Selbststudienprogramm 615
Nur für den internen Gebrauch





Audi A6 hybrid und Audi A8 hybrid

Audi
Service Training

Im November 2011 ging das erste Serien-Hybridmodell von Audi im neuen Jahrhundert an den Start, der Audi Q5 hybrid quattro. Der Performance-SUV ist in seinem Segment der weltweit erste Vollhybrid mit modernen Lithium-Ionen-Akkus. Im Laufe des Jahres 2012 kamen der Audi A6 hybrid und der Audi A8 hybrid auf die Straße.
Sie nutzen das gleiche parallele Hybridkonzept wie der Performance-SUV, mit dem Unterschied, dass der Antrieb bei ihnen nur auf die Vorderräder erfolgt.
Mit den beiden großen Limousinen ist Audi der erste Premiumhersteller, der gleichzeitig im B-, C- und D-Segment Voll-Hybridfahrzeuge mit Lithium-Ionen-Technologie anbietet.

Den Antrieb übernehmen ein 2,0l-TFSI-Motor mit 155 kW (211 PS) und ein Elektromotor mit bis zu 40 kW und 210 Nm Drehmoment; ihre Systemleistung beträgt 180 kW (245 PS). Bei einer Geschwindigkeit von konstant 60 km/h legen die Fahrzeuge bis zu drei Kilometer rein elektrisch zurück, auch ihre Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h im elektrischen Betrieb setzt Maßstäbe.

Als Kraftübertragung dient ein stark modifiziertes Achtstufen-tiptronic-Getriebe, das ohne Drehmomentwandler auskommt. Seine Stelle nimmt der Elektromotor ein, der mit einer Lamellenkupplung kombiniert ist. Diese Lamellenkupplung verbindet beziehungsweise trennt den Elektromotor von dem Verbrennungsmotor. Als elektrischer Energiespeicher fungiert ein Lithium-Ionen-Batteriesystem, das nur ca. 38 Kilogramm wiegt. Eine aufwändige Zweiwege-Luftkühlung hält das Batteriesystem im geeigneten Temperaturfenster.



615_046



615_047

Lernziele dieses Selbststudienprogramms:

Dieses Selbststudienprogramm informiert Sie über die Gesamtfahrzeuge Audi A6 hybrid und Audi A8 hybrid. Wenn Sie dieses Selbststudienprogramm durchgearbeitet haben, sind Sie in der Lage, folgende Fragen zu beantworten:

- An welchen Merkmalen ist ein Audi A6 hybrid oder ein Audi A8 hybrid zu erkennen?
- Aus wievielen Zellen besteht ein Batteriemodul in der Hochvoltbatterie A38?
- Wo befindet sich das Kühlmodul für die Kühlung der Hybrid-Batterie-Einheit AX1 im Audi A8 hybrid?

Inhaltsverzeichnis

Einleitung
Erkennungsmerkmale am Fahrzeug 4

Sicherheitshinweise
VDE-Sicherheitsregeln der Elektrotechnik 6
Warnkennzeichnungen 7

Grundlagen der Hybridtechnik
Hybridtechnik 8
Antriebs-Hybridtechnik 8
Voll-Hybridantrieb 8
Weitere Begriffe 9

Motor
Systemdaten 10
8-Gang-Automatikgetriebe mit Hybridmodul 11

Fahrwerk
Elektromechanische Lenkung 12
Unterdruckpumpe für Bremskraftverstärker V469 13

Elektrik
Hybrid-Batterie-Einheit AX1 14
Hochvoltbatterie A38 16
Steuergerät für Batterieregelung J840 17
Wartungsstecker für Hochvoltsystem TW 18
Sicherheitskonzept 20
Batteriekühlung 22
Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1 24
Steuergerät für Fahrbetrieb J841 27
Elektrischer Klimakompressor V470 28
Drehstromantrieb VX54 29
Fahrmotor für Elektroantrieb V141 30
Hochvoltleitungssatz für Hybrid-Batterie PX1 und PX2 34
12-Volt-Starten 35
Hybridmanager 36
EV-Modus 37

Anzeigen
Anzeigen für das Fahren im Hybridbetrieb 38

Service
Spezialwerkzeuge 40
Betriebseinrichtungen 40

Anhang
Prüfen Sie Ihr Wissen 41
Selbststudienprogramme 43

Das Selbststudienprogramm vermittelt Grundlagen zu Konstruktion und Funktion neuer Fahrzeugmodelle, neuen Fahrzeugkomponenten oder neuen Techniken.
Das Selbststudienprogramm ist kein Reparaturleitfaden! Angegebene Werte dienen nur zum leichteren Verständnis und beziehen sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des SSP gültigen Datenstand.
Für Wartungs- und Reparaturarbeiten nutzen Sie bitte unbedingt die aktuelle technische Literatur.

Hinweis

Verweis

Einleitung

Erkennungsmerkmale am Fahrzeug

Der Audi A6 hybrid und der Audi A8 hybrid sind, zusätzlich zum Hybrid-Schriftzug auf dem Typschild an folgenden abweichenden Merkmalen zu erkennen.

Schalttafeleinsatz mit Powermeter und Hybrid-Anzeigen



Hybrid-Schriftzug auf der Designabdeckung im Motorraum



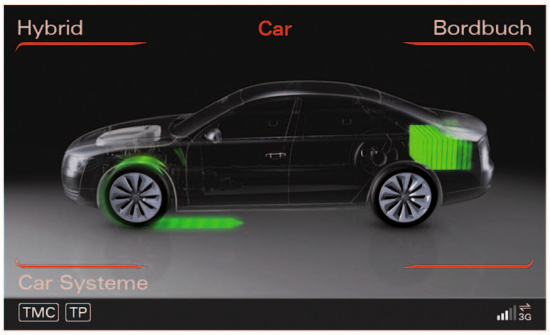


Verweis
Weitere Informationen zu den Basisfahrzeugen finden Sie im Selbststudienprogramm 456 „Audi A8 ’10“ und im Selbststudienprogramm 486 „Audi A6 ’11“.



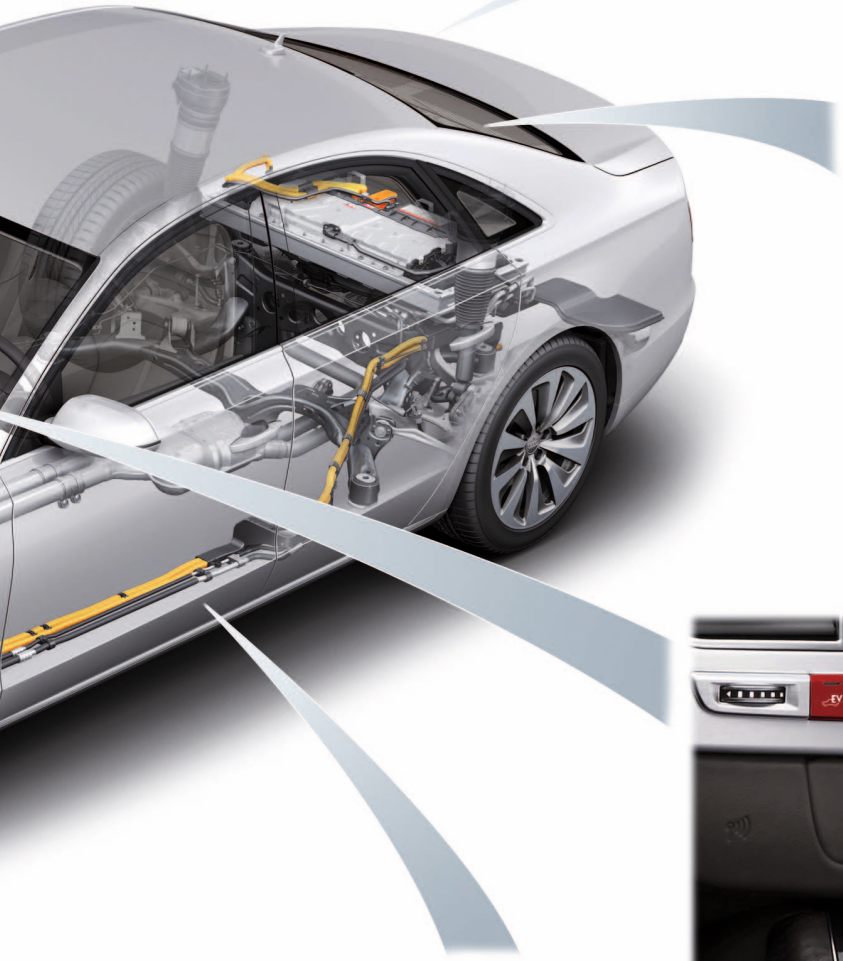
Hybrid-Schriftzug auf den Kotflügeln

MMI-System mit Hybrid-Anzeigen





Hybrid-Schriftzug auf der Heckklappe





Hybrid-Schriftzug im vorderen Bereich des Gepäckraums



Schalter für EV-Mode



Hybrid-Schriftzug auf den Einstiegsleisten

615_035

Sicherheitshinweise

VDE-Sicherheitsregeln der Elektrotechnik

Die nachfolgenden fünf Sicherheitsregeln auf Basis der Normenreihe DIN VDE 0105 werden bei jedem Elektriker für Hausanlagen als bekannt vorausgesetzt.

Dies gilt auch für die verantwortliche, qualifizierte Person für Hochvoltanlagen im Kraftfahrzeug: dem Hochvolttechniker. Diese VDE-Sicherheitsregeln sind vor den Arbeiten an elektrischen Anlagen in der genannten Reihenfolge anzuwenden.

Diese Arbeitsschritte müssen vom Hochvolttechniker ausgeführt werden.

1. **Spannungsfreiheit herstellen**
2. **Anlage gegen Wiedereinschalten sichern**
3. **Spannungsfreiheit feststellen**

Diese Arbeitsschritte sind für Hochvoltfahrzeuge nicht relevant.

4. **Erden und Kurzschließen**
5. **Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken**

Hinweis
Schon Wechselspannungen von 25 Volt und Gleichspannungen von 60 Volt sind für den Menschen gefährlich. Beachten Sie daher unbedingt die Sicherheitsanweisungen in der Service-Literatur, in der Geführten Fehlersuche und die Warnhinweise an dem Fahrzeug.

Hinweis
Arbeiten an der Hochvoltanlage dürfen nur von einem qualifizierten Hochvolttechniker durchgeführt werden.

Warnkennzeichnungen

Um für Benutzer, Service- und Werkstattpersonal sowie Einsatzkräfte der technischen und medizinischen Rettung eine Gefährdung durch die Hochvoltanlage weitestgehend auszuschließen, sind im Audi A6 hybrid und Audi A8 hybrid zahlreiche Warn- und Hinweisaufkleber angebracht.

Es finden grundsätzlich zwei Arten von Warnaufklebern Verwendung:

- gelbe Warnaufkleber mit dem Warnzeichen für elektrische Spannung
- Warnaufkleber mit dem Schriftzug „Danger“ (engl. Gefahr) auf rotem Grund

Folgende gelbe Aufkleber weisen auf hochvoltführende Bauteile bzw. Hochvoltkomponenten hin, die in der Nähe verbaut oder z. B. unter Abdeckungen verborgen sind.

Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung nach DIN 4844-2 (BGV A8)



615_036

Warnung vor einer Gefahrenstelle nach DIN 4844-2 (BGV A8)

Warnung vor dem Berühren spannungsführender Teile

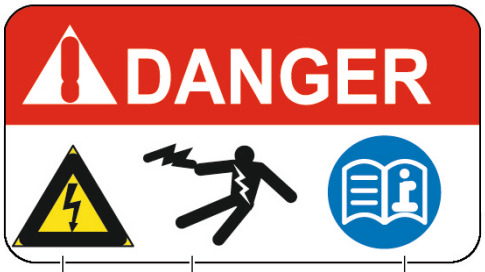


615_037

Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung nach DIN 4844-2 (BGV A8)

Gebotskennzeichen: Gebrauchsanweisung beachten nach DIN 4844-2 (BGV A8)

Die Warnaufkleber mit dem Schriftzug „Danger“ **kennzeichnen Hochvoltkomponenten bzw. hochvoltführende Bauteile.**



615_038

Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung nach DIN 4844-2(BGV A8)

Warnung vor dem Berühren spannungsführender Teile

Gebotskennzeichen: Gebrauchsanweisung beachten nach DIN 4844-2 (BGV A8)



615_039

Spezielle Kennzeichnung der Hochvoltbatterie
Dieser Aufkleber ist jeweils auf englisch und in der Landessprache auf der Oberseite der Hochvoltbatterie angebracht.

Grundlagen der Hybridtechnik

Hybridtechnik

Der Begriff Hybrid leitet sich von dem lateinischen Wort „hybrida“ ab und bedeutet etwas Gekreuztes oder Gemischtes.
In der Technik bezeichnet Hybrid ein System, bei dem zwei verschiedene Technologien miteinander kombiniert werden.

Im Zusammenhang mit Antriebskonzepten wird der Begriff Hybridtechnik in zwei Ausrichtungen verwendet:

- der bivalente Antrieb und
- die Antriebs-Hybridtechnik.

Bivalenter Antrieb

Unter einem bivalenten Antrieb versteht man Fahrzeuge, bei denen ein Verbrennungsmotor verschiedene Kraftstoffarten verbrennen kann, um Antriebsenergie zur Verfügung zu stellen.

So sind Systeme, die fossile und nachwachsende Kraftstoffe (Diesel/Biodiesel) oder flüssige und gasförmige Kraftstoffe (Benzin/Erdgas/Autogas) verwenden, bekannt und zunehmend im Markt vertreten.

Antriebs-Hybridtechnik

Bei Antriebs-Hybriden spricht man von einer Kombination von zwei verschiedenen Antriebsaggregaten, die nach unterschiedlichen Funktionsprinzipien arbeiten.
Zur Zeit versteht man unter Hybridtechnik die Kombination von einem Verbrennungsmotor und einer Elektromaschine (oder auch E-Maschine).

Sie kann als Generator zur Gewinnung von elektrischer Energie aus Bewegungsenergie (Rekuperation), als Motor zum Fahren des Fahrzeugs und als Starter für den Verbrennungsmotor verwendet werden.
Je nach Grundaufbau werden drei Arten von Hybridantrieben unterschieden:

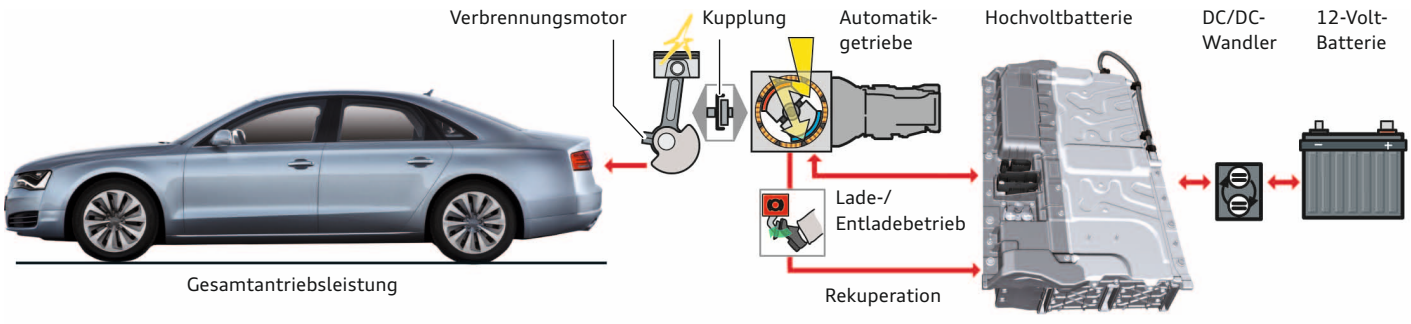
- der Micro-Hybridantrieb
- der Mild-Hybridantrieb
- der Voll-Hybridantrieb

Voll-Hybridantrieb

Eine leistungsstarke E-Maschine ist mit einem Verbrennungsmotor kombiniert. Ein rein elektrisches Fahren ist möglich. Die E-Maschine unterstützt, sobald es die Bedingungen zulassen, den Verbrennungsmotor.
Langsame Fahrten werden rein elektrisch zurückgelegt. Eine Start-Stopp-Funktion des Verbrennungsmotors ist realisiert. Die Rekuperation wird genutzt, um die Hochvoltbatterie aufzuladen.

Durch eine Kupplung zwischen dem Verbrennungsmotor und der E-Maschine kann eine Entkopplung der beiden Systeme erreicht werden. Der Verbrennungsmotor wird nur bei Bedarf zugeschaltet.

Der Audi A6 hybrid und der Audi A8 hybrid verfügen über einen Voll-Hybridantrieb.



615_040

Arten

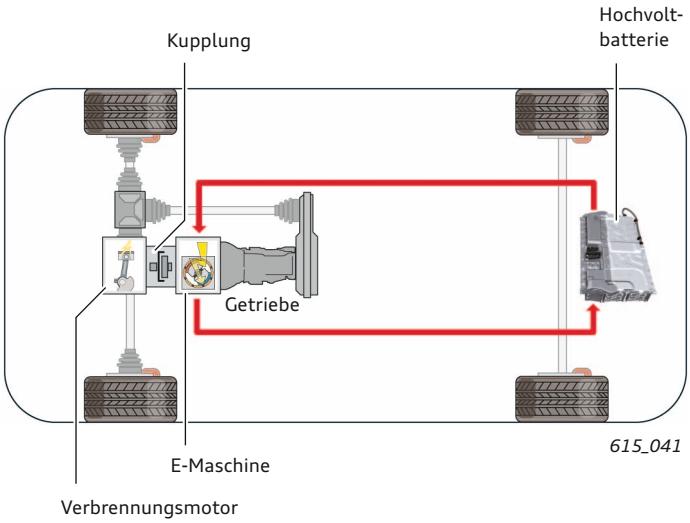
Die Voll-Hybridantriebe teilen sich in vier Untergruppen auf:

- Parallel-Hybridantrieb
- leistungsverzweigter Hybridantrieb
- serieller Hybridantrieb
- leistungsverzweigter, serieller Hybridantrieb

Verweis
Weitere Informationen über Hybridtechnik finden Sie im Selbststudienprogramm 489 „Audi Q5 hybrid quattro“.

Parallel-Hybridantrieb

Die Parallelbauweise zeichnet sich durch ihre Einfachheit aus. Sie kommt zum Einsatz, wenn ein bestehendes Fahrzeug „hybridisiert“ werden soll.
Verbrennungsmotor, E-Maschine und Getriebe sitzen auf einer Welle. Die Summe der Einzelleistungen des Verbrennungsmotors und der E-Maschine entspricht der Gesamtleistung. Dieses Konzept erreicht eine hohe Dichte an Übernahmeteilen des ursprünglichen Fahrzeugs. Bei Allradfahrzeugen wird in der parallelen Hybridbauweise der Antrieb auf alle vier Räder realisiert.



Weitere Begriffe

Rekuperation

Unter Rekuperation (lateinisch: „recuperare“ = wiedererlangen, wiedergewinnen) versteht man im Allgemeinen die Nutzung der Bewegungsenergie beim Verzögern des Fahrzeugs. Dies bedeutet, dass in den Brems- und Schubphasen die „kostenlose“ Energie zurückgewonnen und in der Fahrzeugbatterie zwischengespeichert wird.

Die Rekuperationsfunktion ist ein wesentlicher Bestandteil des elektrischen Energiemanagements.

Energieströme zwischen den Hochvoltkomponenten

Elektrisches Fahren: Hochvoltbatterie wird entladen

Beim elektrischen Fahren wird der Hochvoltbatterie Strom entnommen.
Das 12-Volt-Bordnetz wird von der Hochvoltbatterie mit Strom versorgt.

Rekuperation: Hochvoltbatterie wird geladen

Im Gegensatz zu den Zugphasen wird in den Verzögerungsphasen elektrisch über den Fahrmotor für Elektroantrieb gebremst und damit die Hochvoltbatterie wieder geladen. Ein Teil der Energie wird schon zurückgewonnen, sobald der Fahrer das Gaspedal loslässt. Während des Bremsvorgangs erhöht sich die zurückgewonnene Energiemenge entsprechend weiter.
Das 12-Volt-Bordnetz wird vom Fahrmotor für Elektroantrieb versorgt.

Elektromaschine (E-Maschine)

Der Begriff Elektromaschine oder E-Maschine wird anstelle von Generator, Elektromotor und Starter verwendet.
Grundsätzlich kann man jeden Elektromotor auch als Generator einsetzen. Wird die Motorwelle der E-Maschine extern angetrieben, liefert sie als Generator elektrische Energie. Wird der E-Maschine elektrische Energie zugeführt, funktioniert sie als Motor.

Die E-Maschine eines elektrischen Hybriden ersetzt also den konventionellen Starter des Verbrennungsmotors sowie den konventionellen Generator (Lichtmaschine).

Elektrischer Boost (E-Boost)

Analog zu der Kick-down-Funktion bei Verbrennungsmotoren, welche die maximale Motorleistung verfügbar macht, bietet der Hybridantrieb eine E-Boost-Funktion. Wird sie ausgeführt, liefern E-Maschine und Verbrennungsmotor ihre Leistungsmaxima, die sich so zu einem höheren Gesamtwert addieren. Die Summe der Einzelleistungen der beiden Antriebsarten entspricht der Gesamtleistung des Antriebstrangs.

