigen Fahrzeugs wieder geöffnet wird.



TH19-0562

Notieren der Seriennummern bei Zellmodultausch - neuer Ablauf

Index	Erklärung
A	Ausbau des Zellmoduls
B	Einbau des Zellmoduls
C	End-of-Service-Test
D	Einbau der Hochvolt-Batterieeinheit in das Fahrzeug
E	Inbetriebnahme der Hochvolt-Batterieeinheit
1	Eingabe der Seriennummer des ausgetauschten Zellmoduls
2	Eingabe der Seriennummer des neuen Zellmoduls
3	Servicefunktion "Hochvolt-Batterieeinheit: Seriennummer von Zellmodul dokumentieren"
4	Speichern und automatisches Abrufen der eingegebenen Seriennummern

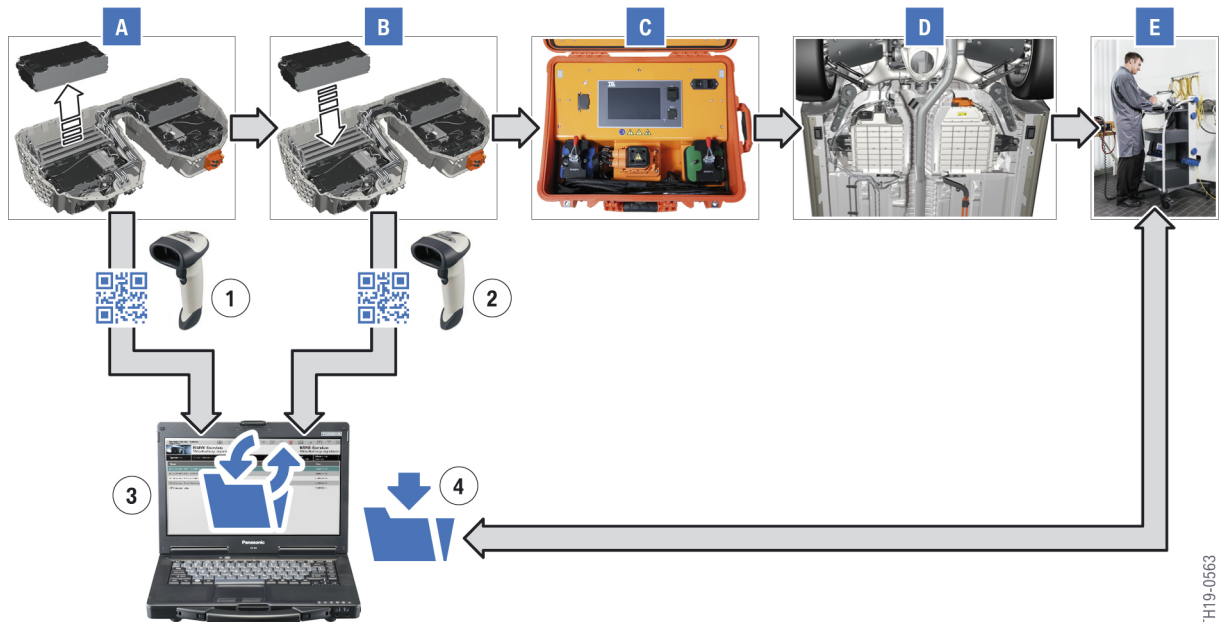
Wenn die Eingabe der Seriennummern über die Tastatur erfolgt ist, werden diese lokal gespeichert und bei der **"Inbetriebnahme der Hochvolt-Batterieeinheit"** automatisch an ISTA übertragen. Ein erneutes Eingeben der Seriennummern ist dann im Rahmen der Inbetriebnahme nicht mehr notwendig.

