

ELEKTROMOBILITÄTSKONZEPTE

SSP NR. 174

SEAT

Technischer Stand 02.19. Aufgrund fortlaufender Weiterentwicklungen und Produktverbesserungen sind inhaltliche Änderungen vorbehalten.

Die vollständige oder teilweise Vervielfältigung dieses Dokuments sowie dessen Speicherung im elektronischen Format, die Weitergabe in jeglicher Form oder über ein Medium, sei es elektronisch, mechanisch, als Fotokopie, Aufzeichnung oder anderweitig, ist ohne vorhergehende schriftliche Genehmigung seitens des Verfassers untersagt.

TITEL: SSP174 - Elektromobilitätskonzepte
VERFASSER: After Sales Training
Autovía A-2, km 585 08760 – Martorell, Barcelona (Spanien)

INHALTSVERZEICHNIS

Einführung 4

Werdegang der Elektromobilität 6

Übersichtstafel strombetriebene Fahrzeuge 8

Komponenten in Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen 10

Mikro-Hybrid (µHEV) 24

Mild-Hybrid (mHEV) 27

Mild-Hybrid Plus (mHEV+) 30

Vollhybrid parallel (HEV) 33

Vollhybrid seriell-parallel (HEV) 36

Plug-in-Hybrid (PHEV) 40

Hybrid seriell (HEV) 42

Elektroauto mit Batterie (BEV) 45

Elektroauto mit Brennstoffzelle (FCBEV) 50

Sicherheit im Hochvoltkreis 53

EINFÜHRUNG

Die aktuellen Anforderungen auf dem Automobilmarkt zeigen eine Tendenz zur Senkung der CO_2-Emissionen auf ein Mindestmaß. In einigen europäischen Großstädten gelten beispielsweise bereits Fahrverbote bzw. Einschränkungen für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren, die mit Benzin oder Diesel angetrieben werden. Bestimmte Länder prognostizieren sogar einen offiziellen behördlichen Zulassungsstopp für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren ab 2040 bis 2050.

Angesichts dieses Szenarios sind die Automobilhersteller gezwungen ihr Modellangebot zu aktualisieren, um den neuen Bedürfnissen der Verbraucher gerecht zu werden, was nur durch das tatkräftige Vorantreiben der Elektromobilität möglich sein wird.

Elektromobilität ist ein Konzept, das einen immer festeren Platz innerhalb der Gesellschaft einnimmt und sich auf jegliche Art von strombetriebener Mobilität bezieht. Innerhalb dieses Konzepts finden sich die **strombetriebenen Fahrzeuge**, zu welchen sowohl Hybridfahrzeuge als auch reine Elektroautos zählen.

Hybridfahrzeuge verfügen über verschiedene Energieumwandlungssysteme für ihren Antrieb, wie beispielsweise einen Verbrennungsmotor und einen Elektromotor. So werden die Vorteile des Verbrennungsmotors, zu denen die größere Reichweite zählt, mit den Vorteilen des Elektromotors, der z. B. ein höheres, sofort abrufbares Drehmoment bietet, vereint. Nachteilig sind jedoch der komplizierte Auf- und Einbau des Antriebsaggregats sowie der hohe Wartungsaufwand.

Elektroautos sind Fahrzeuge mit reinem Elektroantrieb. Dieser Fahrzeugtyp bietet viele Vorteile, hat jedoch auch gewisse Nachteile.