Aufgrund der technischen Verlustleistung innerhalb der E-Maschine ist die Generatorleistung geringer als die Antriebsleistung.
Im Audi A6 hybrid und im Audi A8 hybrid hat der Verbrennungsmotor eine Leistung von 155 kW und die E-Maschine als Generator von 31 kW. Die E-Maschine leistet als Elektromotor 40 kW. Gemeinsam entwickeln der Verbrennungsmotor und die E-Maschine als Elektromotor eine Leistung von 180 kW.

Motor

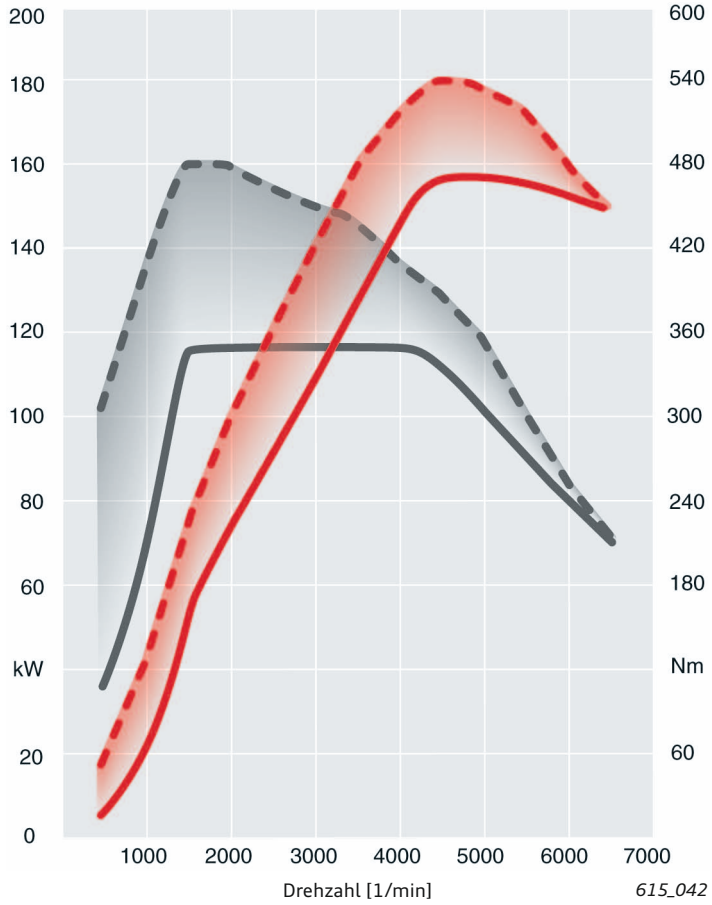
Systemdaten

Technische Daten

Drehmoment-Leistungskurve

2,0l-TFSI-Motor mit Motorkennbuchstabe CHJA

- Motorleistung in kW
- Motordrehmoment in Nm
- Systemleistung in kW (10 Sek.)
- Systemdrehmoment in Nm (10 Sek.)

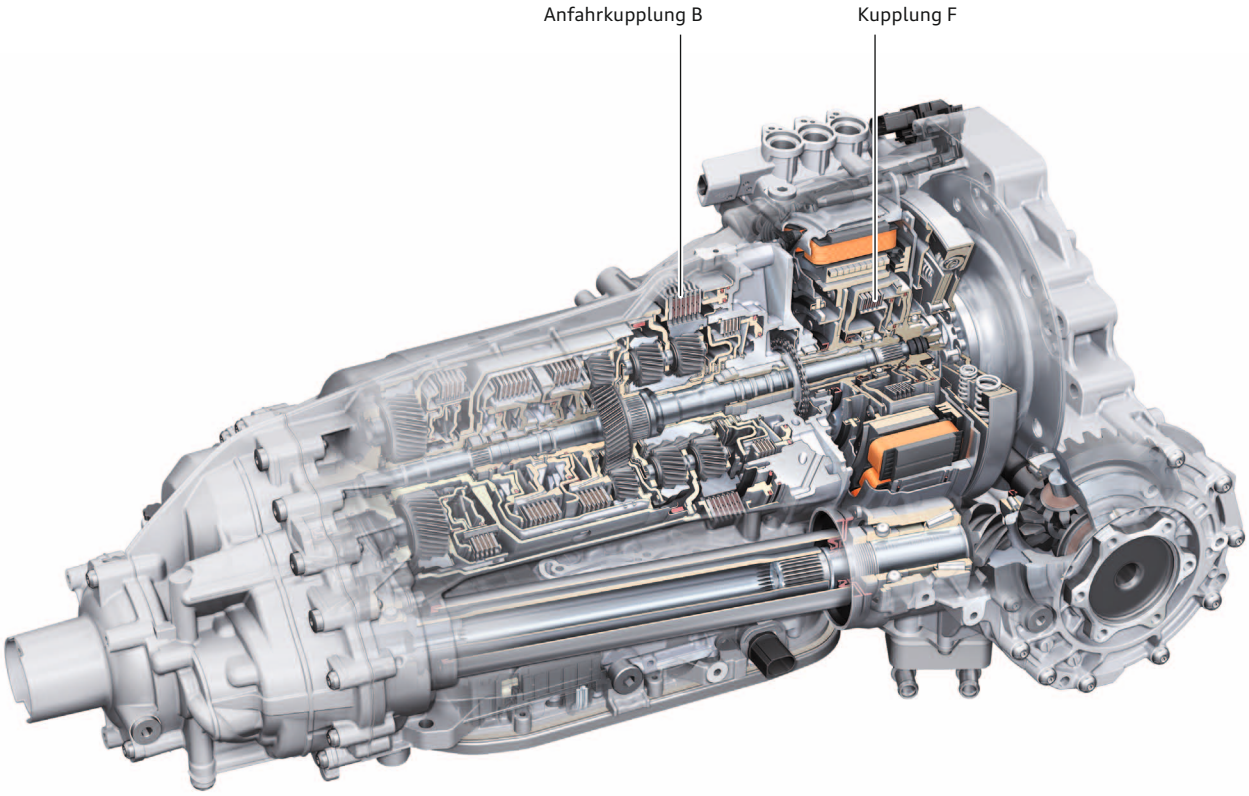


Motorkennbuchstabe	**CHJA**
Bauart	Vierzylinder-Reihenmotor und 3-Phasen-Drehstrom-Motor/-Generator
Hubraum in cm^3	1984
Leistung Verbrennungsmotor in kW (PS) bei 1/min	155 (211) bei 4300 — 6000
Leistung Systemleistung in kW (PS)	180 (245)
Drehmoment Verbrennungsmotor in Nm bei 1/min	350 bei 1500 — 4200
Drehmoment Systemdrehmoment in Nm	480
Höchstgeschwindigkeit rein elektrisch in km/h	100
Reichweite rein elektrisch in km	3 (bei 60 km/h)
Anzahl Ventile pro Zylinder	4
Bohrung in mm	82,5
Hub in mm	92,8
Verdichtung	9,6 : 1
Antriebsart	8-Gang-Automatikgetriebe
Motormanagement	MED 17.1.1
Kraftstoff	Super schwefelfrei ROZ 95
Abgasnorm	EU V
zusätzliches Gewicht durch die Hybrid-Bauteile in kg	< 130

Verweis
Weitere Informationen zum Verbrennungsmotor finden Sie im Selbststudienprogramm 436 „Änderungen am 4-Zylinder-TFSI-Motor mit Kettentrieb“.

8-Gang-Automatikgetriebe mit Hybridmodul

Das Steuergerät für automatisches Getriebe J217 ist Teilnehmer am CAN-Hybrid und am CAN-Antrieb.



615_045

Anstelle des Drehmomentwandlers ist die E-Maschine mit einer Lamellenkupplung (Kupplung F) als Modul im Automatikgetriebe bauraumneutral verbaut.
Die Lamellenkupplung läuft im Ölbad und trennt bzw. verbindet den Verbrennungsmotor mit der E-Maschine.

Da der Drehmomentwandler entfallen ist, wird die Anfahrkupplung B als Anfahrelement benutzt.

Fahrzustand	Kupplung F	Anfahrkupplung B
Motorstart	geschlossen	offen
Rein elektrisch fahren	offen	geschlossen
Rekuperation	offen	geschlossen
Verbrennungsmotor in Fahrt	geschlossen	geschlossen
Verbrennungsmotor in Leerlauf	geschlossen	offen
Boost	geschlossen	geschlossen

Um bei Stillstand der E-Maschine das Automatikgetriebe zu schmieren und den nötigen Öldruck für die hydraulische Betätigung aufzubauen, ist die Zusatzhydraulikpumpe 1 für Getriebeöl V475 verbaut.

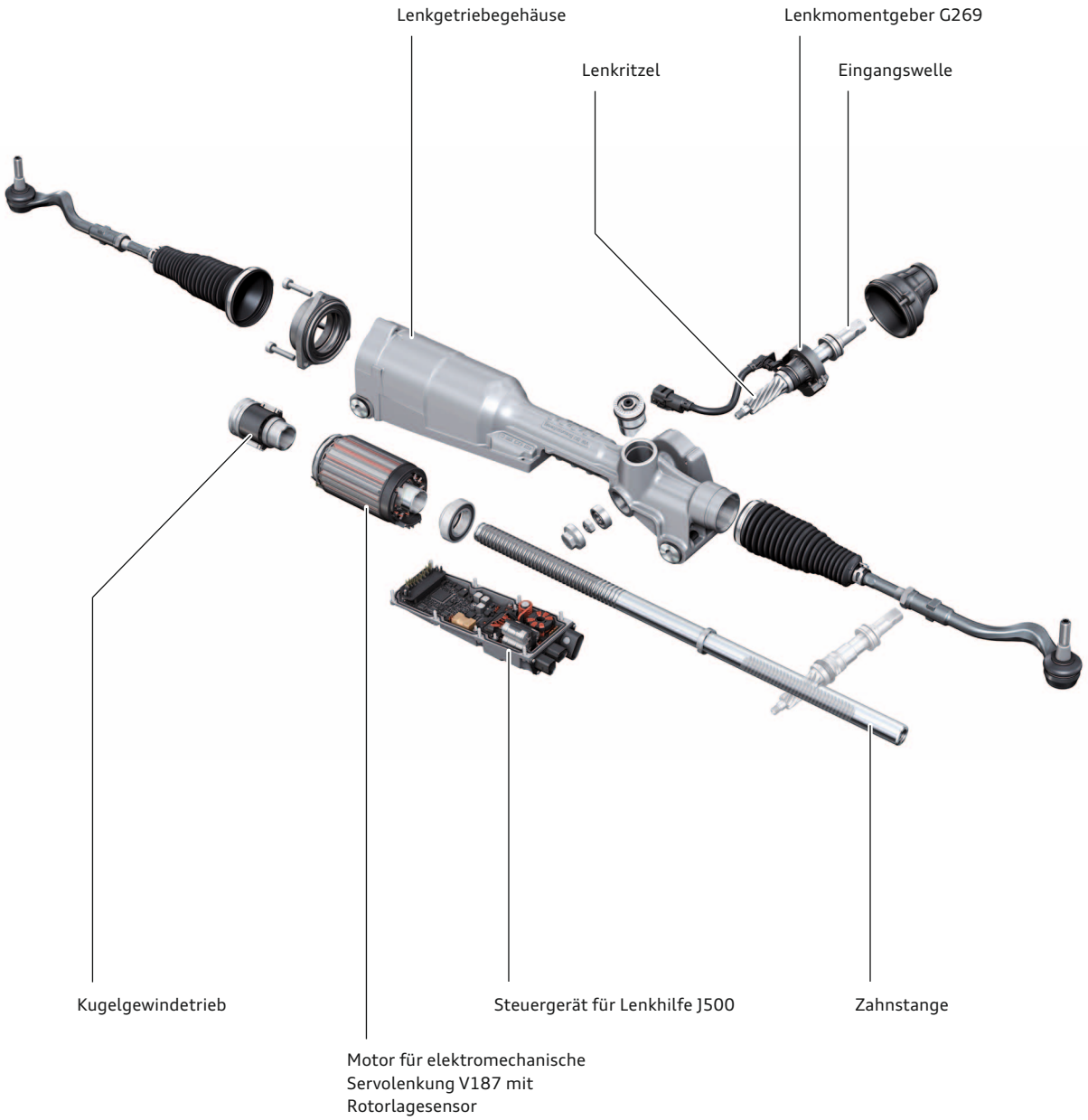
Bei tiefen Temperaturen kann die Pumpe nicht den nötigen Druck aufbauen. In diesem Fall wird der benötigte Öldruck durch die E-Maschine und der mechanischen Getriebeölpumpe im Automatikgetriebe erzeugt.

Hinweis
Das Abschleppen funktioniert, wie bei den bisherigen Stufenautomaten in Wählhebelstellung „**N**“, d. h. max. 50 km weit und max. 50 km/h, da das Getriebe während des Abschleppens nicht geschmiert wird.

Fahrwerk

Elektromechanische Lenkung

Im Audi A8 hybrid kommt anstelle der hydraulischen Servolenkung eine elektromechanische Lenkung zum Einsatz.
Beim Audi A6 hybrid wurde die elektromechanische vom Audi A6 ’11 übernommen.

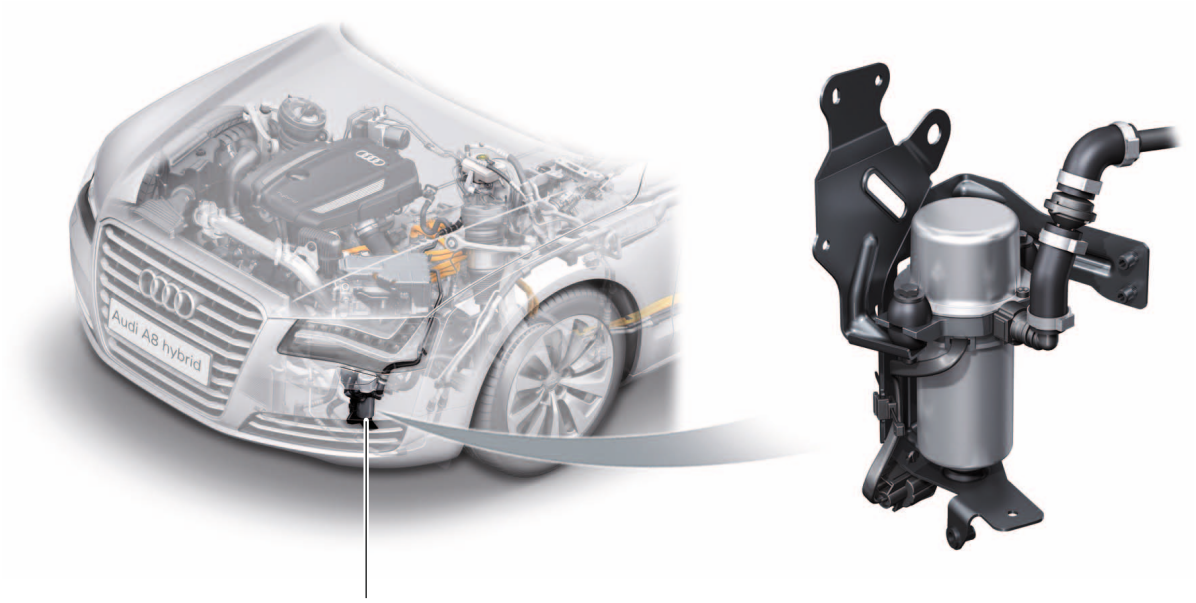


Verweis
Weitere Informationen über Funktion und Aufbau der elektromechanischen Lenkung finden Sie im Selbststudienprogramm 480 „Audi A7 Sportback — Fahrwerk“.

Unterdruckpumpe für Bremskraftverstärker V469

Die elektrische Unterdruckpumpe für Bremskraftverstärker V469 ist vorne links im Motorraum verbaut. Sie sorgt für ausreichenden Unterdruck im Bremskraftverstärker während der Verbrennungsmotor abgestellt ist.

Die Unterdruckpumpe wird vom Motorsteuergerät J623 über das Relais J318 gesteuert. Über den Drucksensor für Bremskraftverstärkung G294 wird die Pumpe bei Bedarf eingeschaltet.



615_044

Unterdruckpumpe für Bremskraftverstärker V469

ESP-Aggregat

Das ESP-Aggregat im Audi A6 hybrid bzw. im Audi A8 hybrid ist baugleich mit dem im Audi A6 ’11 bzw. im Audi A8 ’10. Die Software wurde um die Funktion Hybrid-Motorschleppmomentregelung erweitert.
Da beim elektrischen Bremsen (verstärkte Rekuperation) kein Bremsdruck zur Stabilisierung abgebaut werden kann, wird bei Bedarf das Motorsteuergerät angewiesen, das Antriebsmoment anzupassen.
Wenn in Fahrstufe „**D**“ das ESP ausgeschaltet wird, läuft der Verbrennungsmotor während der Fahrt dauerhaft.

Bremspedalstellungsgeber G100

Der Bremspedalstellungsgeber G100 ist am Motorsteuergerät angeschlossen.
Über den Bremspedalstellungsgeber G100 wird die Funktion elektrisches Bremsen (verstärkte Rekuperation) über Motorsteuergerät und hydraulisches Bremsen über ESP-Aggregat gesteuert.
Das Bremspedal hat am Bremskraftverstärker einen Leerweg von ca. 9 mm. Bei diesem Pedalweg wird rein elektrisch gebremst. Es erfolgt beim Bremsen ein harmonischer Übergang zum hydraulischen Bremsen.

Beim Ersatz des Bremspedalstellungsgebers oder Wechsel des Motorsteuergeräts muss der Bremspedalstellungsgeber G100 am Motorsteuergerät angelernt werden.

Elektrik

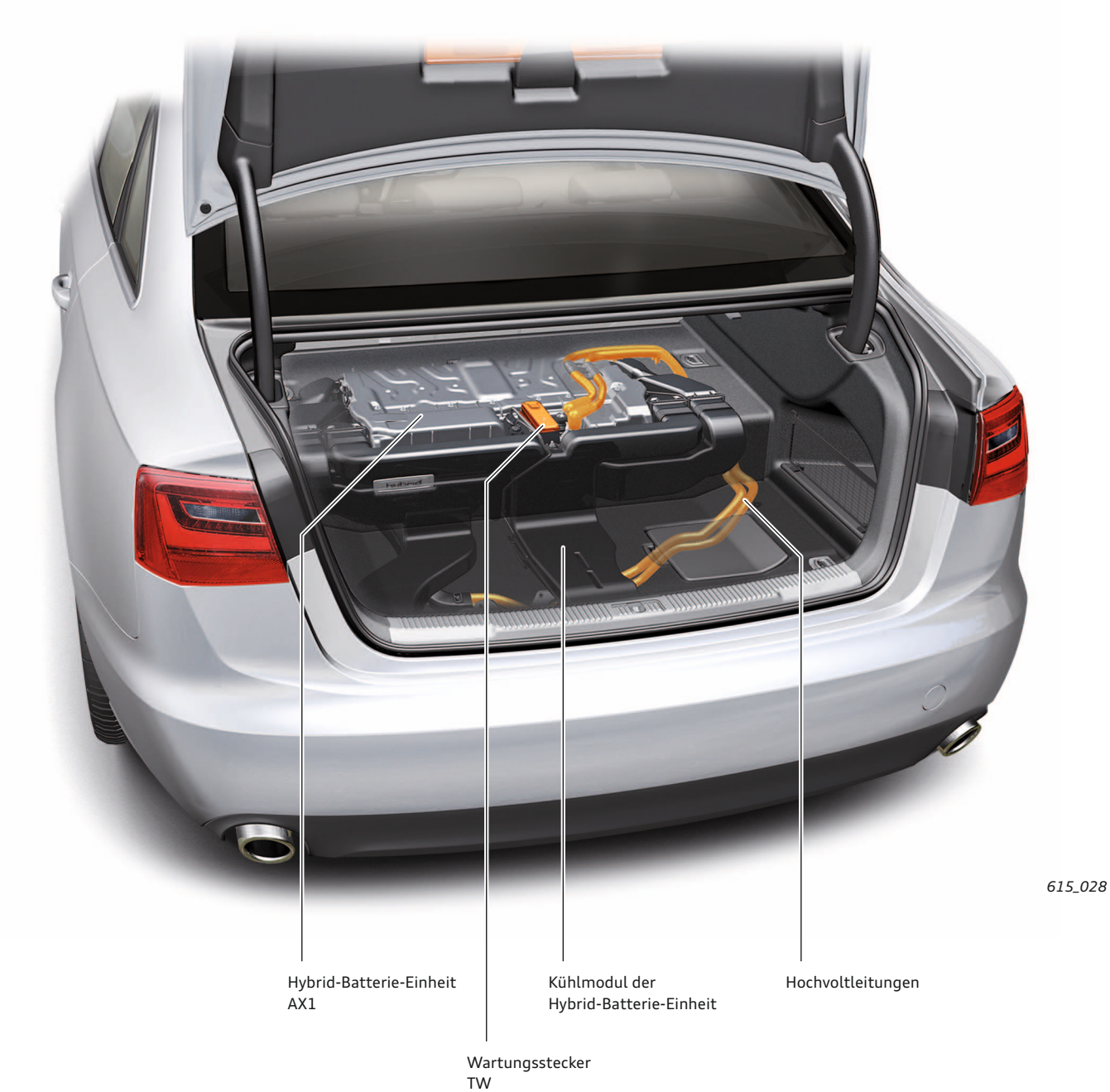
Hybrid-Batterie-Einheit AX1

Beim Audi A6 hybrid und beim Audi A8 hybrid befindet sich die Hybrid-Batterie-Einheit AX1 im vorderen Bereich des Gepäckraums. Aus folgenden Komponenten setzt sich die Hybrid-Batterie-Einheit AX1 zusammen:

- Hochvoltbatterie A38
- Steuergerät für Batterieregelung J840
- Hochvoltkontakten
- Anschluss für Wartungsstecker TW
- Anschluss für Sicherheitsstecker TV44
- Anschlüsse für Hochvoltleitungssatz PX1
- Anschlüsse für 12-Volt-Bordnetz

Über eine Potenzialausgleichsleitung ist das Gehäuse der Hybrid-Batterie-Einheit AX1 mit der Fahrzeugkarosserie verbunden. Damit die Hochvoltbatterie A38 gekühlt werden kann, ist das Gehäuse der Hybrid-Batterie-Einheit AX1 mit Anschlüssen für die Zu- und Ableitung der Kühlluft versehen.
Des Weiteren befindet sich am Gehäuse der Hybrid-Batterie-Einheit AX1 eine Schadgasentlüftung mit dazugehörendem Entlüftungsschlauch. Diese wird benötigt, um bei einem eventuell auftretenden Zelldefekt das austretende Gas unter das Fahrzeug ableiten zu können.