Neuer Ablauf mit QR-Code-Scanner

Die Eingabe der Seriennummern des ausgetauschten und neuen Zellmoduls kann mithilfe eines handelsüblichen QR-Code-Scanners noch komfortabler erfolgen. Dazu muss der QR-Code-Scanner über den USB-Anschluss mit der ISID verbunden und zu Beginn der Servicefunktion diese Eingabeoption ausgewählt werden.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

4. ZELLMODULTAUSCH.



TH19-0563

Notieren der Seriennummern bei Zellmodulwechsel - neuer Ablauf mit QR-Code-Scanner

Index	Erklärung
A	Ausbau des Zellmoduls
B	Einbau des Zellmoduls
C	End-of-Service-Test
D	Einbau der Hochvolt-Batterieeinheit in das Fahrzeug
E	Inbetriebnahme der Hochvolt-Batterieeinheit
1	Scannen der Seriennummer des ausgetauschten Zellmoduls
2	Scannen der Seriennummer des neuen Zellmoduls
3	Servicefunktion "Hochvolt-Batterieeinheit: Seriennummer von Zellmodul dokumentieren"
4	Speichern und automatisches Abrufen der eingescannten Seriennummern

Anschließend kann der QR-Code an der Zellmodulseite (neben der Seriennummer) eingescannt werden, wenn die Servicefunktion dazu auffordert. Das Eingeben der langen Seriennummer über die Tastatur entfällt auf diese Weise.

4.3. Ladezustandsangleichung

Vor dem Einbau eines neuen Zellmoduls ist der Ladezustand des neuen Zellmoduls auf das vorher ausgelesene Niveau der verbleibenden Zellmodule zu bringen. Dazu kommt das bekannte Modulladegerät zum Einsatz.

Vor dem Einbau eines neuen Zellmoduls ist der Ladezustand des neuen Zellmoduls auf das vorher ausgelesene Niveau der verbleibenden Zellmodule zu bringen. Für das neue Zellmodul gibt die vorangegangene Diagnose Spannungswert vor.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

4. ZELLMODULTAUSCH.

Mit einem Modulladegerät wird das neue Zellmodul auf den Spannungswert konditioniert. Dazu wird das Modulladegerät DBL1200HV-60 (83 30 2 359 907) benötigt.

Die Zellmodule der Hochvolt-Batterieeinheiten werden ständig weiterentwickelt. Dadurch ändern sich die technischen Einsatzbedingungen für das Modulladegerät. Um den Einsatz des Geräts unter den sich ändernden Gegebenheiten sicherzustellen, muss die Software immer auf aktuellem Stand gehalten werden.

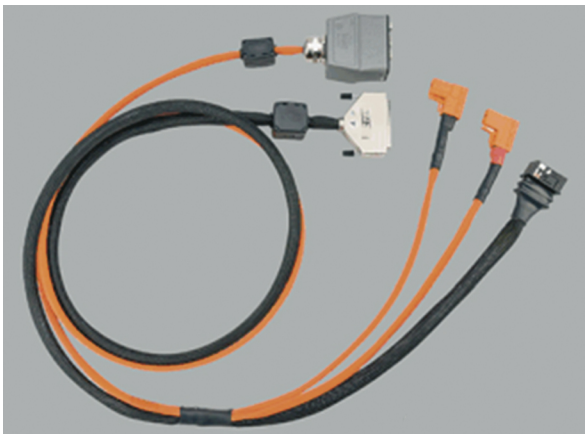
Die Software wird von der Firma Deutronic Online zur Verfügung gestellt. Mit dieser Software wird das Modulladegerät auf aktuelle Anforderungen angepasst. Die Software-Aktualisierung ist entsprechend der in der Dokumentation zum Deutronic-Service-Tool festgelegten Vorgehensweise durchzuführen.



Vor dem ersten Einsatz nach einer Software-Aktualisierung ist die neue Bedienungsanleitung zu lesen. Diese aktuelle Bedienungsanleitung wird ebenfalls von der Firma Deutronic Online zur Verfügung gestellt.

Die Software des Zellmodulladegeräts wurde klimabedingt angepasst. Somit ist das Angleichen der Zellmodulspannung über einen größeren Temperaturbereich möglich.