Einbauort der Hybrid-Batterie-Einheit AX1 im Audi A6 hybrid



Hochvoltbatterie	
Nennspannung in V	266
Zellspannung in V	3,7
Anzahl der Zellen	72 (in Reihe geschaltet)
Kapazität in Ah	5,0
Betriebstemperatur in °C	+15 — +55
Energieinhalt in kWh	1,3
Nutzbarer Energieinhalt in kWh	0,8
Leistung in kW	max. 40
Gewicht in kg	38

Einbauort der Hybrid-Batterie-Einheit AX1 im Audi A8 hybrid



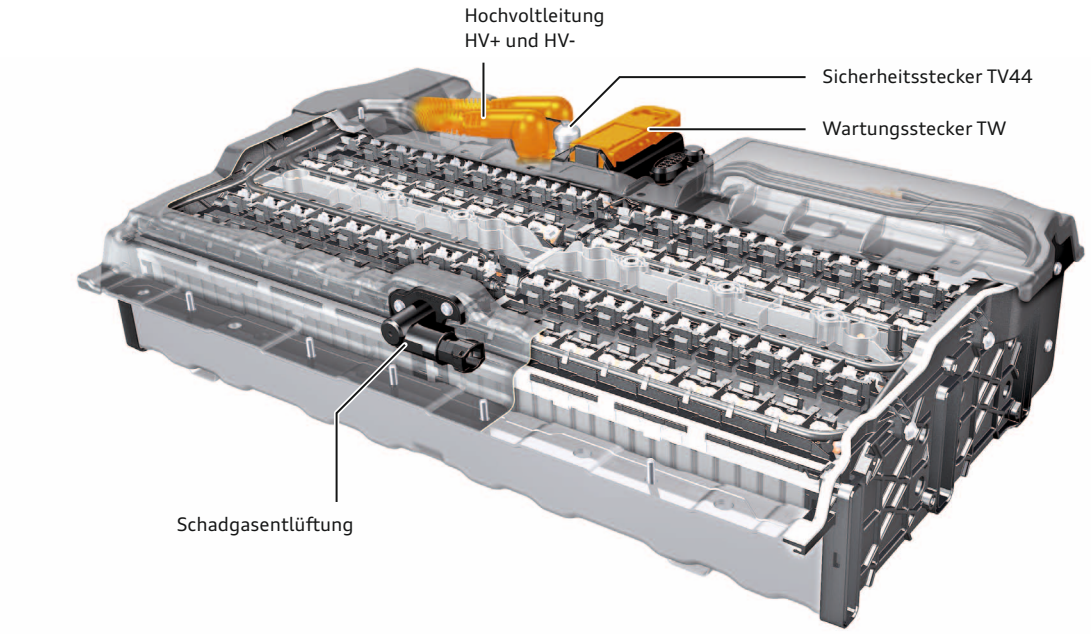
615_029

Hochvoltbatterie A38

Die Hochvoltbatterie A38 besteht aus zwei in Reihe geschalteten Batterieblöcken. Durch den Wartungsstecker TW sind die beiden Batterieblöcke miteinander verbunden. Jeder Batterieblock setzt sich wiederum aus zwei Batteriemodulen zusammen. Ein Batteriemodul besteht aus 18 Lithium-Ionen-Zellen und hat eine Nennspannung von 66,5 Volt. Der Lade- und Entladestrom wird im Betrieb durch einen Stromsensor erfasst und durch das Steuergerät für Batterieregelung J840 überwacht.
Der Ladezustand der Hochvoltbatterie A38 wird zwischen 30 % und 80 % der Gesamtkapazität gehalten. Durch diesen eingeschränkten Ladebereich wird die Lebensdauer der Hochvoltbatterie deutlich verlängert. Hierbei zeigt die Ladezustandsanzeige im Display des Schalttafeleinsatzes 0 % bzw. 100 % an.

Sinkt der Ladezustand der Hochvoltbatterie A38 auf unter 25 % ab, ist der Bereich der kritischen Startfähigkeit erreicht. Würde bei diesem Ladezustand das Starten des Verbrennungsmotors scheitern, erscheint die Meldung „Fahrzeug ist derzeit nicht startfähig. Siehe Bordbuch“ im Display des Schalttafeleinsatzes. Unter 20 % des Ladezustandes wird kein Entladestrom aus der Hochvoltbatterie mehr zugelassen. Der Verbrennungsmotor kann über den Fahrmotor für Elektroantrieb V141 nicht mehr gestartet werden. Ist der Ladezustand der Hochvoltbatterie unter 5 % gesunken, kann diese nicht mehr geladen werden!

Durch den Fahrmotor für Elektroantrieb V141 wird die Hochvoltbatterie im Fahrbetrieb geladen.
Während des Fahrbetriebes wird das 12-Volt-Bordnetz über die Hochvoltbatterie A38 mit Energie versorgt.



615_012

Laden der Hochvoltbatterie

Wenn in der Anzeige des Displays des Schalttafeleinsatzes die Meldung „Fahrzeug ist derzeit nicht startfähig. Siehe Bordbuch“ erscheint, muss die Hochvoltbatterie mithilfe eines weiteren Fahrzeugs oder eines 12-Volt-Ladegeräts geladen werden.

Da der Ladevorgang bei eingeschalteter Klemme 15 erfolgt, sollte das Ladegerät idealerweise eine Ladeleistung von 50 bis 70 A besitzen.
Nach 30 Minuten schaltet das Fahrzeug automatisch die Klemme 15 „aus“. Das bedeutet, dass auch der Ladevorgang abgebrochen wird.

Vorgehensweise:

- Klemme 15 einschalten
- Starhilfekabel bzw. Ladegerät an die Fremdstartbolzen anschließen
- Klemme 15 ausschalten
- etwa zwei Minuten warten
- Klemme 15 einschalten

Im Display des Schalttafeleinsatzes wird nach etwa einer Minute der Schriftzug „Startfähigkeit wird hergestellt. Bitte warten...“ angezeigt.
Erreicht der Ladezustand der Hochvoltbatterie 35 % wird der Ladevorgang automatisch beendet.

Anschließend erscheint im Display des Schalttafeleinsatzes der Schriftzug „Startfähigkeit hergestellt. Fahrzeug kann gestartet werden.“

Sollte der Schriftzug „Ladevorgang abgebrochen. Startfähigkeit kann nicht hergestellt werden“ angezeigt werden, ist unter Umständen die Ladeleistung des Spenderfahrzeugs bzw. des Ladegeräts nicht ausreichend.

Steuergerät für Batterieregelung J840

Das Steuergerät für Batterieregelung J840 ist Bestandteil der Hybrid-Batterie-Einheit AX1 und befindet sich auf der linken Seite innerhalb des Gehäuses.

Das Steuergerät für Batterieregelung J840 übernimmt unter anderem folgende Aufgaben:

- Ermitteln und Auswerten der Batteriespannung
- Ermitteln und Auswerten der einzelnen Zellspannungen
- Temperaturerfassung der Hochvoltbatterie
- Temperaturregelung der Hochvoltbatterie mithilfe des Batteriekühlmoduls

Durch die Anbindung an den CAN-Hybrid, CAN-Antrieb und das 12-Volt-Bordnetz ist das Steuergerät J840 in der Lage mit anderen Steuergeräten und Bauteilen zu kommunizieren.

- Speichern der Historiendaten
- Ansteuern der Hochvoltkontakte
- Überwachen und Auswerten der Sicherheitslinie
- Durchführen und Auswerten der Isolationsprüfung
- Ermitteln des Ladezustands der Hochvoltbatterie A38
- Erfassung der Lade- und Entladeströme

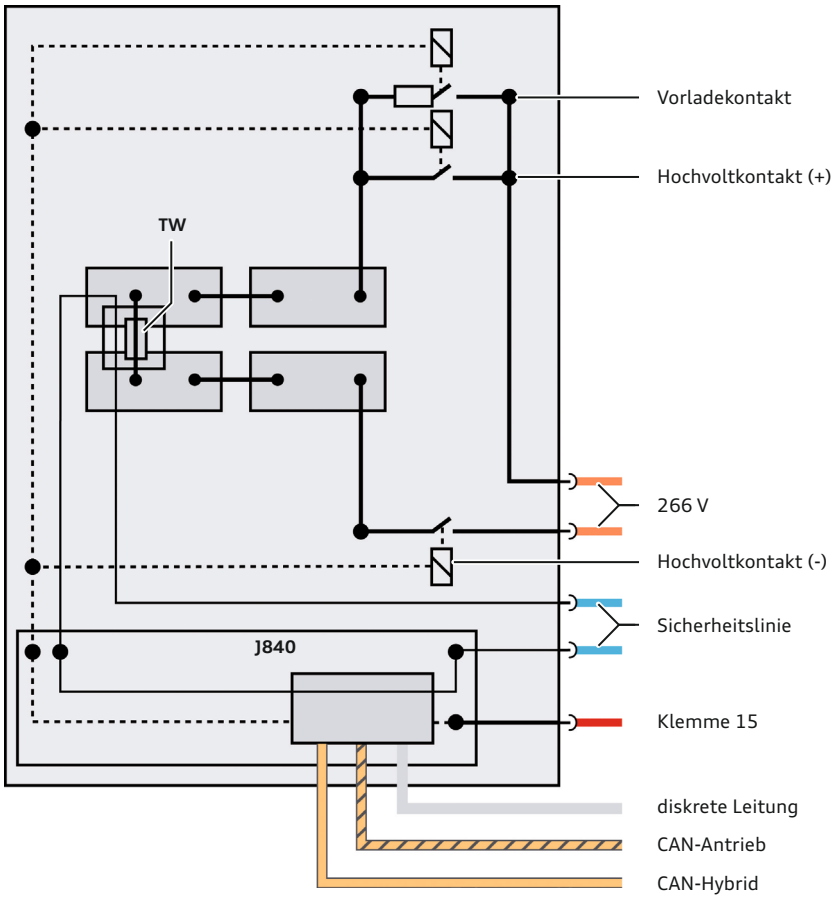
Hochvoltkontakte

Innerhalb der Hybrid-Batterie-Einheit AX1 befinden sich insgesamt drei Hochvoltkontakte, die auch als „Schütze“ bezeichnet werden. Ein Schütz ist mit einem Relais zu vergleichen, ist aber für größere elektrische Leistungen ausgelegt. Sind die Hochvoltkontakte geschlossen, ist die Hochvoltbatterie mit den anderen Hochvoltkomponenten verbunden und es kann ein Strom fließen. Es ist jeweils ein Hochvoltkontakt für „Plus“ und „Minus“ verbaut. In dem zweiten „Plus“ Hochvoltkontakt ist ein Widerstand von 10 Ohm integriert. Dieser Hochvoltkontakt wird Vorladekontakt genannt.

Bei Klemme 15 „ein“ schließt das Steuergerät für Batterieregelung J840 zunächst den Hochvoltkontakt „Minus“ und den Vorladekontakt. Über den Widerstand fließt ein geringer Strom, der den Zwischenkreiskondensator 1 C25 in der Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1 auflädt. Erst wenn der Zwischenkreiskondensator 1 aufgeladen ist, wird der Hochvoltkontakt „Plus“ durch das Steuergerät J840 geschlossen.

Die Hochvoltkontakte werden vom Steuergerät für Batterieregelung J840 geöffnet wenn:

- die Klemme 15 ausgeschaltet,
- oder die Sicherheitslinie unterbrochen,
- oder Crashsignal vom Steuergerät für Airbag J234 erkannt,
- oder die 12-Volt-Spannungsversorgung für das Steuergerät für Batterieregelung J840 unterbrochen wird.

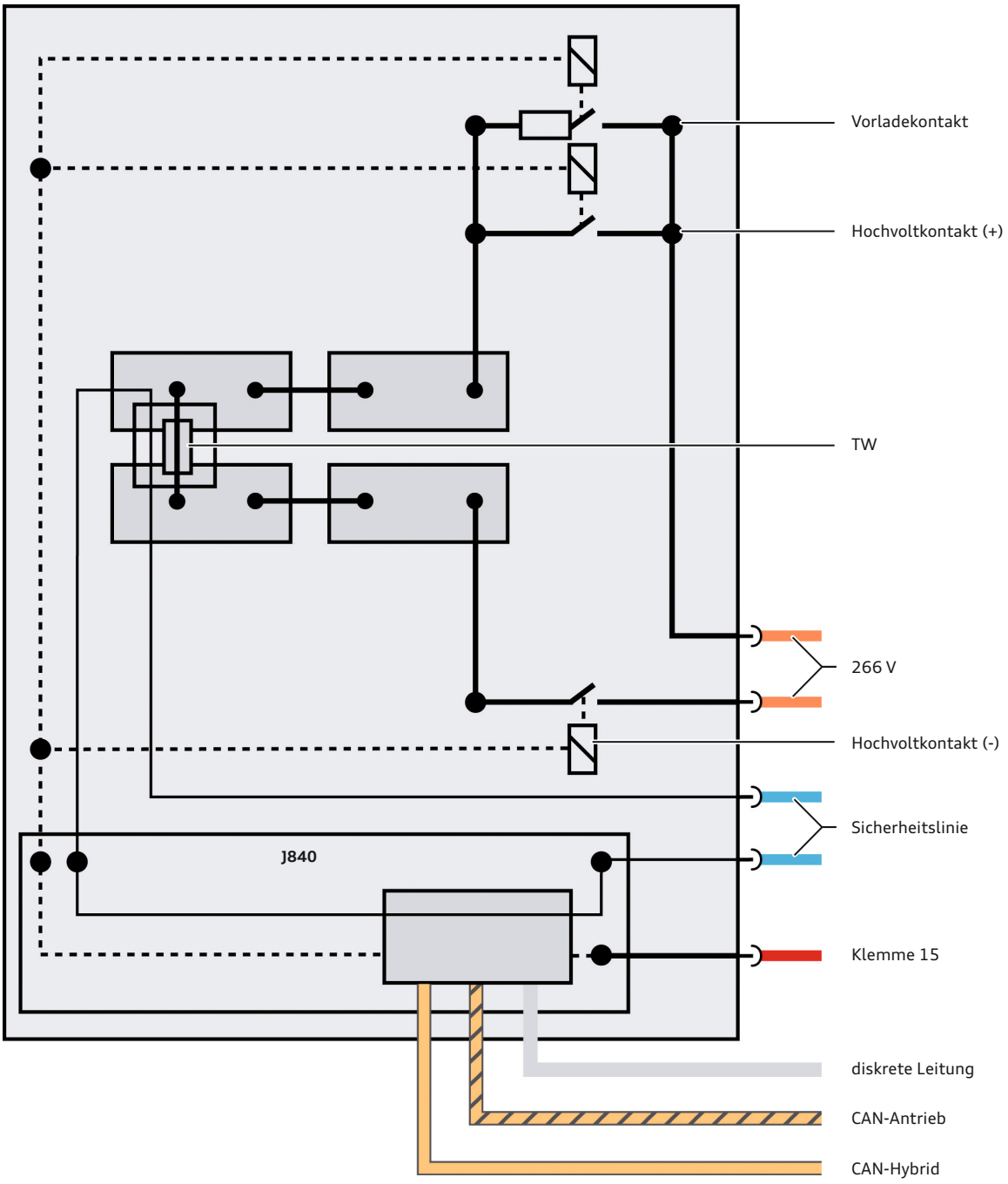


615_015

Wartungsstecker für Hochvoltsystem TW

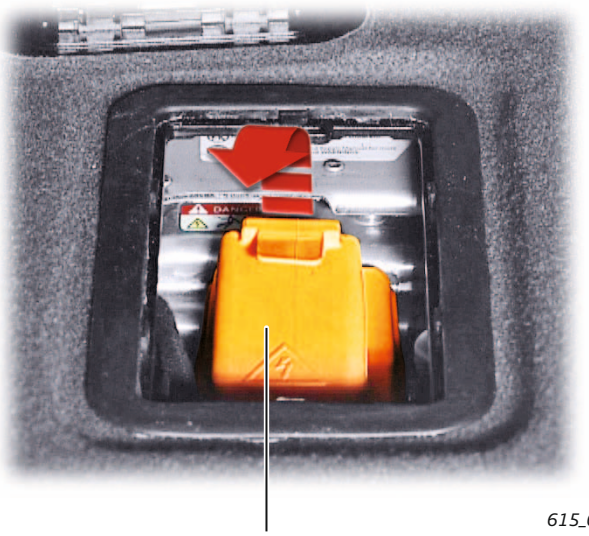
Der Wartungsstecker TW ist die elektrische Verbindung zwischen den beiden Batterieblöcken der Hochvoltbatterie A38. Wird der Wartungsstecker entfernt, ist der Stromkreis unterbrochen.

Um den Wartungsstecker fachgerecht zu entfernen, verwenden Sie bitte das Programm für die Spannungsfreischaltung des Hochvoltsystems in den Fahrzeugdiagnosetestern. Des Weiteren ist der Wartungsstecker in die Sicherheitslinie integriert.



615_016

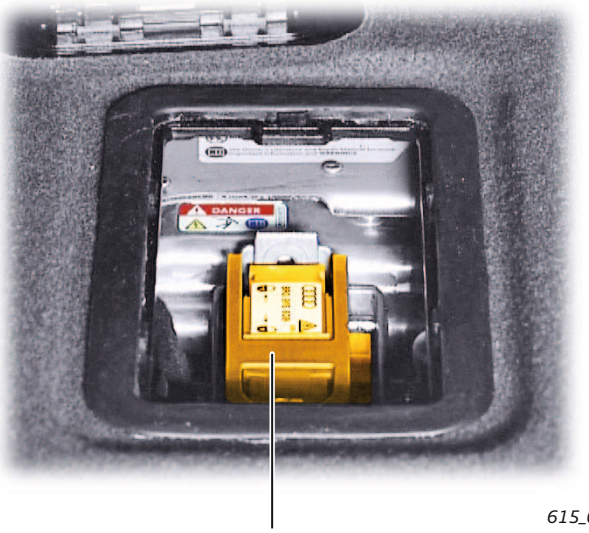
Der Wartungsstecker TW steckt in der Hybrid-Batterie-Einheit AX1 und ist über die Serviceklappe im Gepäckraum zugänglich.



615_030

Gummiabdeckung unter der Serviceklappe

Nach Entfernen der orangenen Gummiabdeckung ist der Wartungsstecker TW sichtbar.

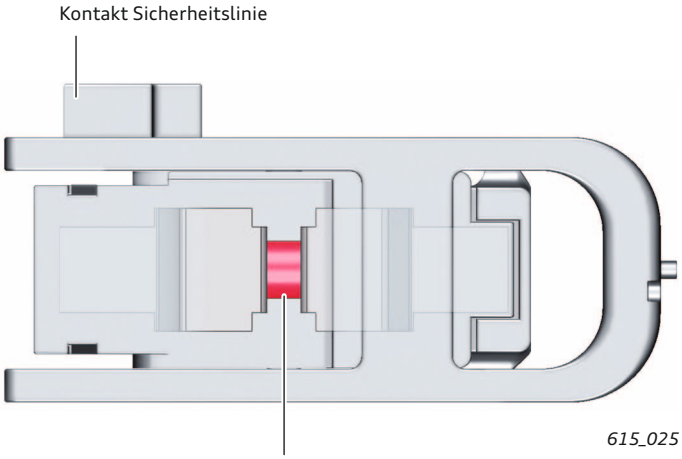


615_056

Wartungsstecker TW

Sicherung im Wartungsstecker

Im Wartungsstecker ist eine Schmelzsicherung für die Hochvoltanlage integriert. Die Absicherung erfolgt mit 125 A.



615_025

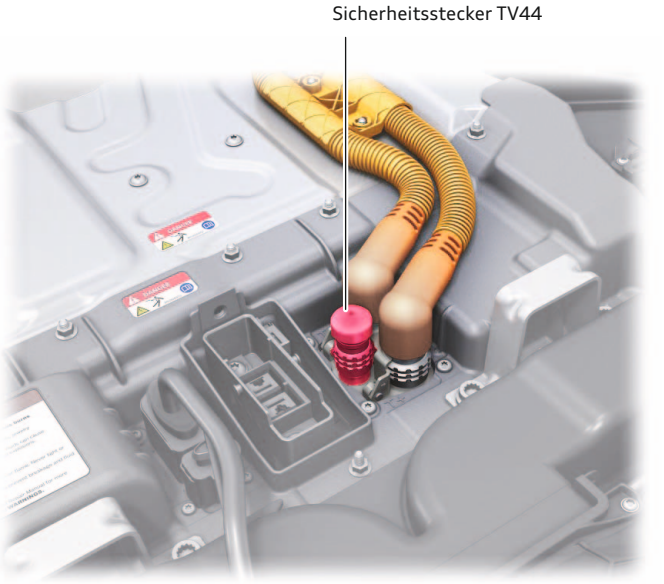
Schmelzsicherung im Wartungsstecker

Hinweis
Nur qualifizierte Hochvolttechniker dürfen diesen Wartungsstecker ziehen, um die Spannungsfreiheit herzustellen.

Sicherheitskonzept

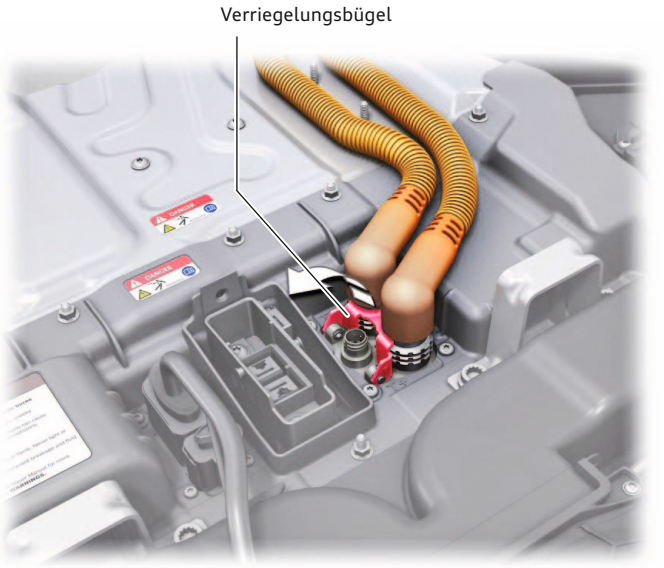
Sicherheitsstecker TV44

Der Sicherheitsstecker TV44 ist Bestandteil der Hybrid-Batterie-Einheit AX1 und der Sicherheitslinie. Zusätzlich ist der Sicherheitsstecker mit dem Verriegelungsbügel eine mechanische Sicherung für den Hochvoltleitungssatz für Hybrid-Batterie PX1. Bevor der Sicherheitsstecker TV44 entfernt werden darf, muss das Hochvoltsystem spannungsfrei geschaltet werden. Mit dem nach oben Schieben des Bajonettrings wird der Sicherheitsstecker TV44 entriegelt und kann abgezogen werden. Solange der Sicherheitsstecker TV44 nicht montiert ist, bleibt die Sicherheitslinie unterbrochen.



615_026

Ist der Verriegelungsbügel zurückgeschwenkt, können die Bajonettringe des Hochvoltleitungssatzes für Hybrid-Batterie PX1 entriegelt werden.
Erst wenn sich der Verriegelungsbügel wieder in seiner Ausgangsposition befindet, besteht die Möglichkeit, den Sicherheitsstecker TV44 zu montieren.



615_027

Isolationsüberwachung

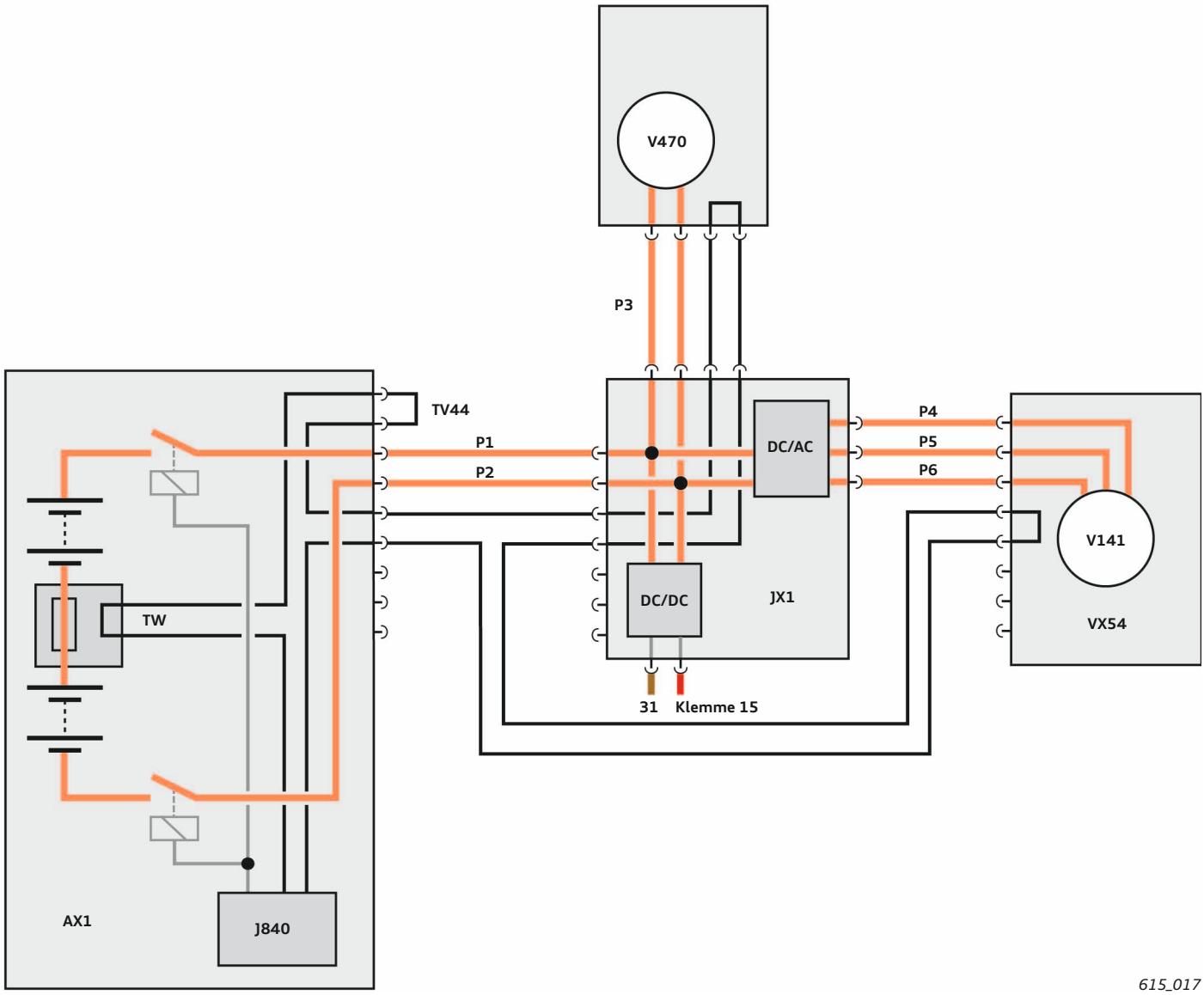
Bei aktivem Hochvoltsystem („*Hybrid Ready*“) führt das Steuergerät für Batterieregelung J840 alle 30 Sekunden eine Isolationsprüfung durch. Bei dieser Prüfung wird mit einer Spannung von 266 Volt der Widerstand zwischen den stromführenden Leitern und dem Gehäuse der Hybrid-Batterie-Einheit AX1 geprüft.

Es werden Isolationsfehler im gesamten Hochvoltkreis, d. h. in der Hybrid-Batterie-Einheit AX1, dem Hochvoltleitungssatz für Hybrid-Batterie PX1, der Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1, dem Hochvoltleitungssatz für Fahrmotor PX2, dem Fahrmotor für Elektroantrieb V141 und dem elektrischen Klimakompressor V470 mit Zuleitung erkannt.
Bei einem Isolationsfehler erfolgt eine entsprechende Meldung im Display des Schalttafeleinsatzes und der Kunde wird aufgefordert, die Fachwerkstatt aufzusuchen.

Sicherheitslinie

Die Sicherheitslinie ist eine 12-Volt-Ringleitung, die alle Hochvoltkomponenten in Reihe miteinander verbindet.
Das Steuergerät für Batterieregelung J840 steuert einen Strom von etwa 10 mA in die Sicherheitslinie ein und wertet den Stromfluss aus. Zusätzlich überwacht das Steuergerät für Elektroantrieb J841 die Sicherheitslinie. Ist die Sicherheitslinie unterbrochen, wird das Hochvoltsystem durch das Steuergerät für Batterieregelung sofort abgeschaltet. Die Hochvoltkontakte werden geöffnet.
Der Fahrer erhält einen entsprechenden Hinweis im Display des Schalttafeleinsatzes.

Die Sicherheitslinie von der Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1 zum elektrischen Klimakompressor V470 ist mit zwei zusätzlichen Leitungen in die Hochvoltleitung zum elektrischen Klimakompressor integriert. Bevor eine Hochvoltleitung von einer Hochvoltkomponente abgezogen werden kann, ist durch bauliche Maßnahmen sichergestellt, dass die Sicherheitslinie unterbrochen wird. Somit ist gewährleistet, dass kein Lichtbogen entstehen kann und dass keine hochvoltführenden Kontakte berührt werden können. Des Weiteren sind alle Hochvoltbauteile mechanisch so gesichert, dass beim Öffnen von Gehäuseteilen die Sicherheitslinie unterbrochen wird.



615_017

Legende:

Hochvoltleitung
Sicherheitslinie

AX1 Hybrid-Batterie-Einheit
J840 Steuergerät für Batterieregelung
JX1 Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb
P1 Hochvoltleitung für Hybrid-Batterie, Pluspol
P2 Hochvoltleitung für Hybrid-Batterie, Minuspol
P3 Hochvoltleitung für elektrischen Klimakompressor
P4 Hochvoltleitung 1 für Fahrmotor (U)
P5 Hochvoltleitung 2 für Fahrmotor (V)
P6 Hochvoltleitung 3 für Fahrmotor (W)
TV44 Sicherheitsstecker 1
TW Wartungsstecker für Hochvoltsystem
V141 Fahrmotor für Elektroantrieb
V470 elektrischer Klimakompressor
VX54 Drehstromantrieb

Batteriekühlung

Beim Laden und Entladen der Hochvoltbatterie A38 finden chemische Prozesse statt, welche die Hochvoltbatterie erwärmen.
Da die Hochvoltbatterien im Audi A6 hybrid und im Audi A8 hybrid einem ständigen Entladen und Laden ausgesetzt sind, können beträchtliche Wärmemengen entstehen. Dabei ergibt sich neben der möglichen Alterung der Batterie vor allem ein erhöhter elektrischer Widerstand der beteiligten Leiter. Dieses führt dazu, dass elektrische Energie nicht in Arbeit umgesetzt, sondern als Wärme abgegeben wird. Damit die Hybrid-Batterie-Einheit AX1 in einem akzeptablen Temperaturbereich bleibt, ist sie mit einem Kühlmodul ausgestattet. Das Kühlmodul arbeitet mit der Bordnetzspannung von 12 Volt und besitzt einen eigenen Verdampfer, der an den Kältemittelkreislauf des elektrischen Klimakompressors angeschlossen ist.

Die Bauteile des Kühlmoduls sind:

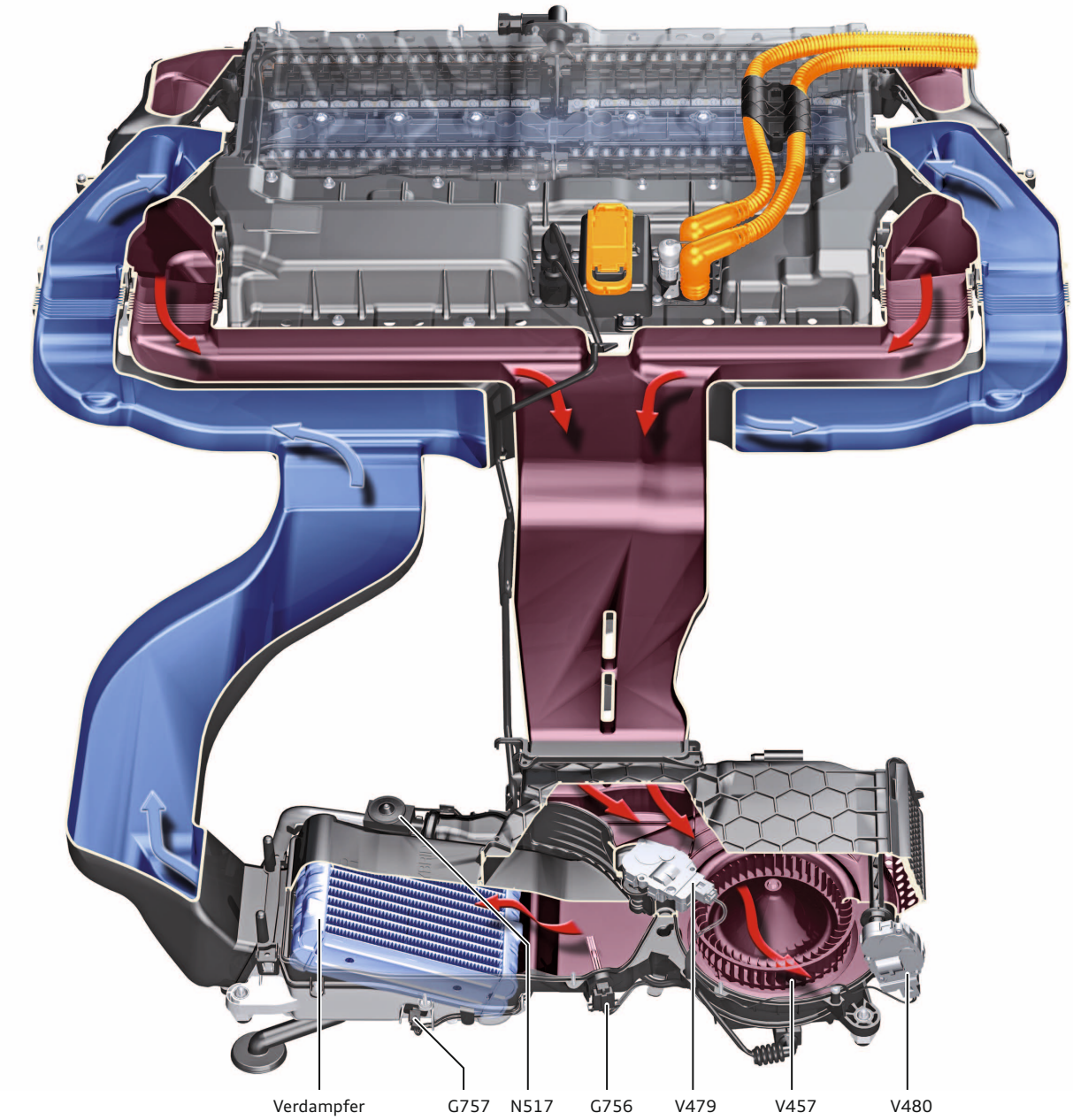
- Lüfter 1 für Batterie V457
- Stellmotor der Umluftklappe 1 für Hybrid-Batterie V479
- Stellmotor der Umluftklappe 2 für Hybrid-Batterie V480
- Temperaturfühler vor Verdampfer für Hybrid-Batterie G756
- Temperaturfühler nach Verdampfer für Hybrid-Batterie G757
- Absperrventil 2 für Kältemittel der Hybrid-Batterie N517
- Verdampfer

Über die Zellen der Hybrid-Batterie-Einheit JX1 sind sechs Temperatursensoren verteilt. Weitere Temperatursensoren befinden sich jeweils im Ein- bzw. Auslass der Batteriekühlluft des Kühlmoduls. Ermittelt das Steuergerät für Batterieregelung J840 eine zu hohe Batterietemperatur, steuert es den Lüfter V457 an. In der Betriebsart Frischluft wird vom Lüfter V457 Luft aus der Reserveradmulde angesaugt, über den Verdampfer in die Hybrid-Batterie-Einheit geleitet und die warme Luft nach außen unterhalb des Stoßfängers hinten links geleitet.

Batteriekühlung im Audi A6 hybrid

Das Kühlmodul im Audi A6 hybrid ist hinter der Hybrid-Batterie-Einheit in der Reserveradmulde verbaut.

Das Kühlmodul besitzt eine Servicestellung, um Zugang zu den darunter verbauten 12-Volt-Batterien zu erhalten.



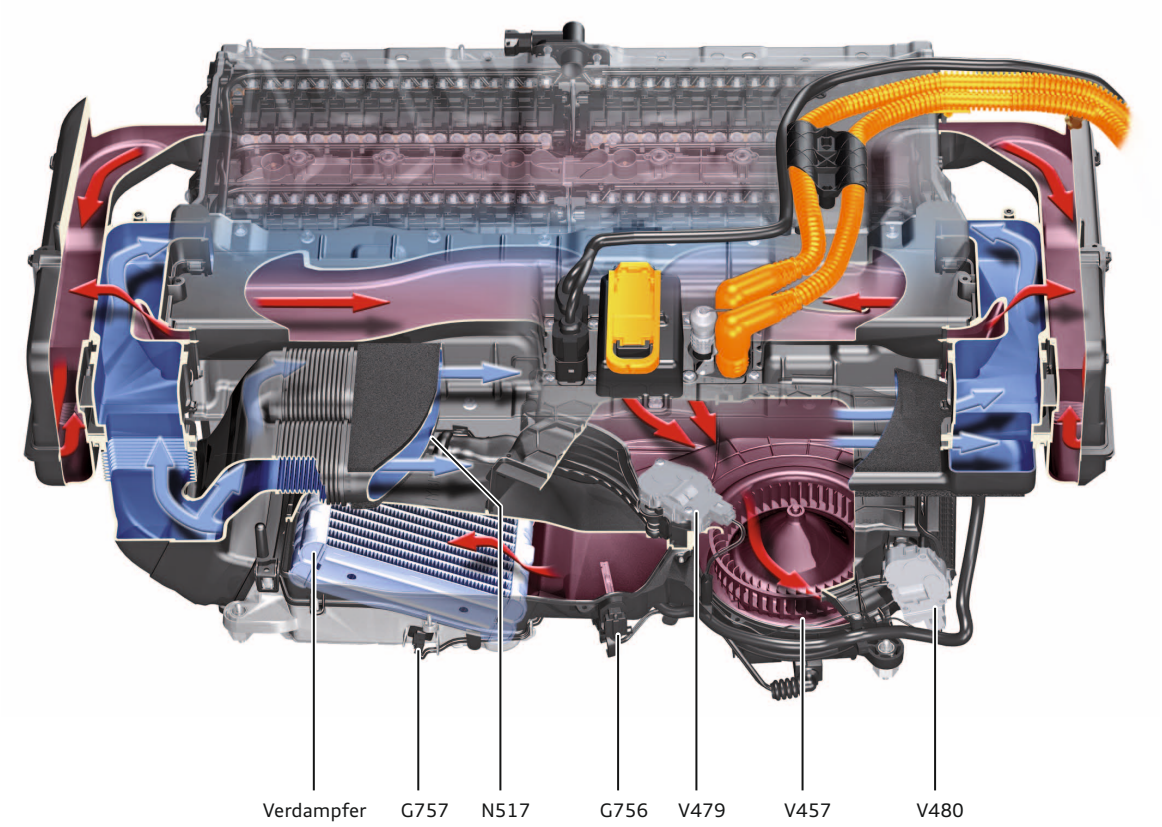
615_013

Temperaturabhängig wird vom Frischluft- in den Umluftbetrieb mit aktivem Verdampfer geschaltet. Hierzu werden die Umluftklappen 1 und 2 geschlossen. Dadurch wird keine Luft mehr aus der Reserveradmulde angesaugt und keine Luft mehr abgeleitet. Weiter wird das Absperrventil 2 für Kältemittel der Hybrid-Batterie N517 bestromt und somit geöffnet. Zusätzlich sendet das Steuergerät für Batterieregelung J840 über CAN-Bus eine Anforderung zum Steuergerät für Climatronic J255, um den elektrischen Klimakompressor V470 einzuschalten. Die Kühllufttemperatur hinter dem Verdampfer wird nun auf 10 °C eingestellt.

Im Steuergerät für Batterieregelung ist ein Kühlfunktionsmodell hinterlegt. Temperaturabhängig wird die Drehzahl des Lüfters 1 für Batterie V457 und die Leistung des elektrischen Klimakompressors V470 über das Steuergerät für Climatronic J255 bedarfsgerecht angepasst. Bei hohem Kühlbedarf kann eine Kühllufttemperatur von 3 °C hinter dem Verdampfer erreicht werden.
Der Lüfter 1 für Batterie V457, der Stellmotor der Umluftklappe 1 für Hybrid-Batterie V479 und Stellmotor der Umluftklappe 2 für Hybrid-Batterie V480 werden vom Steuergerät für Batterieregelung J840 über LIN-Bus angesteuert.