Temperaturbereich:
0 °C bis 45 °C (vorher 15 °C bis 40 °C)
32 °F bis 113 °F (vorher 59 °F bis 104 °F)



Zellmodulladekabel

Als weiteres Werkzeug wird ein Zellmodulladekabel mit der Spezialwerkzeugnummer 83 30 2 458 279 verwendet. Das Zellmodulladekabel stellt die Verbindung zwischen Zellmodul und Modulladegerät dar.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

5. ENTSORGUNG.

5.1. Lagerung von Hochvolt-Battereeinheiten bis zur Entsorgung

Hochvolt-Battereeinheiten und deren Komponenten, wie zum Beispiel Zellmodule, dürfen nur in Räumen mit automatischer Sprinkleranlagen gelagert werden. Des Weiteren müssen Brandmelder installiert sein, damit auch außerhalb der Betriebszeiten ein eventueller Brand erkannt wird. Grundsätzlich dürfen die Hochvolt-Battereeinheiten nicht auf dem Boden, sondern nur in Regalen gelagert werden. Einzelne Zellmodule müssen in einem abschließbaren Sicherheitsschrank aufbewahrt werden. Wenn eine Hochvolt-Battereeinheit defekt, aber nicht beschädigt ist, kann sie im Transportbehälter analog der Starterbatterien gelagert werden.



Lagerung von intakten Hochvolt-Battereeinheiten und Zellmodulen



TE13-0828

5.2. Lagerung von beschädigten Hochvolt-Battereeinheiten

Eine Hochvolt-Battereeinheit gilt als beschädigt, wenn:

- Sichtbare Brandspuren vorhanden sind
- Hitzeentwicklung spürbar ist
- Rauchaustritt vorhanden ist
- Außenhaut deformiert oder aufgerissen ist.

Beschädigte Hochvolt-Battereeinheiten müssen im Freien in einem speziell gekennzeichneten Container für mindestens 48 h zwischengelagert werden, bevor sie endgültig entsorgt werden dürfen.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

5. ENTSORGUNG.



TE13-0829

Container für beschädigte Hochvolt-Batterieeinheiten

Der Lagerort muss mindestens 5 m Abstand zu Gebäuden, Fahrzeugen oder sonstigen brennbaren Materialien, wie zum Beispiel Abfallcontainern, haben. Äußerlich beschädigte Hochvolt-Batterieeinheiten müssen in einer säurebeständigen und auslaufsicheren Wanne gelagert werden, um ein Eindringen von ausgelaufenem Elektrolyt in das Erdreich zu verhindern. Ebenso ist ein unkontrolliertes Abfließen von Löschwasser zu verhindern.

5.3. Feststellung der Transportfähigkeit

Um eine mögliche Gefährdung auszuschließen, ist die Beurteilung des technischen Zustandes erforderlich. Die Prüfung wird anhand der "Guideline zur Feststellung der Transportfähigkeit" durchgeführt. Dies darf nur durch eine BMW Elektrofachkraft oder einen "Fachkundigen für Arbeiten an der Hochvolt-Batterieeinheit" festgestellt werden, die **zusätzlich** an einer entsprechenden Schulung (Training 08807) bei der Bildungsakademie teilgenommen haben.

5.3.1. Feststellung der Transportfähigkeit von diagnosefähigen Zellmodulen

Wird an einem Fahrzeug auf Grund der Diagnose festgestellt, dass ein Zellmodul defekt ist, wird anhand der Reparaturanleitung **6125... Beurteilung Transportfähigkeit Zellmodul in Servicewerkstätten** die Transportfähigkeit durch einen "Fachkundigen für Arbeiten an der Hochvolt-Batterieeinheit" festgestellt.