Batteriekühlung im Audi A8 hybrid

Beim Audi A8 hybrid befindet sich das Kühlmodul für die Kühlung der Hybrid-Batterie-Einheit AX1 unterhalb der Batterie-Einheit.



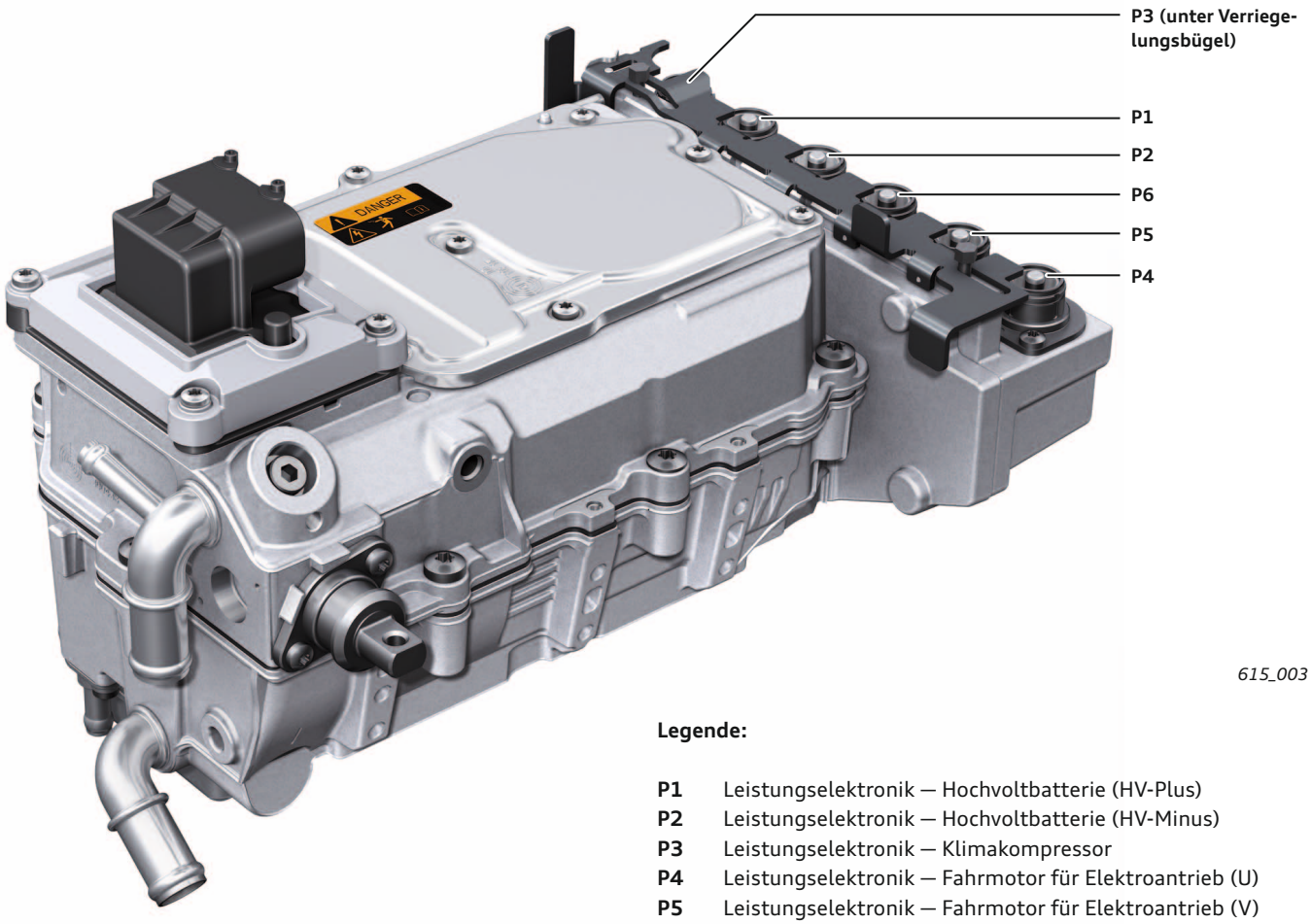
615_014

Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1

Die Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1 setzt sich aus folgen Bauteilen zusammen:

- Steuergerät für Elektroantrieb J841
- Wechselrichter für Fahrmotor A37
- Spannungswandler A19
- Zwischenkreiskondensator 1 C25

Das Steuergerät für Elektroantrieb J841 ist über den CAN-Hybrid und CAN-Antrieb in das Fahrzeugnetzwerk integriert. Des Weiteren ist das Steuergerät an das 12-Volt-Bordnetz angebunden. Das 12-Volt-Bordnetz wird über einen Anschluss an der Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1 mit Spannung versorgt.



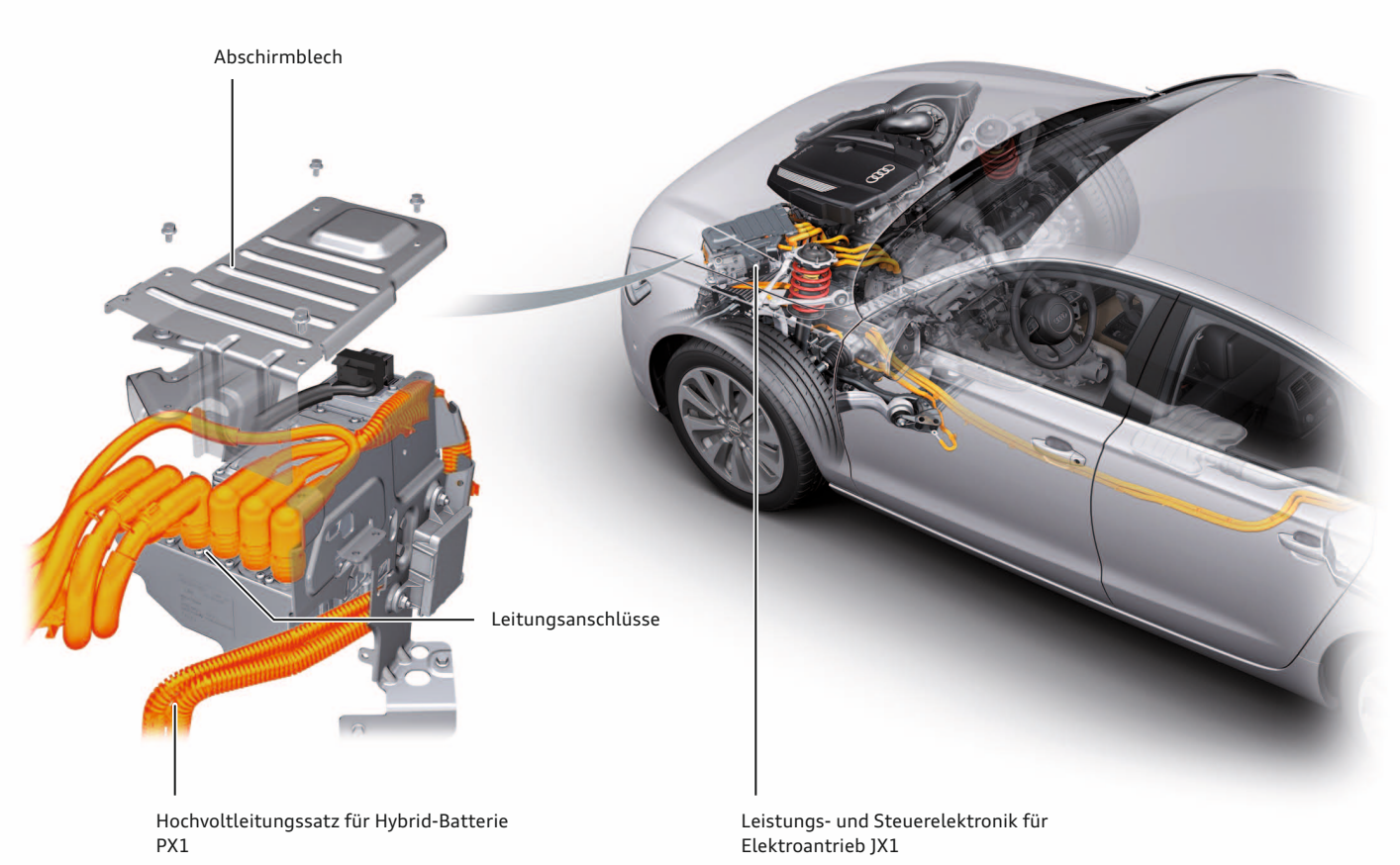
615_003

Legende:

P1 Leistungselektronik — Hochvoltbatterie (HV-Plus)
P2 Leistungselektronik — Hochvoltbatterie (HV-Minus)
P3 Leistungselektronik — Klimakompressor
P4 Leistungselektronik — Fahrmotor für Elektroantrieb (U)
P5 Leistungselektronik — Fahrmotor für Elektroantrieb (V)
P6 Leistungselektronik — Fahrmotor für Elektroantrieb (W)

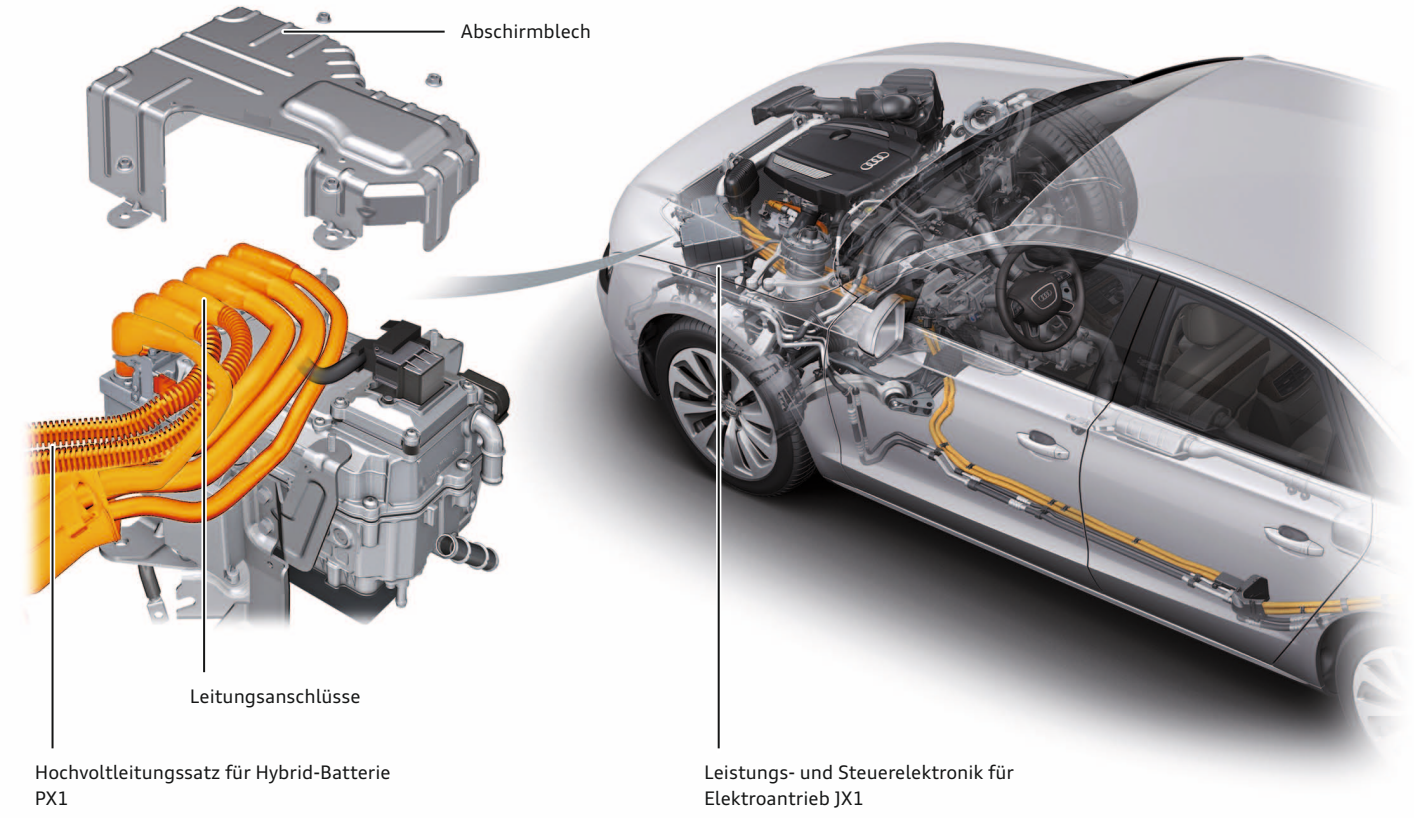
Leistungselektronik	
DC/AC	266 $V_{nom.}$ in 189 $V_{eff.}$ AC
Dauerstrom AC	240 $A_{eff.}$
Spitzenstrom AC	395 $A_{eff.}$
AC/DC	189 $V_{eff.}$ AC auf 266 $V_{nom.}$
Antrieb E-Maschine	0 — 215 V
DC/DC	266 V auf 12 V und 12 V auf 266 V (bidirektional)
Leistung DC/DC in kW	2,6
Gewicht in kg	9,3

Einbauort im Audi A6 hybrid



615_007

Einbauort im Audi A8 hybrid

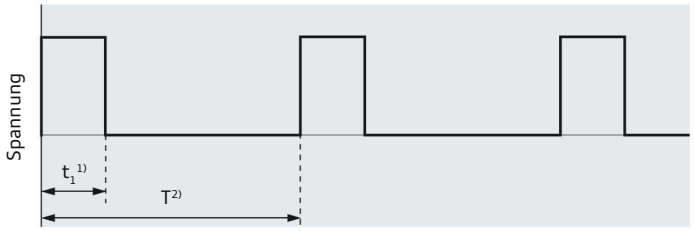


615_008

Wechselrichter für Fahrmotor A37

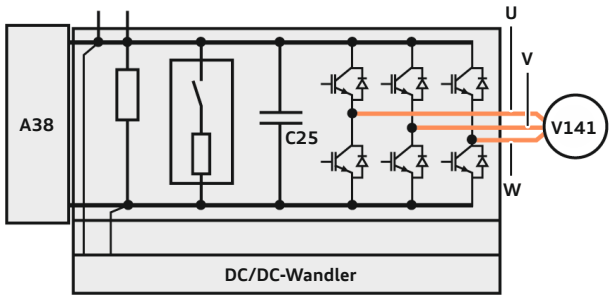
Fahrmotor für Elektroantrieb V141 als Motor

Wird der Fahrmotor für Elektroantrieb V141 als Motor verwendet, wandelt der Wechselrichter für Fahrmotor A37 den Gleichstrom der Hochvoltbatterie A38 in eine dreiphasige Wechselspannung um. Die Wandlung von Gleichspannung in Wechselspannung erfolgt über Pulsweitenmodulation.



615_022

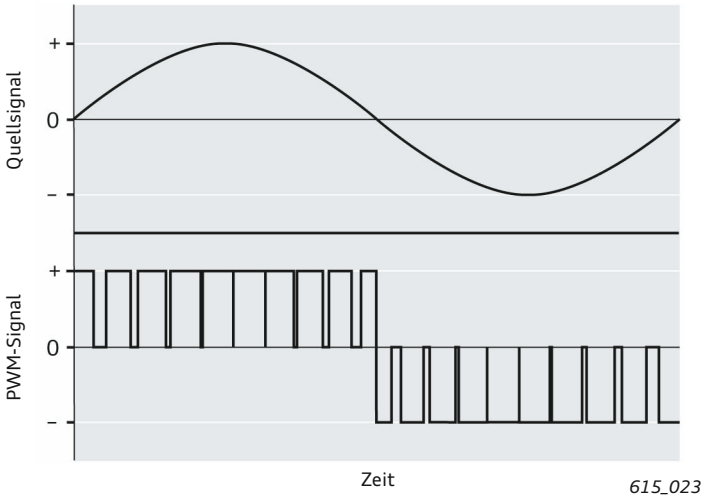
In dem Wechselrichter für Fahrmotor A37 befinden sich sechs Transistoren. Für jede der drei Phasen U, V und W jeweils zwei. Jede Phase besitzt einen separaten Transistor für Plus und Minus. Bei einer Ansteuerung wird das entsprechende Potenzial durchgeschaltet. Die Ansteuerung der Transistoren erfolgt vom Steuergerät für Elektroantrieb J841 mit pulsweitenmodulierten Signalen.



615_031

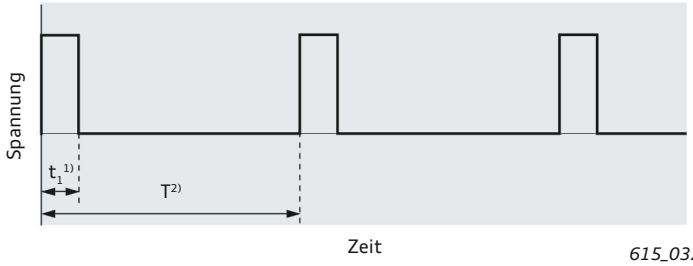
Beispiel:

Eine Sinuskurve wird in 20 Pulsweiten unterteilt.
Durch die Einschaltzeiten der einzelnen Pulsweiten kann eine sinusförmige Spannung erzeugt werden. In diesem Beispiel werden alle 20 Pulsweiten in einer Sekunde einmal angesteuert. Werden jetzt alle 20 Pulsweiten innerhalb von 0,5 Sekunden einmal angesteuert, hat sich die Frequenz erhöht und somit auch die Drehzahl des Fahrmotors für Elektroantrieb V141.
Die Drehzahl des Fahrmotors für Elektroantrieb V141 wird durch Frequenzänderung der Wechselspannung geregelt. Bei z. B. 1000 1/min ergibt sich eine elektrische Frequenz von ca. 267 Hz.



615_023

Das Drehmoment des Fahrmotors für Elektroantrieb V141 wird durch Verändern der Einschaltzeiten der einzelnen Pulsweiten geregelt.



615_032

t_1 [1)] Einschaltzeit
T [2)] Pulsweite

Fahrmotor für Elektroantrieb V141 im Generatorbetrieb

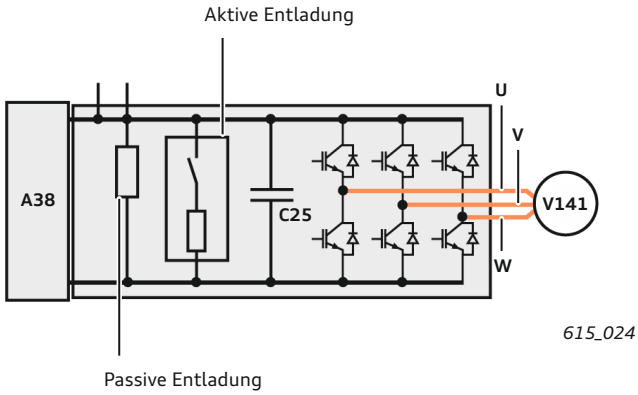
Befindet sich der Fahrmotor für Elektroantrieb V141 im Generatorbetrieb, wandelt der Wechselrichter für Fahrmotor A37 die erzeugte dreiphasige Wechselspannung in eine Gleichspannung von 266 Volt um. Der Wechselrichter für Fahrmotor A37 ist somit ein AC/DC- und DC/AC-Wandler. Mit der erzeugten Gleichspannung wird das Hochvoltnetz und über den Spannungswandler A19 das 12-Volt-Bordnetz versorgt.

Spannungswandler A19

Der Spannungswandler A19 ist ein DC/DC-Wandler und wandelt die Gleichspannung von 266 Volt in die niedrige Gleichspannung von 12 Volt des Bordnetzes um. Er ist auch in der Lage, eine Spannung von 12 Volt in eine Spannung von 266 Volt umzuwandeln. Diese Funktion wird für Fremdstarten (Fremdladen der Hochvoltbatterie A38) genutzt.

Zwischenkreiskondensator 1 C25

Ein weiteres Bauteil in der Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1 ist der Zwischenkreiskondensator 1 C25. Seine Aufgabe ist es, die Spannung zu stabilisieren. Spannungsschwankungen können z. B. beim Anfahren oder beim Kick-down (Boosten) entstehen.
Bei Klemme 15 „aus“ oder Abschaltung des Hochvoltsystems durch ein Crash-Signal, wird der Zwischenkreiskondensator 1 C25 passiv und aktiv entladen. Passive Entladung bedeutet, dass der Zwischenkreiskondensator 1 C25 über einen 22-kOhm-Widerstand entladen wird. Bei der aktiven Entladung wird ein 1-kOhm-Widerstand parallel zu dem 22-kOhm-Widerstand geschaltet. Somit ist sichergestellt, dass der Zwischenkreiskondensator 1 C25 in kürzester Zeit entladen wird.



615_024

Steuergerät für Fahrbetrieb J841

Das Steuergerät für Fahrbetrieb J841 erfasst durch den Geber 1 für Rotorpostion des Fahrmotors G713 die Drehzahl und die Position des Rotors vom Fahrmotor für Elektroantrieb V141.
Des Weiteren erfasst das Steuergerät J841 über den Geber für Temperatur des Fahrmotors G712 die Temperatur des Fahrmotors für Elektroantrieb V141.

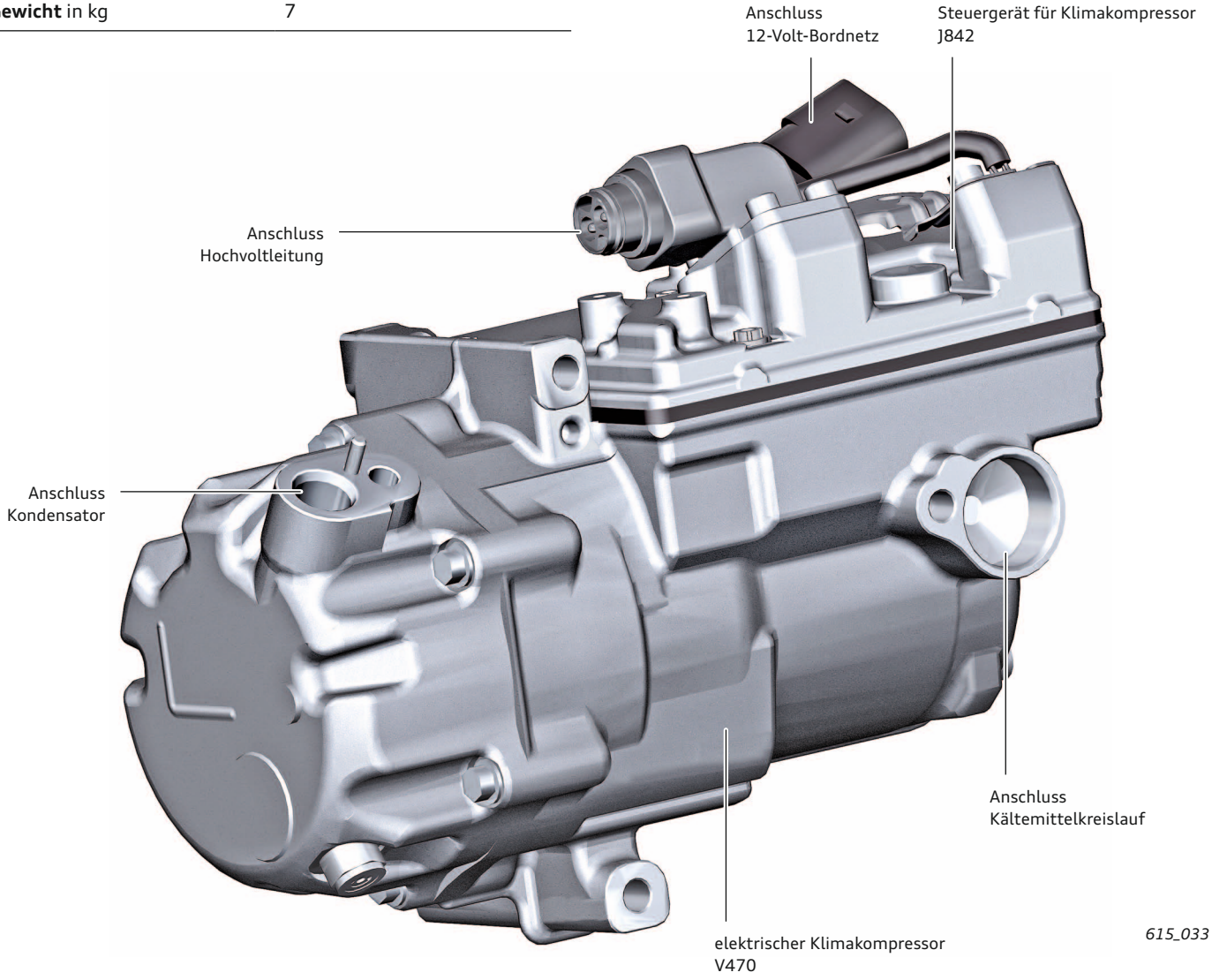
Durch einen eigenen Niedertemperaturkreislauf, der am Kühlmittelausgleichsbehälter des Motorkühlkreislaufs angeschlossen ist, wird die Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1 gekühlt. Temperatursensoren in der Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1 melden dem Steuergerät für Fahrbetrieb J841 die Temperaturen.
Da der Niedertemperaturkreislauf Bestandteil vom Thermomanagement des Verbrennungsmotors ist, übermittelt das Steuergerät für Fahrbetrieb J841 die entsprechenden Informationen an das Motorsteuergerät J623. Somit kann das Motorsteuergerät J623 die Kühlmittelpumpe für Niedertemperaturkreislauf V468 über das Steuergerät für Fahrbetrieb J841 bedarfsgerecht ansteuern.

Elektrischer Klimakompressor V470

Der elektrische Klimakompressor V470 ersetzt den riemengetriebenen Klimakompressor. Über die Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1 ist der Klimakompressor V470 in das Hochvoltsystem eingebunden und wird mit einer Spannung von 266 Volt versorgt.
In der Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1 befindet sich eine 30-A-Sicherung, die den Hochvoltstromkreis für den elektrischen Klimakompressor absichert.
In den elektrischen Klimakompressor V470 ist das Steuergerät für Klimakompressor J842 integriert. Über den CAN-Extended ist das Steuergerät für Klimakompressor J842 in der Lage, Daten mit anderen Steuergeräten auszutauschen.
Die Steuerung des elektrischen Klimakompressors erfolgt vom Steuergerät für Climatronic J255.
Unabhängig von der Klimatisierung für den Fahrzeuginnenraum erfolgt die Kühlung der Hybrid-Batterie-Einheit AX1.

Im Bereich Federbeinaufnahme links befindet sich das Absperrventil 1 für Kältemittel der Hybrid-Batterie N516. Durch dieses Absperrventil 1 für Kältemittel der Hybrid-Batterie N516 erfolgt der Kältemittelfluss zum Klimagerät für den Fahrzeuginnenraum. Stromlos ist das Absperrventil 1 für Kältemittel der Hybrid-Batterie N516 offen. Im Bedarfsfall (z. B. AC-OFF) kann das Steuergerät für Climatronic J255 über das Steuergerät für Batterieregelung J840 das Absperrventil 1 für Kältemittel der Hybrid-Batterie N516 ansteuern.

Elektrischer Klimakompressor V470	
Elektromotor	bürstenloser Asynchronmotor
Aufnahmeleistung in kW	bis 6
Spannungsversorgung in V	266 DC
Stromaufnahme in A	bis 22
Drehzahl in 1/min	800 – 8600
Gewicht in kg	7

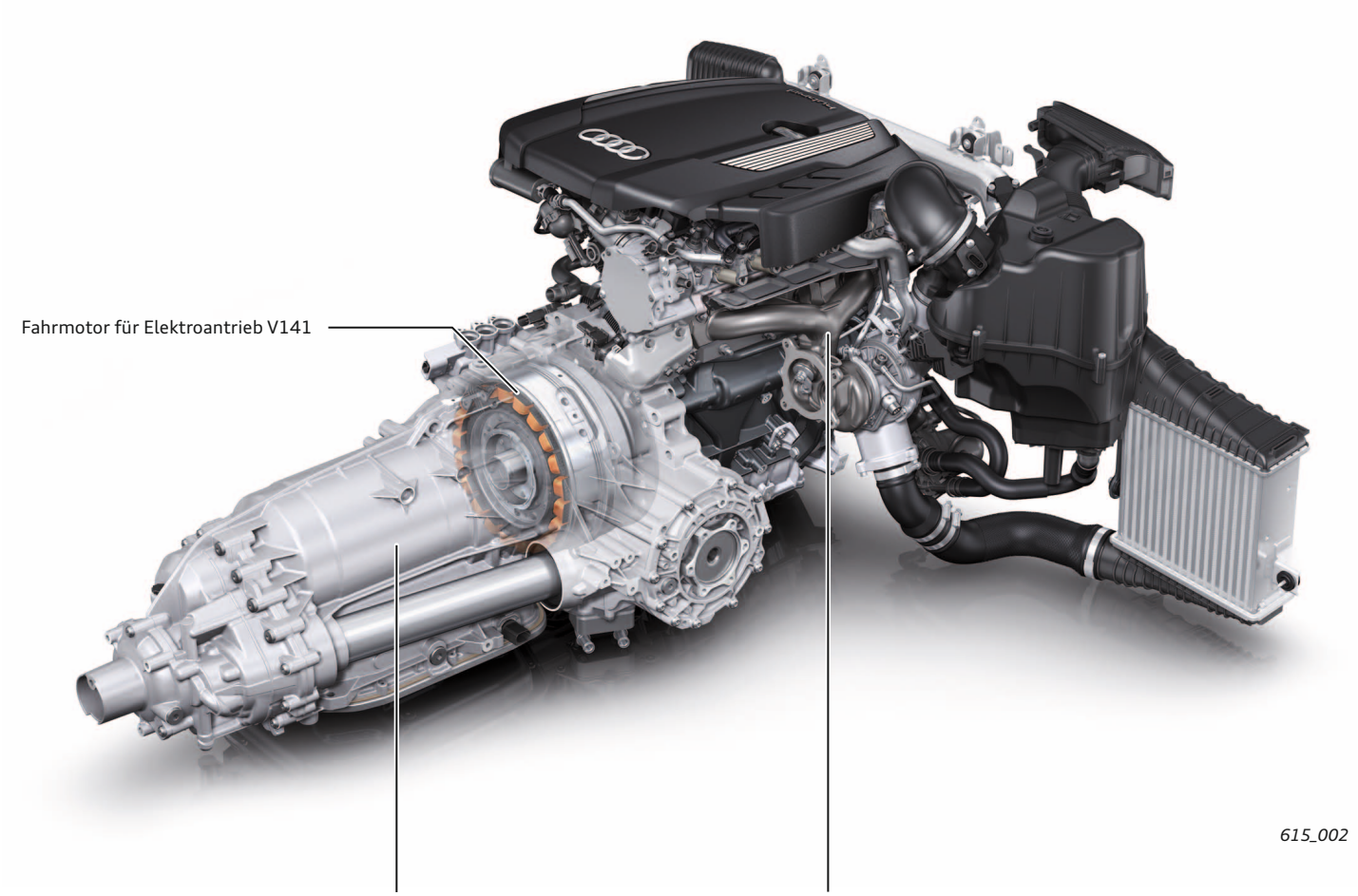


Drehstromantrieb VX54

Beim Audi A6 hybrid und im Audi A8 hybrid ist der Drehstromantrieb VX54 bauraumneutral anstelle des Drehmomentwandlers zwischen Verbrennungsmotor und dem 8-Gang-Automatikgetriebe verbaut.

Der Drehstromantrieb VX54 setzt sich aus folgenden Bauteilen zusammen:

- Fahrmotor für Elektroantrieb V141
- Zweimassenschwungrad
- Klemmenkasten für die Hochvoltanschlüsse
- Stecker für die Sicherheitslinie



Fahrmotor für Elektroantrieb V141

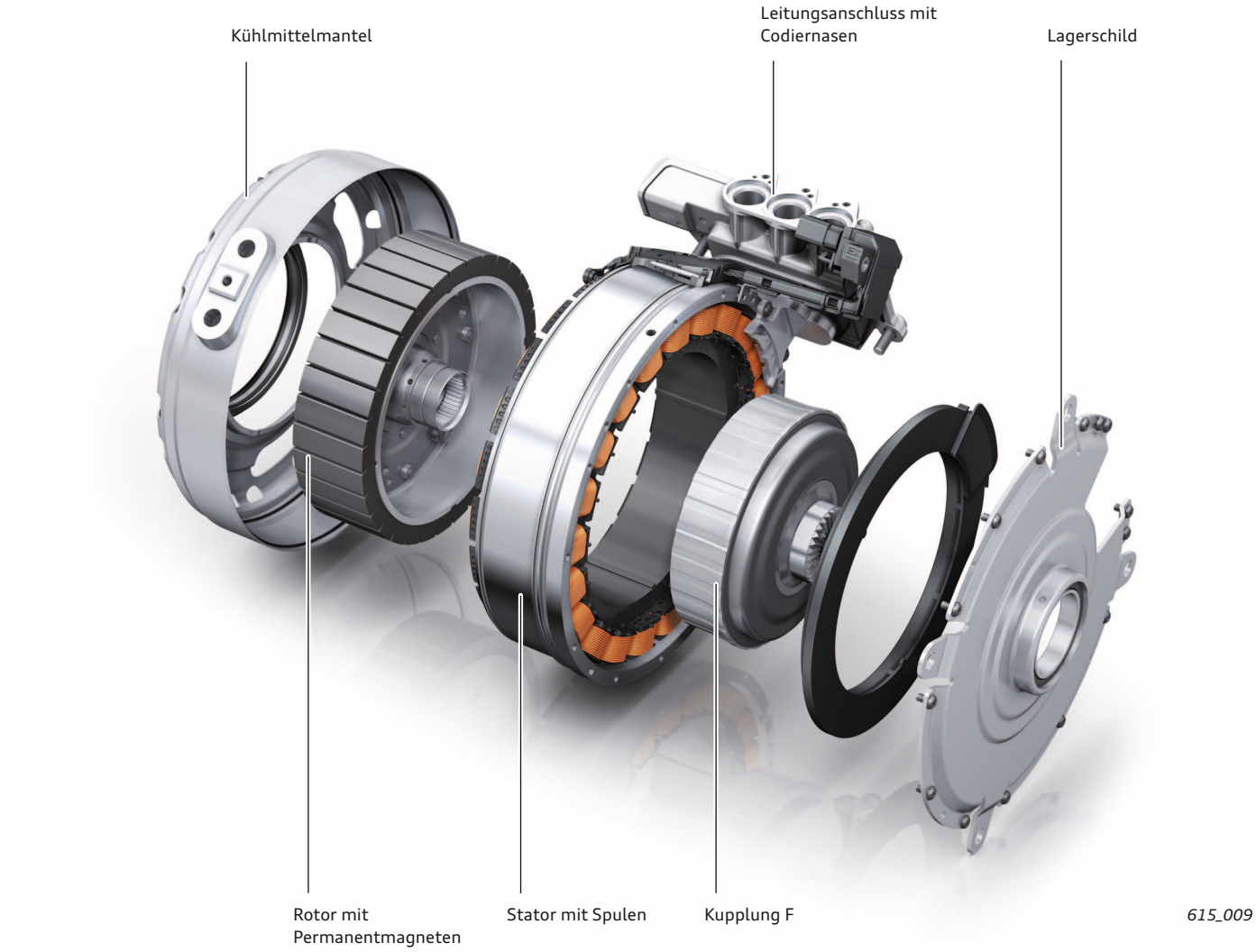
Fahrmotor für Elektroantrieb	
Leistung in kW bei 1/min	40 bei 2300
Drehmoment in Nm	210
Gewicht E-Maschine in kg	26
Spannung in V	AC 3 ~ 145

Der Fahrmotor für Elektroantrieb V141 ist ein permanent erregter Synchronmotor und wird von einem Drei-Phasenfeld angetrieben. Permanent erregt bedeutet, der Rotor ist mit 32 Dauermagneten bestückt und wird nicht fremd erregt. Die Magnete bestehen aus Neodym-Eisen-Bor (NdFeB). Bei einem Synchronmotor dreht sich der Rotor synchron mit den erzeugten Magnetfeldern, also ohne zeitlichen Verzug. Die Magnetfelder werden von 24 Magnetspulen, die von der Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1 mit Wechselspannung versorgt werden, erzeugt.

Dadurch, dass mehr Dauermagnete als Magnetspulen vorhanden sind, ist sichergestellt, dass der Fahrmotor für Elektroantrieb V141 beim Erzeugen elektrischer Magnetfelder von selbst anläuft. Der Fahrmotor für Elektroantrieb V141 dient zum Starten des Verbrennungsmotors, zum reinen elektrischen Fahren und zur Unterstützung des Verbrennungsmotors beim Beschleunigen. Wird er nicht als Elektromotor verwendet, arbeitet der Fahrmotor für Elektroantrieb V141 als Generator für die Spannungsversorgung des gesamten Fahrzeugs.

Der Fahrmotor für Elektroantrieb V141 setzt sich aus folgenden Bauteilen zusammen:

- Rotor mit Permanentmagneten
- Stator mit Spulen
- Trennkupplung F
- Kühlmittelmantel
- Lagerschild
- Leitungsanschluss mit Codiernasen
- Geber für Temperatur des Fahrmotors G712
- Geber 1 für Rotorposition des Fahrmotors G713



Geber für Temperatur des Fahrmotors G712

Der Temperatursensor 1 des Fahrmotors G172 ist ein NTC-Widerstand und erfasst die Temperatur des Fahrmotors für Elektroantrieb V141. Er ist zwischen zwei Magnetspulen platziert. Über ein Temperaturmodell im Motorsteuergerät J623 wird die Temperatur des kompletten Fahrmotors für Elektroantrieb V141 bestimmt. Überschreitet die ermittelte Temperatur 180 – 200 °C, wird die Leistung des Fahrmotors für Elektroantrieb V141 schrittweise bis auf Null reduziert.

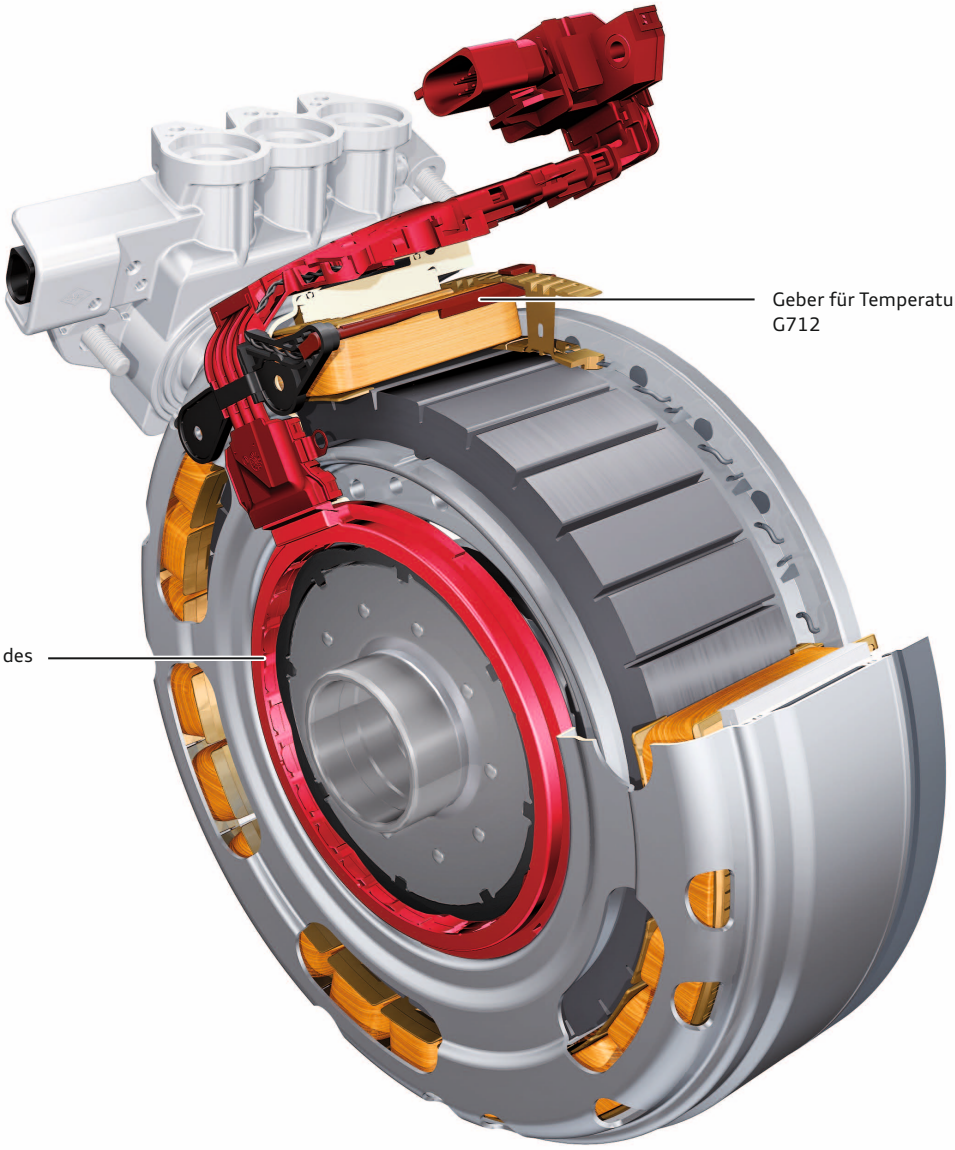
Der Fahrmotor für Elektroantrieb ist wassergekühlt und in den Hochtemperaturkreislauf des Verbrennungsmotors integriert. Das Kühlmittel wird bedarfsgeregelt in drei Stufen von der Kühlmittelpumpe für Hochtemperaturkreislauf V467 umgewälzt. Die Ansteuerung der Pumpe erfolgt vom Motorsteuergerät J623.

Wird der Geber für Temperatur des Fahrmotors G712 als fehlerhaft erkannt, erfolgt eine entsprechende Meldung im Display des Schalttafeleinsatzes und der Kunde wird aufgefordert die Fachwerkstatt aufzusuchen.