5.3.2. Feststellung der Transportfähigkeit von nicht diagnosefähigen Zellmodulen

Ist z. B. nach einem Unfall keine Diagnose an einem Fahrzeug oder einer Hochvolt-Batterieeinheit mit Hilfe des Werkstattsystems möglich, um die Fehlerfreiheit der Zellmodule festzustellen, ist folgende Vorgehensweise vorgeschrieben. Die Prüfung wird anhand der "Guideline zur Feststellung der Transportfähigkeit" durchgeführt. Dies darf nur durch eine BMW Elektrofachkraft oder einen "Fachkundigen für Arbeiten an der Hochvolt-Batterieeinheit" festgestellt werden, die **zusätzlich** an einer entsprechenden Schulung (Training 08807) bei der Bildungsakademie teilgenommen haben.

Die Feststellung der Transportfähigkeit gliedert sich in 2 Bereiche:

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

5. ENTSORGUNG.

- Elektrische Beurteilung
- Optische Beurteilung.

5.3.3. Elektrische Beurteilung

Zur Überprüfung der Transportfähigkeit muss als Erstes über die Diagnose das Testmodul für die Zellmodule abgearbeitet werden, bei dem die elektrische Beurteilung der Transportfähigkeit festgestellt wird. Ist keine Diagnose möglich, muss diese durch eine Elektrofachkraft festgestellt werden.

5.3.4. Optische Beurteilung

Bei der optischen Beurteilung sind folgende Kriterien zu prüfen.

- Rauchentwicklung
- Brandspuren
- Hitzeentwicklung
- Riss bzw. Öffnung am Gehäuse
- Dellen im Gehäuse, Verformungen, Veränderungen
- Korrosionsgeschwächte Teile/Komponenten
- Anschlüsse locker, lose, beschädigt
- Seriennummer/Aufkleber, Sicherheitsaufkleber nicht lesbar
- Verdacht auf Wasserschaden.

Sollten einer oder mehrere dieser Punkte mit "Ja" beantwortet werden, ist die weitere Vorgehensweise mit der BMW Elektrofachkraft oder dem technischen Support zu klären! Des Weiteren muss die ausgebaute Hochvolt-Batterieeinheit mittels Absperrbänder abgeschränkt werden. Bei noch im Fahrzeug befindlicher Hochvolt-Batterieeinheit muss das Fahrzeug abgesperrt und abgeschränkt werden.

5.4. Entsorgung der Zellmodule der Hochvolt-Batterieeinheit

5.4.1. Allgemeines

Die BMW AG setzt in Zukunft immer mehr auf Hybrid- und Elektrofahrzeuge und somit auch auf elektrische Antriebe. Zu diesen Antrieben gehören neben der Elektromaschine, der Leistungselektronik und anderen elektrischen Komponenten auch Hochvolt-Batterieeinheiten. Nach dem Ersteinsatz von NiMH-Hochvolt-Zellen (ActiveHybrid X6) als elektrischer Speicher für Hybrid-Fahrzeuge werden heute hauptsächlich Li-Ionen-Speicher eingesetzt. Diese Li-Ionen-Speicher haben viele Vorteile gegenüber einem NiMH-Speicher. Die Nachteile sind vorwiegend im Transport von solchen Speichern zu sehen, da sich der Aufwand bei Verpackung, Transportvorbereitung und Abwicklung gegenüber NiMH-Speichern erhöht. Des Weiteren sind die Kapazitäten für die Verwertung von Li-Ionen-Speicher aufgrund der noch relativ jungen Technologie eingeschränkt, dies wird sich aber voraussichtlich in den nächsten Jahren ändern. In vielen Ländern der Welt besteht die Pflicht,

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

5. ENTSORGUNG.

die Hochvolt-Battereeinheiten nach den nationalen Gesetzgebungen zu verwerten. Gesetzliche Regelungen zum Recycling von Batteriezellen schaffen die wirtschaftliche Basis für Investitionen in neue Recycling-Technologien und -kapazitäten.

Ziel von BMW ist es, in den jeweiligen Ländern eine entsprechende Recycling-Möglichkeit für die Märkte und die Werke zu finden. Hierzu sind die jeweiligen EMEs in ihren Märkten und Werken angehalten, Lösungen vor Ort zu finden bzw. zu entwickeln.

EME in diesem Zusammenhang leitet sich ab vom englischen Begriff: **Environmental Management Experts**.

5.4.2. Recycling-Firmen

Die Ursprünge des Batteriezellen-Recyclings von Li-Ionen-Batteriezellen finden sich in der Verwertung von Consumer-Batteriezellen und die meisten der etablierten Entsorgungsfachbetriebe von Industrie-Batteriezellen kommen aus diesem Umfeld. Hierin ist auch der Grund für die geringe Anzahl an Entsorgungsfachbetrieben von Industrie-Batteriezellen zu finden, denn die Investitionen in neue Anlagen sind sehr kostenintensiv und der Aufwand für die Demontage der Industrie-Batteriezellen, in für die vorhandenen Prozesse geeigneter Größe, sehr hoch. Die Demontage der Industrie-Batteriezellen setzt auch eine entsprechende Qualifikation der Mitarbeiter voraus.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt gibt es eine wachsende Zahl von Entsorgungsfachbetrieben weltweit, die Industrie- und somit Fahrzeug-Batterien recyceln können. Diese verteilen sich hauptsächlich auf Europa, Nordamerika und Teile Asiens. Grund hierfür ist die historische Entwicklung aufgrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen in den jeweiligen Ländern.

In vielen Ländern wurden und werden gerade neue Gesetzgebungen (z. B. Brasilien, China, Mexiko etc.) zum Recycling der Batteriezellen erlassen. So gibt es z. B. in China bereits mehrere Anbieter. Auch etablieren sich neue Technologien, welche die komplette aber auch Teile des Verwertungsprozesses in mobilen Applikationen anbietet. Das bedeutet, dass man in Zukunft nicht mehr die Batterien zu den Anlagen, sondern die Anlagen zu den gelagerten Batterien bringt. Außerdem wird der Bedarf an Sekundärmaterialien aus Batterien immer höher und damit die Entsorgung zum rentablen Geschäft.

Beispielübersicht von Entsorgungsfachbetrieben (Batteriezellen)

Land	Firma	Verfahren
Belgien B	UMICORE	Hydrometallurgisch und Pyrometallurgisch
China CN	BRUNP	Hydrometallurgisch und Pyrometallurgisch
Deutschland D	ACCUREC	Mech. Zell Prozess und Hydro-Pyrometallurgisch
Frankreich F	RECUPYL	Mech. Zell Prozess und hydrometallurgisch
Kanada CA	Xstrata Niederlande N	Integriert in Co-, Ni-Metallurgie
Korea KR	SungEel	
Niederlande NL	Xstrata	Integriert in Co-, Ni-Metallurgie

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

5. ENTSORGUNG.

Land	Firma	Verfahren
Schweden S	UMICORE	Hydrometallurgisch und Pyrometallurgisch
Schweiz CH	BATREC	Mech. Zell Prozess
Vereinigte Staaten von Amerika USA	ToxCo	Hydrometallurgisch
Vereinigte Staaten von Amerika USA	INMETCO	Pyrometallurgisch

Da die Zahl der Anbieter kontinuierlich wächst, ist das Entsorgungsunternehmen dem Internet länderspezifisch zu entnehmen.

5.4.3. Verfahren

Grundsätzlich kann man zwischen 2 Verfahren unterscheiden, die für das Recycling von Li-Ionen-Batterien, -Modulen und -Zellen eingesetzt werden. Die meisten Entsorgungsfachbetriebe setzen Mischformen dieser beiden Verfahren ein, um die geforderten Quoten erfüllen zu können. Zum einen wird das so genannte **hydrometallurgische** Verfahren eingesetzt, das ein chemisches Verfahren ist. Die Extraktion der Materialien erfolgt hierbei durch Säuren, Laugen, organische Lösungen und/oder Bakterien. Zum anderen wird das **pyrometallurgische** Verfahren, thermische Weiterbearbeitung, eingesetzt. Bei diesem Verfahren werden durch den Einsatz von Temperatur die Batterien, Module oder Zellen geschmolzen und die Metalle separiert. Organische Materialien gehen bei diesen Verfahren verloren, sie verbrennen.