Geber 1 für Rotorposition des Fahrmotors G713

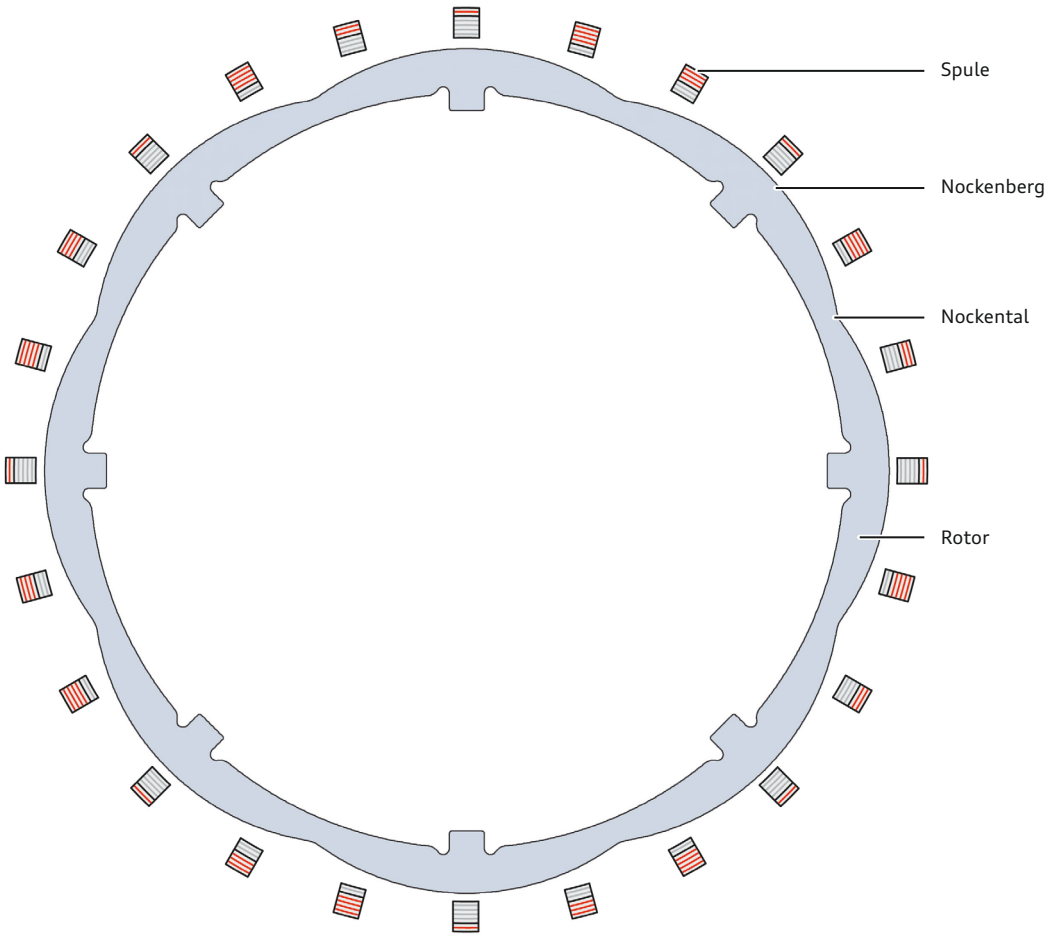
Für eine exakte Steuerung des Magnetfelds im Stator des Fahrmotors für Elektroantrieb V141 ist es für das Steuergerät für Elektroantrieb J841 unbedingt nötig, die genaue Lage des Rotors mit seinen Dauermagneten zu kennen. Dafür wird der Geber 1 für Rotorposition des Fahrmotors G713 verwendet. Er besteht aus 24 Spulen und einer Nockenscheibe aus Metall mit acht Nocken. Die Nockenscheibe ist mit dem Rotor fest verbunden.

In jeder Spule befinden sich eine Erregerwicklung und zwei Sekundärwicklungen. Alle Wicklungen sind isoliert voneinander durch alle Spulen in Reihe geschaltet. Die Sekundärwicklungen 1 und 2 unterscheiden sich durch die unterschiedliche Anzahl der Windungen in jeder einzelnen Spule. Der Geber 1 für Rotorposition des Fahrmotors G713 arbeitet nach dem Resolverprinzip und ist vereinfacht ausgedrückt ein Transformator.



615_011

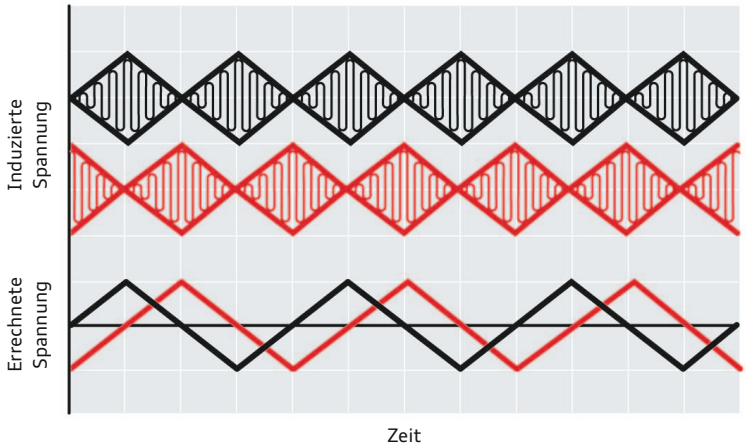
Funktionsplan



615_018

Beginnt sich der Rotor zu drehen, dreht sich auch die Nockenscheibe. Die Nockenberge wandern jetzt von Spule zu Spule und verstärken die Induktion in die Sekundärwicklungen.
Durch die unterschiedliche Anzahl der Windungen von Sekundärwicklung 1 und 2 in jeder einzelnen Spule ergibt sich ein Versatz der Amplituden von 90°.
Aufgrund der Amplituden errechnet das Steuergerät für Elektroantrieb J841 die Lage des Rotors im Fahrmotor für Elektroantrieb V141.

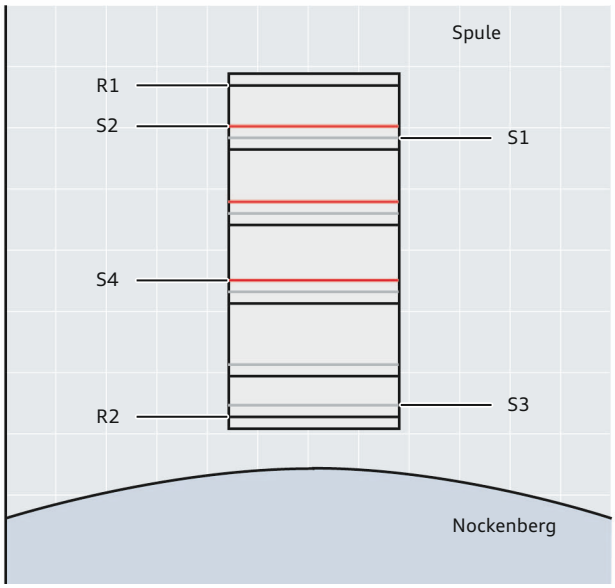
Die Lageänderung des Rotors ist wiederum die Berechnungsgrundlage, um die Drehzahl des Fahrmotors für Elektroantrieb V141 zu bestimmen.
Mit Einschalten der Klemme 15 beginnt das Steuergerät für Elektroantrieb J841 die Rotorlage in allen Betriebszuständen zu berechnen.



615_021

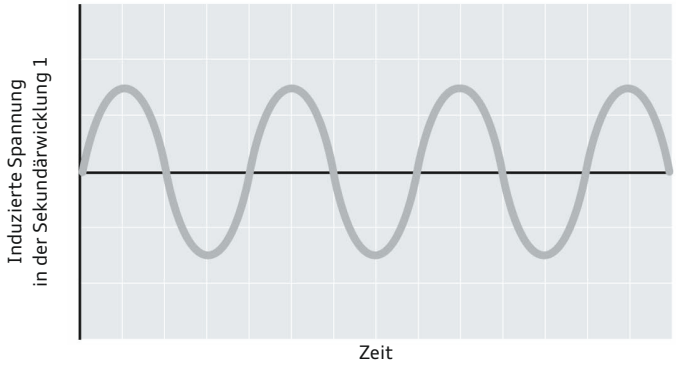
Resolverprinzip

Die Erregerwicklung wird von dem Steuergerät für Elektroantrieb J841 mit einer hochfrequenten Wechselspannung beaufschlagt. Somit wird in die Sekundärwicklungen 1 und 2 eine Wechselspannung induziert. Befindet sich auf der Nockenscheibe ein Nockenberg in der Nähe einer Spule, wird die Induktion in die Sekundärwicklungen verstärkt. Aufgrund der unterschiedlichen Anzahl der Windungen von Sekundärwicklung 1 und 2 in jeder einzelnen Spule ergeben sich somit auch unterschiedliche Spannungen in den Sekundärwicklungen. An Hand der Spannungen aus den Sekundärwicklungen 1 und 2 kann das Steuergerät für Elektroantrieb J841 nun die Stellung des Rotors berechnen.

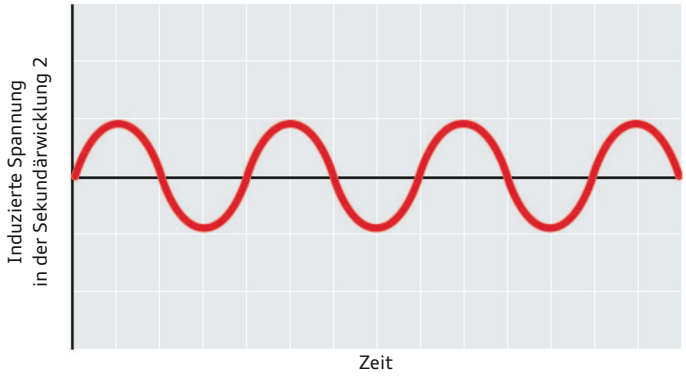


615_019

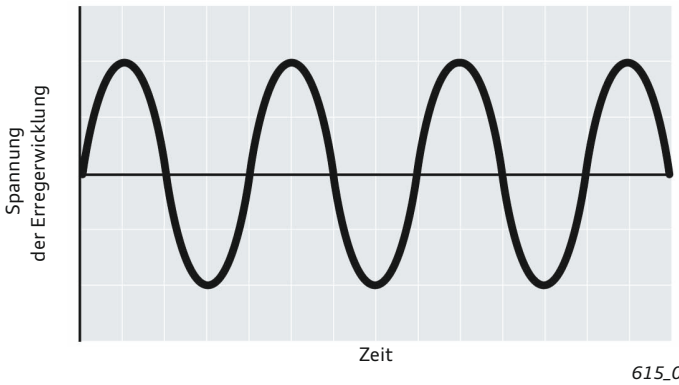
S1 und S3



S2 und S4



R1 und R2



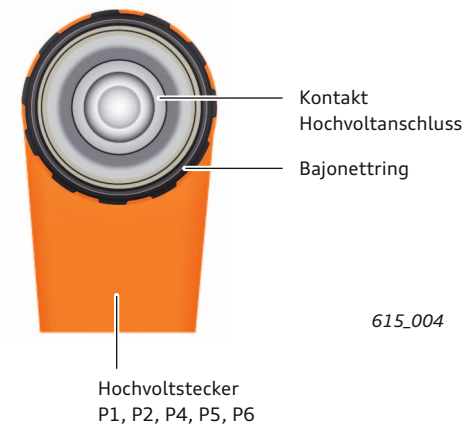
615_020

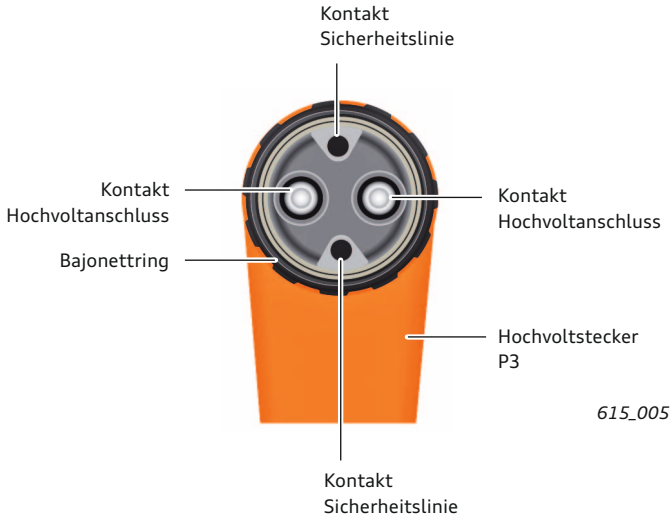
Hochvoltleitungssatz für Hybrid-Batterie PX1 und PX2

Hochvoltleitungen

Alle Hochvoltleitungen im Hochvoltsystem sind an ihrer orangenen Einfärbung zu erkennen. Aufgrund der hohen Spannung und Stromstärken besitzen sie einen größeren Querschnitt und sind mit speziellen Steckkontakten ausgestattet. Auch durch den inneren Aufbau unterscheiden sich die Hochvoltleitungen von den Leitungen des 12-Volt-Bordnetzes.

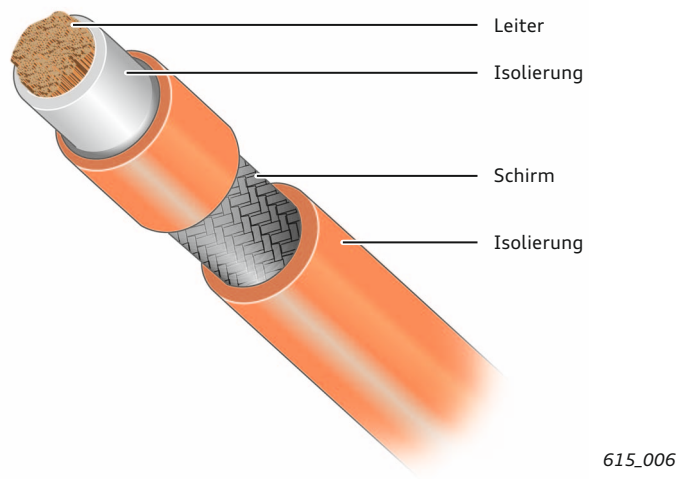
Zusätzlich können die Hochvoltleitungen mit einem Kunststoffwellrohr als Scheuerschutz ausgerüstet sein.
Im Hochvoltsystem kommen zwei unterschiedliche Arten von Hochvoltleitungen zum Einsatz: einpolige und vierpolige.





Aufbau einpolige Hochvoltleitung

Bei allen Hochvoltleitungen ist der Schirm mit den Steckergehäusen verbunden. Mit dem Aufstecken der Stecker an ein Hochvoltbauteil wird der Schirm mit dem Bauteil elektrisch leitend verbunden.



Schutz vor Falschmontagen

Um Falschmontagen zu vermeiden, sind alle Stecker an den Hochvoltleitungen mechanisch codiert und durch einen Farbring unterhalb des Bajonettrings gekennzeichnet. Auch die Anschlüsse für die Hochvoltleitungen an den Hochvoltbauteilen besitzen eine mechanische Codierung und sind mit einem entsprechenden Farbpunkt versehen.

Des Weiteren sind alle Steckverbindungen im Hochvoltbordnetz mit einem Berührschutz gegen unabsichtliches Berühren versehen.

Anschluss	Nummer	Ring- und Punktfarbe	Phase
Leistungselektronik — Hochvoltbatterie Hochvoltleitungssatz für Hybrid-Batterie PX1	**P1**	rot	T+ (HV-Plus)
	P2	braun	T- (HV-Minus)
Leistungselektronik — Klimakompressor	**P3**	rot	—
Leistungselektronik — Fahrmotor für Elektroantrieb Hochvoltleitungssatz für Fahrmotor PX2	**P4**	blau	U
	P5	grün	V
	P6	violett	W

12-Volt-Starten

Der 12-Volt-Anlasser wird nur in bestimmten Betriebszuständen zum Starten des Verbrennungsmotors benutzt. Die Batterie A wird dann vom Motorsteuergerät über Umschaltrelais für Starterbatterie J580 vom Bordnetz getrennt.
Somit steht die komplette Kapazität der Batterie A dem 12-Volt-Anlasser zum Starten des Verbrennungsmotors zur Verfügung.
Das Bordnetz wird dann über die Zweitbatterie A1 und dem DC/DC-Wandler versorgt.

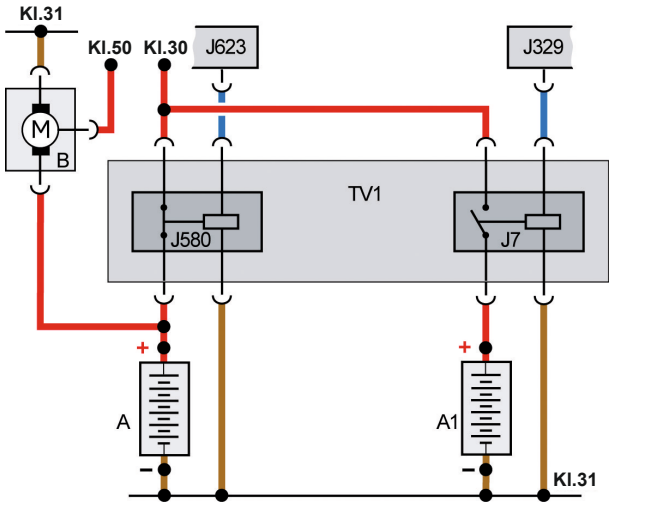
Für die Freigabe des 12-Volt-Anlassers darf die Temperatur der Zweitbatterie nicht kälter als ca. -10 °C sein und der Ladezustand sollte sich über ca. 12,5 Volt befinden.
Wenn das Hochvoltsystem nicht betriebsbereit ist, funktioniert auch kein 12-Volt-Start.

Legende:

A	Batterie
A1	Zweitbatterie
B	Anlasser
J7	Batterietrennrelais
J329	Relais für Spannungsversorgung der Klemme 15
J580	Umschaltrelais für Starterbatterie
J623	Motorsteuergerät
TV1	Leitungsverteiler

Klemme 15 „aus“

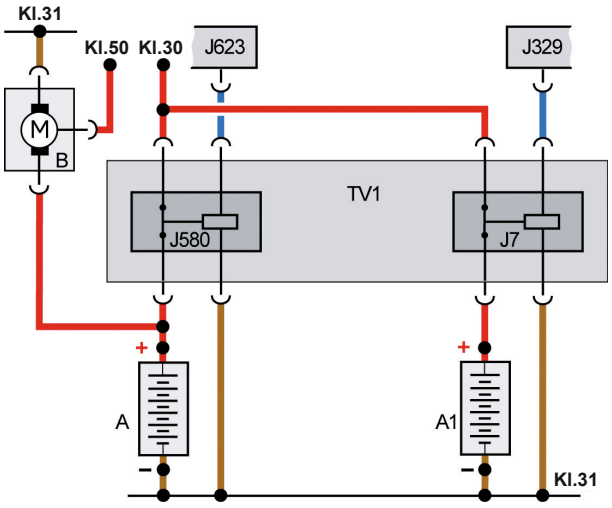
- Batterietrennrelais J7 ist offen.
- Umschaltrelais für Starterbatterie J580 ist geschlossen.
- Das 12-Volt-Bordnetz wird von der Batterie A versorgt.



615_053

Klemme 15 „ein“

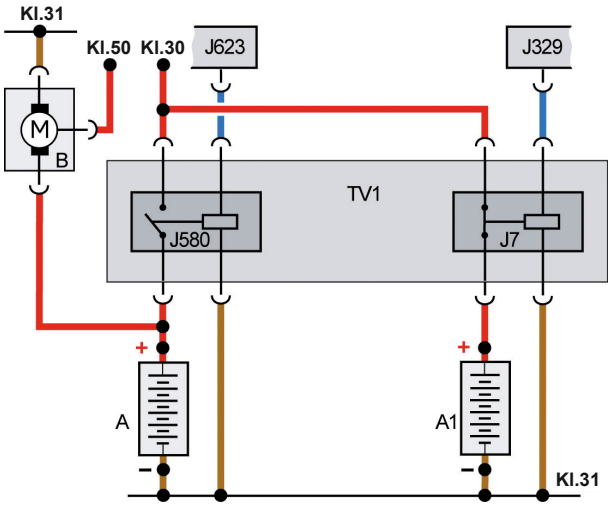
- Batterietrennrelais J7 ist geschlossen.
- Umschaltrelais für Starterbatterie J580 ist geschlossen.
- Das 12-Volt-Bordnetz wird von der Batterie A und Zweitbatterie A1 versorgt.
- Im Fahrbetrieb oder bei „*Hybrid Ready*“ wird das 12-Volt-Bordnetz über den DC/DC-Wandler vom Hochvoltsystem versorgt.



615_054

Klemme 15 „ein“ – 12-Volt-Starten

- Batterietrennrelais J7 ist geschlossen.
- Umschaltrelais für Starterbatterie J580 ist offen.
- Der 12-Volt-Anlasser wird von der Batterie A mit Spannung versorgt.
- Das 12-Volt-Bordnetz wird vom Hochvoltsystem versorgt und von der Zweitbatterie A1 gestützt.