5.4.4. Vorgehensweise

Der BMW Service-Verantwortliche kontaktiert bei Entsorgungsbedarf den für ihn im Markt zuständigen Entsorgungsfachbetrieb. Bei der Beauftragung eines Entsorgungsdienstleisters ist darauf zu achten, dass er die Bedingungen der **Multilateralen Vereinbarung 259** erfüllt. Falls der Entsorgungsfachbetrieb nicht bekannt ist sowie Fragen bezüglich der Entsorgung offen stehen, wendet sich der BMW Service-Verantwortliche an den jeweiligen Environmental Management Expert EME des Marktes.

Der BMW Service-Verantwortliche sorgt für die Verpackung und Sicherung des Gutes. Bei nicht defekten Speichern können die Transportverpackungen der Ersatzteile verwendet werden. Bei defekten Speichern, bei denen Flüssigkeiten austreten, müssen Spezialbehälter verwendet und diese als Gefahrgut befördert werden. Der BMW Service-Verantwortliche stellt sicher, dass defekte Zellmodule oder Hochvolt-Batterieeinheiten vor der Entsorgung für 48 h zwischengelagert werden und lässt die Transportfähigkeit von einer Elektrofachkraft feststellen.

Bis zum Transport sind die Zellmodule oder die Hochvolt-Batterieeinheit gemäß den Vorschriften (inkl. lokale Arbeitsanweisungen) zu lagern. Dabei ist insbesondere darauf zu achten, dass keine Beschädigungen an der Transportverpackung und/oder an der Hochvolt-Batterieeinheit z. B. durch Anfahren mit dem Stapler, durch Wasser etc. auftreten. Besteht der Verdacht, dass die Transportfähigkeit der Hochvolt-Batterieeinheit nicht mehr gegeben ist – beispielsweise aufgrund einer erkennbaren Beschädigung der Transportverpackung – muss die Transportfähigkeit unter Nutzung der Reparaturanleitung erneut festgestellt werden.

HOCHVOLT-BATTERIE SP41.

5. ENTSORGUNG.

5.4.5. Transport von beschädigten und defekten Zellmodulen

Beschädigte und defekte Zellmodule können im Straßenverkehr ADR (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road) gemäß der **Multilateralen Vereinbarung 259** versendet werden. Die Multilaterale Vereinbarung wurde bisher von den Ländern Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und Vereinigtes Königreich unterzeichnet.

Dazu müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:

- 1 Versandstücke mit der Aufschrift "Beschädigte/Defekte Lithium-Ionen-Batterien" bzw. "Beschädigte/Defekte Lithium-Metall-Batterien" kennzeichnen.
- 2 Zellen und Batterien nach den Verpackungsanweisungen P908 oder LP904 verpacken.
- 3 Im Beförderungspapier ist der Vermerk "Beförderung vereinbart gemäß den Bedingungen des Abschnittes 1.5.1 des ADR (M259)" anzubringen.
- 4 Jede Beförderung muss der zuständigen Behörde im Markt gemeldet werden (keine Genehmigung erforderlich). Im Markt Deutschland ist zum Beispiel die Behörde BAM, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, zuständig.
- 5 Zellen und Batterien, die unter normalen Beförderungsbedingungen zu schneller Zerlegung, gefährlicher Reaktion, Flammenbildung, gefährlicher Wärmeentwicklung oder gefährlichen Ausstoß giftiger, ätzender oder entzündbarer Gase oder Dämpfe neigen, dürfen nur unter den von der zuständigen Behörde festgelegten Bedingungen befördert werden.



Bayerische Motorenwerke Aktiengesellschaft
Händlerqualifizierung und Training
Röntgenstraße 7
85716 Unterschleißheim, Germany