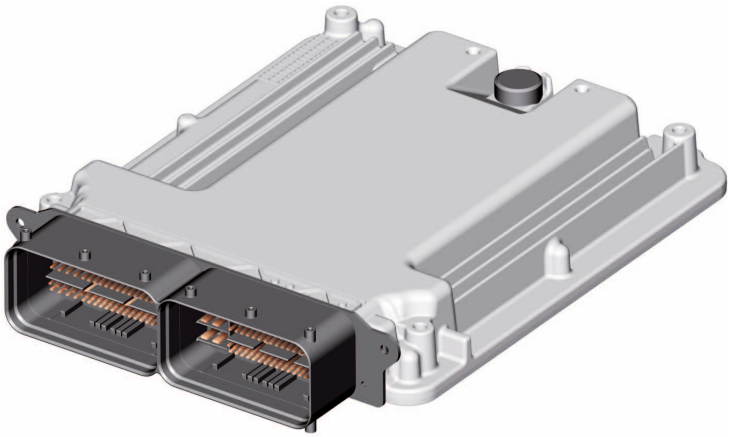
615_055

Hinweis
Bei Arbeiten am 12-Volt-Bordnetz müssen beide 12-Volt-Batterien abgeklemmt werden.

Hybridmanager

Das Motorsteuergerät J623 wurde um die Funktion Hybridmanager erweitert. Der Hybridmanager beinhaltet alle hybridspezifischen Funktionen des Fahrzeugs:

- Betriebsstrategie
- Schub- und Bremsrekuperation
- Hochvoltkoordinator
- Steuerung der Kühlung vom Fahrmotor für Elektroantrieb V141 und der Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1
- Drehmomentverteilung auf den Fahrmotor für Elektroantrieb V141 und den Verbrennungsmotor
- Steuerung der Hybridanzeigen
  - Powermeter
  - Ladezustandsanzeige der Hochvoltbatterie
  - Anzeige — Display im Schalttafeleinsatz
  - MMI-Energieflussbilder



615_034

Betriebsstrategie

Die Aufgabe der Betriebsstrategie ist es, unter Berücksichtigung aller notwendigen Umgebungsbedingungen, Komponentenanforderungen im Fahrzeug und Kundenwünsche (Bedienelemente im Fahrzeug), das Fahrzeug so effizient und komfortabel wie möglich zu bewegen.
Je nach Fahrsituation und Ladezustand der Hochvoltbatterie A38 fällt die Entscheidung, ob das Fahrzeug mit dem Verbrennungsmotor, dem Elektromotor oder mit beiden Motoren angetrieben wird. Für die Realisierung des rein elektrischen Antriebs sind zusätzlich noch die Freigaben weiterer Nutzer des Verbrennungsmotors (Komponentenanforderungen) nötig. Solche Nutzer sind z. B. das Steuergerät für Climatronic J255 (in Form einer Heizanforderung für den Innenraum), Diagnosen des Verbrennungsmotors (Ereignisspeichereinträge), die Aktivkohlebehälter-Anlage oder andere.

Das erweiterte elektrische Fahren (EV-Mode) bedarf zusätzlich noch der Freigabe der 12-Volt-Batterien. Ein niedriger Ladezustand oder eine niedrige Temperatur der 12-Volt-Batterien verhindern die Nutzung des 12-Volt-Anlassers im Fahrbetrieb und somit die Möglichkeit den EV-Mode anzuwählen.
Anhand der Drehmomentbelastung des Fahrmotors für Elektroantrieb V141 und der aktuellen Fahrsituation entscheidet der Hybridmanager, ob der Verbrennungsmotor durch den Fahrmotor für Elektroantrieb V141 oder durch den 12-Volt-Anlasser gestartet wird.

	Verbrennungsmotor ist	Fahrmotor für Elektroantrieb arbeitet als
Verbrennungsmotor starten	aus	Elektromotor
elektrisches Fahren	aus	Elektromotor
Antrieb durch Verbrennungsmotor	an	Generator
hybridisches Fahren	an	Elektromotor
Boosten	an	Elektromotor
Rekuperation mit und ohne elektrisches Bremsen	an oder aus	Generator

Schub- und Bremsrekuperation

Des Weiteren steuert der Hybridmanager in Abhängigkeit von der Fahrpedalstellung, der Bremspedalstellung, dem Ladezustand der Hochvoltbatterie, den Kriterien zur Fahrstabilität (ESP) und der Fahrzeuggeschwindigkeit die Schubrekuperation und die Bremsrekuperation (elektrisches Bremsen).

Hochvoltkoordinator

Eine weitere Aufgabe des Hybridmanagers ist die Überwachung und Koordination aller Hochvoltkomponenten.
Als zentraler „Koordinator“ werden die Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1, Fahrmotor für Elektroantrieb V141, die Hybrid-Batterie-Einheit AX1 und der Elektrische Klimakompressor V470 über den Hybridmanager gesteuert.

Empfängt das Motorsteuergerät J623 auf dem CAN-Antrieb ein Crashsignal, wird dies auch vom Hybridmanager ausgewertet und zusätzlich auf dem CAN-Hybrid an die angeschlossenen Hochvoltkomponenten weitergeleitet. Dies hat die schnellstmögliche Spannungsfreischaltung zur Folge.
Bei sinkendem Ladezustand der Hochvoltbatterie A38 wird ab einem festgelegten Wert die Stromentnahme durch die Hochvoltkomponenten priorisiert und reduziert. Somit kann eine Schädigung der Hochvoltbatterie vermieden werden.

Steuerung der Kühlung

Auch das Steuern der Kühlung von Drehstromantrieb VX54 und der Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1 sind Aufgaben des Hybridmanagers.

EV-Modus

Mit dem Taster für erweiterten Elektrofahrbetrieb E709 (EV-Mode) kann der Fahrer die Grenzen des elektrischen Fahrens erweitern und die gesamte E-Maschinenleistung für das rein elektrische Fahren nutzen. Bis zu einer Geschwindigkeit von 100 km/h bzw. einem Ladezustand der Hochvoltbatterie von 33 % ist das Fahren rein elektrisch in EV-Mode möglich.

Vorraussetzungen für die Fahrt im EV-Mode:

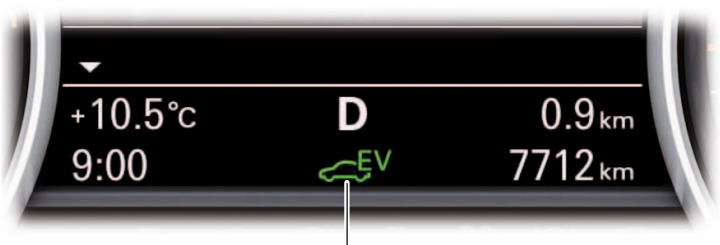
- Geschwindigkeit < 100 km/h
- Ladezustand der Hochvoltbatterie > 40 % (für die Aktivierung)
- Ladezustand der Hochvoltbatterie < 33 % (für die automatische Deaktivierung)
- Temperatur der Hochvoltbatterie > +10 °C (für die Aktivierung),
- Temperatur der Hochvoltbatterie < +5 °C (für die automatische Deaktivierung),
- 12-Volt-Anlasser freigegeben,
- kein Tiptronic-Mode,
- kein Sport-Mode,
- Stop-Freigaben liegen vor.

Ein aktivierter EV-Mode wird durch ein grünes Symbol im Schalttafeleinsatz und durch eine grün leuchtende Kontrollleuchte im Taster für EV-Mode angezeigt.

Audi A8 hybrid



615_048



615_049

Anzeige des aktivierten EV-Mode im Display des Schalttafeleinsatzes

Anzeigen

Anzeigen für das Fahren im Hybridbetrieb

Für die Anzeigen des Elektrofahrbetriebs verfügen der Audi A6 hybrid und der Audi A8 hybrid über:

- Powermeter anstelle des Drehzahlmessers
- Anzeige im Display des Schalttafeleinsatzes
- Anzeige im MMI-Display animiert
- Anzeige für den Ladezustand der Hochvoltbatterie anstelle Kühlmitteltemperaturanzeige

Anzeigen im Powermeter

Im Powermeter werden die verschiedenen Fahrzeugzustände und die Abgabe bzw. Ladeleistung des Hybridsystems während der Fahrt angezeigt.



615_050

Legende:

1 Fahrzeug betriebsbereit „*Hybrid Ready*“, „*Klemme 15 ein*“ und „*Freigabe Klemme 50 ein*“ in Abhängigkeit der Freigabebedingungen
2 elektrisches Fahren (Motorzustart möglich) bzw. hybridisches Fahren
3 Grenze für Motorzustart im EV-Mode
4 ökonomisches Fahren (Teillastbereich)
5 Volllastbereich
6 Verbrennungsmotor 100 %
7 Fahrmotor für Elektroantrieb unterstützt zusätzlich zum maximalen Motormoment (Boost)
8 „Klemme 15 aus“ bzw. „Klemme 15 ein“ und „Klemme 50 aus“
9 hydraulisches Bremsen zusätzlich zum elektrischen Bremsen
10 Energierückgewinnung durch Rekuperation (Schub oder elektrisches Bremsen)
11 Ladezustand der Hochvoltbatterie

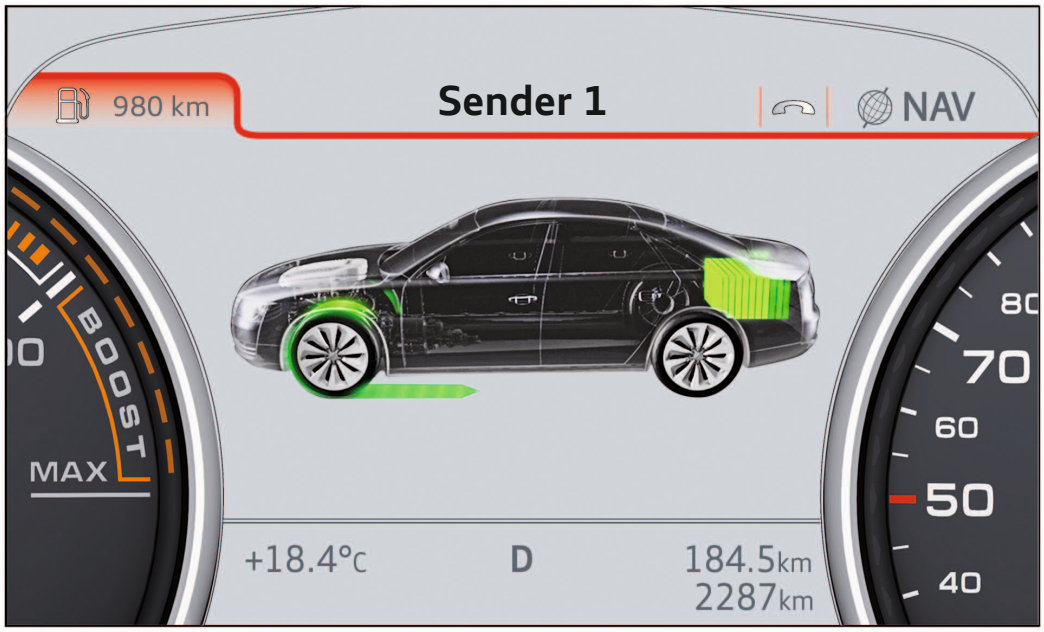
Anzeigen im Display des Schaltafeleinsatzes und MMI-Display

Die Insassen haben die Möglichkeit, sich den Energiefluss im Hochvoltsystem anzeigen zu lassen.

Hierzu können die Anzeigen im Display des Schalttafeleinsatzes und/oder im MMI-Display verwendet werden.

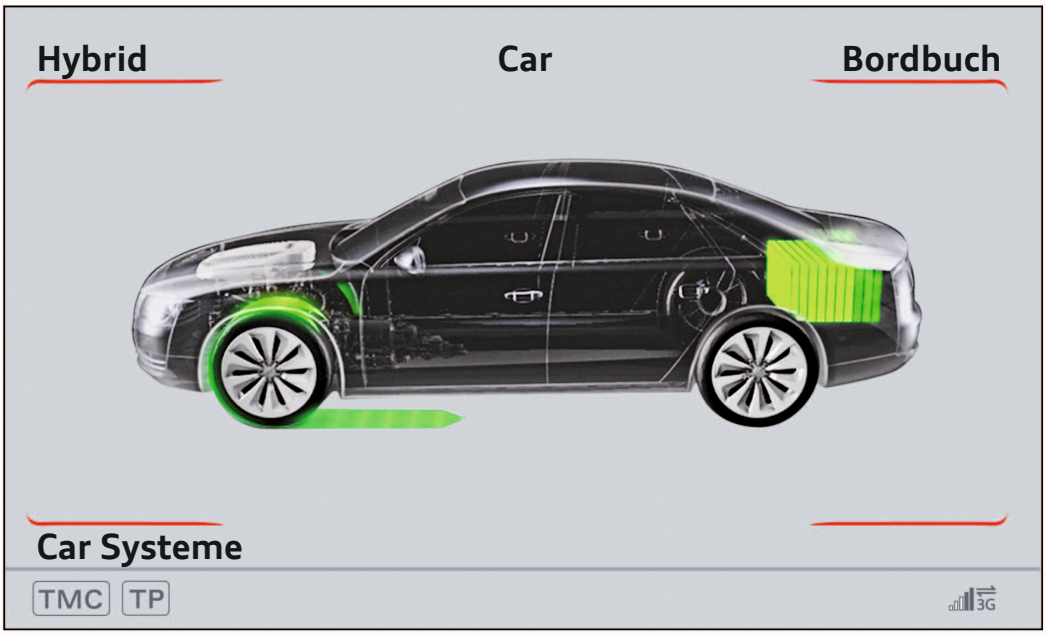
Anzeige im Display des Schalttafeleinsatzes des Audi A8 hybrid – Fahrt nur mit Elektromotor

Das Symbol für die Hochvoltbatterie und die von den Rädern weg gerichteten grünen Pfeile zeigen an, dass der Antrieb über die Hochvoltbatterie und dem Fahrmotor für Elektroantrieb erfolgt.



615_052

Anzeige im MMI-Display des Audi A8 hybrid – Fahrt nur mit Elektromotor



615_051

Verweis
Weitere Informationen über Anzeigen im Display des Schalttafeleinsatzes und MMI-Display finden Sie im Selbststudienprogramm 489 „Audi Q5 hybrid quattro“ oder in der jeweiligen Betriebsanleitung des Fahrzeugs.

Service

Spezialwerkzeuge

Verriegelungskappe T40262



615_057

Weitere Spezialwerkzeuge sind:

- Adapter T40259
- Entriegelungswerkzeug T40258
- Schienen T40275

Betriebseinrichtungen

Warnschild-Hybrid, Blitz VAS 6649



615_058

Warnschild-Hybrid, Schalter VAS 6650A



615_059

Weitere Betriebseinrichtungen sind:

- Trennbox VAS 6606
- Prüfadapter VAS 6606/10
- Hochvolt-Messmodul VAS 6558A
- Hybrid-Prüfadapter VAS 6558/1A mit:
  - Adapter zur Spannungsfreiheitsmessung VAS 6558/1-1
  - Adapter zur Isolationswiderstandsmessung im Hochvoltnetz VAS 6558/1-2
  - Adapter zur Isolationswiderstandsmessung im Klimakompressor und Sicherheitslinie VAS 6558/1-3A

Hinweis
Die Adapter VAS 6558/1-2 und VAS 6558/1-3A dürfen nur bei festgestellter Spannungsfreiheit verwendet werden.

Hinweis
Arbeiten an der Hochvoltanlage dürfen nur von einem qualifizierten Hochvolttechniker durchgeführt werden. Nur diese dürfen den Wartungsstecker ziehen, um die Spannungsfreiheit herzustellen.

Hinweis
Zur sachgerechten und sicheren Verwendung der Hochvoltspezialwerkzeuge müssen die Vorgaben in den Reparaturleitfäden zwingend eingehalten werden. Beachten Sie dazu die Hinweise in ELSA.

Prüfen Sie Ihr Wissen

1. Was ist die elektrische Sicherheitslinie und was ist ihre Aufgabe?

☐ a) Sie ist eine elektrische Leitung durch alle Bauteile des Hochvoltsystems.

☐ b) Sie dient als Spannungsstabilisierung für das 12-V-Bordnetz.

☐ c) Sie dient als Referenzspannung für das Hochvoltsystem.

2. Wozu dient der Wartungsstecker?

☐ a) Der Wartungsstecker verbindet die beiden Teile der Hochvoltbatterie.

☐ b) Er ist die mechanische Verriegelung für die Anschlüsse der Hochvoltleitungen.

☐ c) Er dient als Laderstrombegrenzung für die Hochvoltbatterie.

3. Wofür ist die Zweitbatterie notwendig?

☐ a) Sie versorgt den 12-Volt-Starter mit Versorgungsspannung.

☐ b) Sie wirkt als Spannungsstabilisator beim Starten des Verbrennungsmotors mit dem 12-Volt-Anlasser.

☐ c) Sie dient als Energiespeicher für die Hochvoltbatterie.

4. Welche Lenkung hat der Audi A8 hybrid?

☐ a) Eine elektrohydraulische Lenkung.

☐ b) Eine elektromechanische Lenkung.

☐ c) Eine hydraulische Lenkung mit Druckspeicher.

5. Mit welcher Spannung wird der Klimakompressor versorgt?

☐ a) 266 V DC von der Hochvoltbatterie.

☐ b) 266 V DC von der Leistungselektronik.

☐ c) 12 V DC von der Leistungselektronik.

6. Welche Nennspannung hat die Hochvoltbatterie?

☐ a) 288 V AC

☐ b) 266 V AC

☐ c) 266 V DC

7. Aus wie vielen Zellen besteht ein Batterieblock in der Hochvoltbatterie A38?

☐ a) 18

☐ b) 36

☐ c) 72

8. Wie hoch ist der Widerstand über den der Zwischenkreiskondensator 1 C25 aufgeladen wird?

☐ a) 1000 Ohm

☐ b) 100 Ohm

☐ c) 10 Ohm

9. Wozu dient das Spezialwerkzeug T40262?

☐ a) Es dient als Sicherung, dass niemand den Wartungsstecker ziehen kann.

☐ b) Es dient als Sicherung vor Wiedereinschalten des Hochvoltsystems.

☐ c) Der Zündschlüssel des Fahrzeugs kann im Werkzeug eingeschlossen werden.

10. Wie hoch ist der Widerstand über den der Zwischenkreiskondensator 1 C25 passiv entladen wird?

☐ a) 1 kOhm

☐ b) 11 kOhm

☐ c) 22 kOhm

Lösungen des Tests:
1 a; 2 a; 3 b; 4 b; 5 b; 6 c; 7 b; 8 c; 9 b; 10 c

Selbststudienprogramme

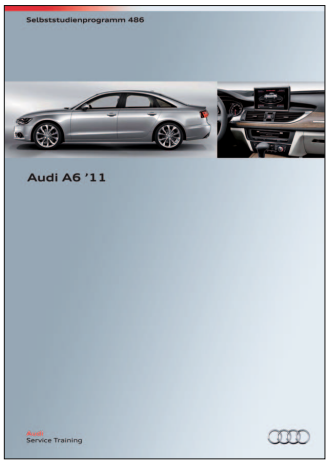
Weitere Informationen finden Sie in folgenden Selbststudienprogrammen.



615_062



615_063



615_064

SSP 436 Änderungen am 4-Zylinder-TFSI-Motor mit Kettentrieb, Bestellnummer: A08.5S00.52.00

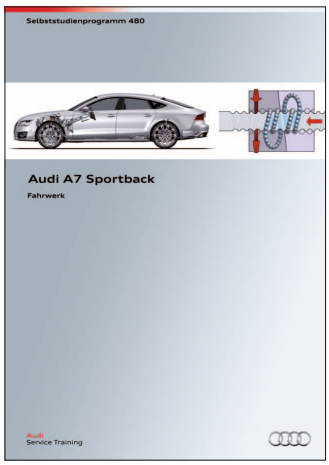
- Informationen zum Verbrennungsmotor

SSP 456 Audi A8 '10, Bestellnummer: A10.5S00.60.00

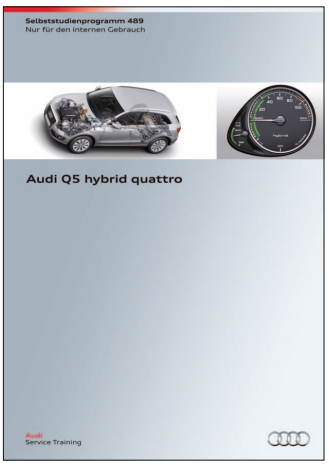
- Informationen zum Basisfahrzeug

SSP 486 Audi A6 '11, Bestellnummer: A11.5S00.80.00

- Informationen zum Basisfahrzeug



615_060



615_061

SSP 480 Audi A7 Sportback — Fahrwerk, Bestellnummer: A10.5S00.73.00

- Elektromechanische Lenkung

SSP 489 Audi Q5 hybrid quattro, Bestellnummer: A11.5S00.83.00

- Hybridtechnik

Alle Rechte sowie technische
Änderungen vorbehalten.

Copyright
AUDI AG
I/VK-35
service.training@audi.de

AUDI AG
D-85045 Ingolstadt
Technischer Stand 02/13

Printed in Germany
A13.5S00.99.00