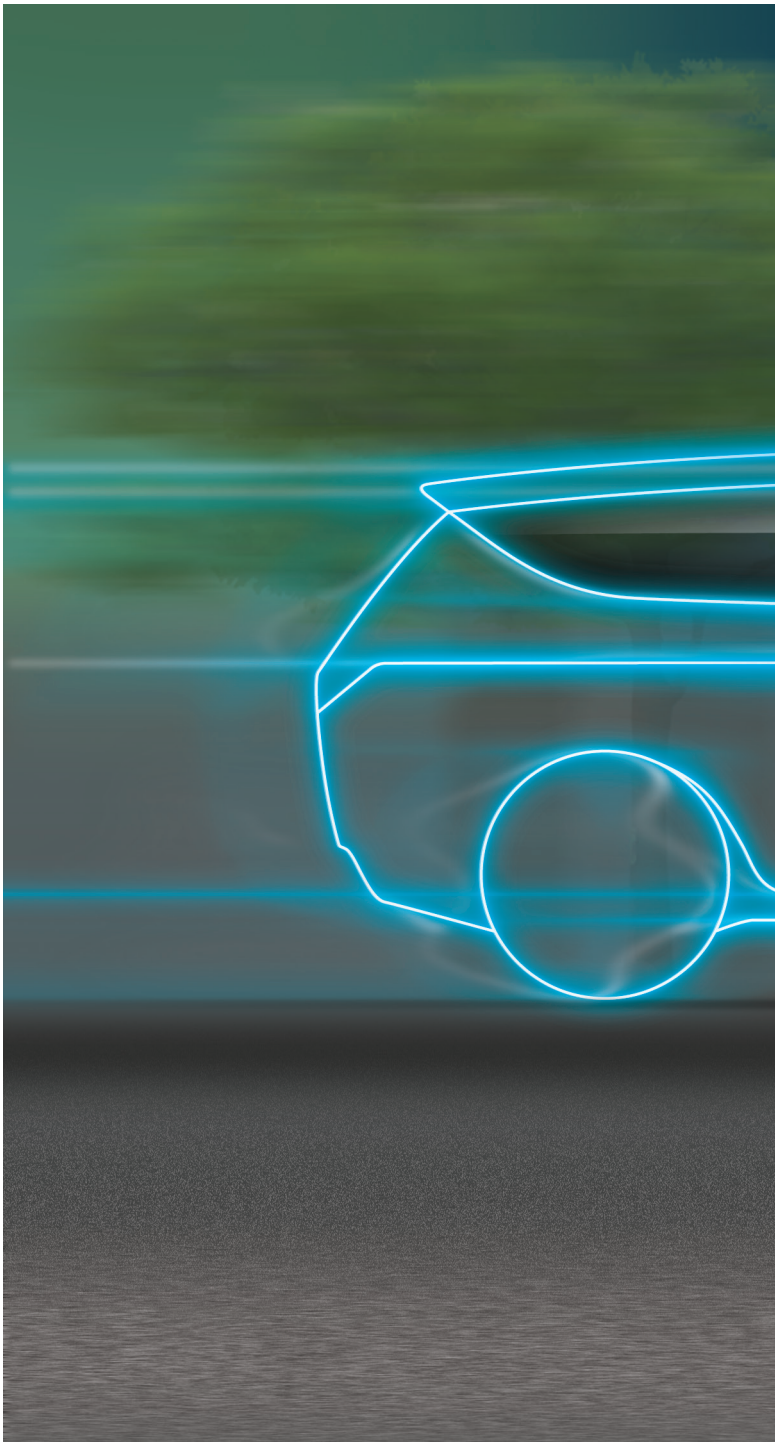
Vorteile von Elektroautos:

- Sehr leise, man hört nur das Rollen der Reifen.
- Kein betriebsbedingter Emissionsausstoß
- Eingeschränkter Wartungsaufwand
- Hoher Wirkungsgrad von knapp 90%
- Hohes, sofort abrufbares Drehmoment und somit bessere Beschleunigung
- Weniger komplexes Antriebsaggregat
- Energierückgewinnung beim Bremsen
- Die Batterien können zuhause aufgeladen werden.
- Der Elektromotor läuft nur bei Bedarf.
- Nur das Getriebe enthält Öl.

Nachteile von Elektroautos:

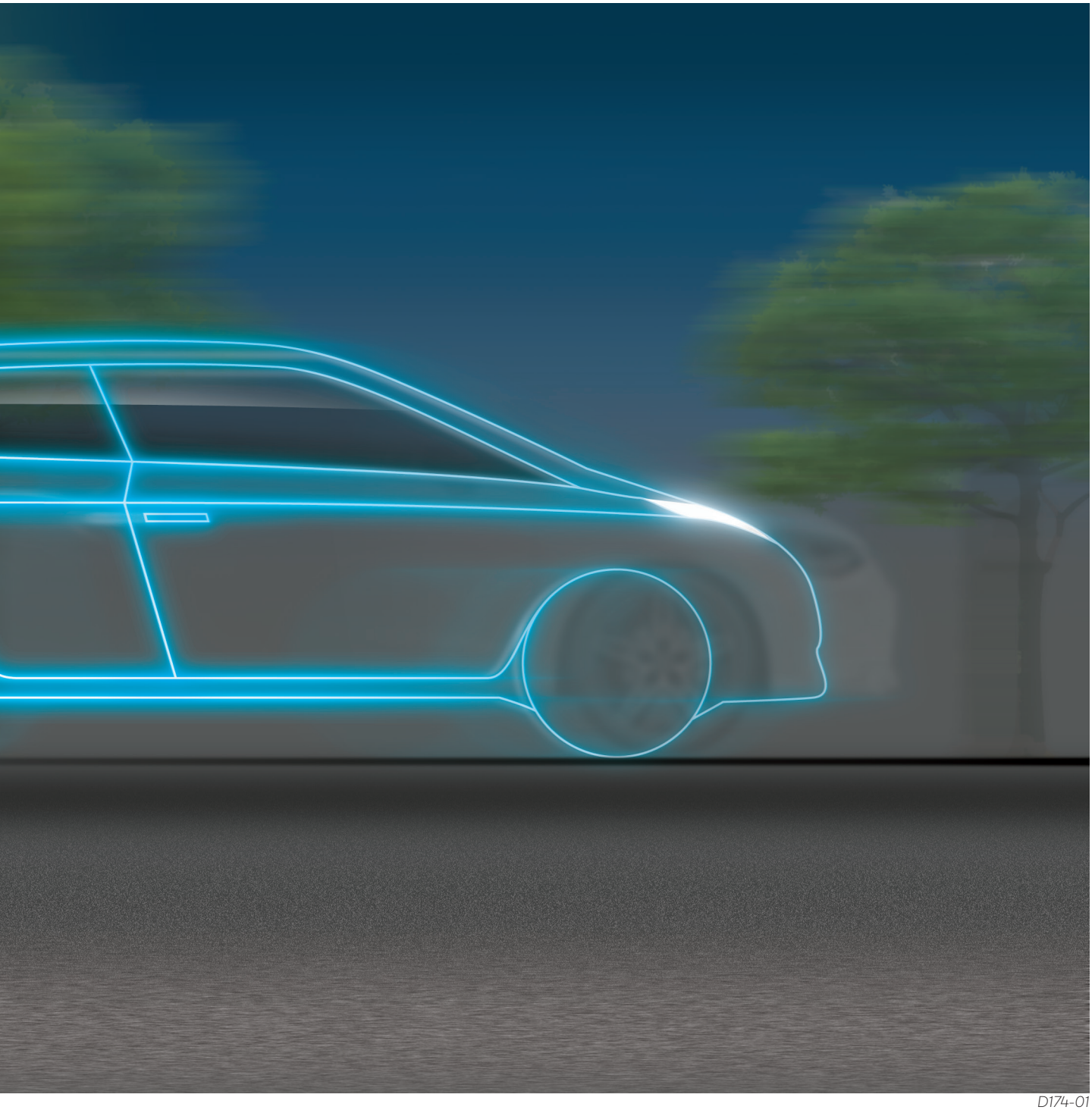
- Begrenzte Reichweite
- Der Ladevorgang kann mehrere Stunden dauern.
- Begrenzte Verfügbarkeit von Ladestellen, das heißt der Fahrer ist gezwungen, lange Strecken im Voraus zu planen.

Zur Speisung des Antriebsaggregats und bestimmter Zusatzkomponenten sind Hybridfahrzeuge und Elektroautos mit einem Hochvoltkreis ausgestattet.



Als Standardkonzept versteht man unter **Hochvolt** eine Spannung von über 60 V Gleichstrom bzw. 25 V Wechselstrom.

In diesem SSP-Dokument finden Sie Informationen über den Werdegang der Elektromobilität im Allgemeinen sowie bei SEAT, die unterschiedlichen Konfigurationen von Hybridfahrzeugen und Elektroautos sowie die im Kundendienst zu beachtenden Sicherheitsaspekte.



D174-01

Hinweis: Grundlegende Informationen zum Thema Elektrik finden Sie im SSP-Basisdokument Nr. 1 „Grundkonzepte Elektrik“.

WERDEGANG DER ELEKTROMOBILITÄT

Die Ursprünge der Elektromobilität gehen auf das frühe 19. Jahrhundert zurück. Im Laufe jenes Jahrhunderts wurden beträchtliche Investitionen in die Förderung dieser Art der Mobilität getätigt sowie ein hoher Forschungsaufwand auf dem Gebiet betrieben. Dennoch wurde die Weiterentwicklung des Elektroautos Anfang des 20. Jahrhunderts durch 2 Faktoren vehement ausgebremst:

- Die begrenzte Reichweite, verursacht durch die damalige Batterietechnologie.
- Die Erfindung des Startermotors, der die einfachere Inbetriebnahme der Verbrennungsmotoren mit sich brachte.

Nur große geschichtliche Meilensteine, wie die erste bemannte Mondlandung, gaben konkreten Anlass zur spezifischen Weiterentwicklung von Elektrofahrzeugen.

XIX

1834

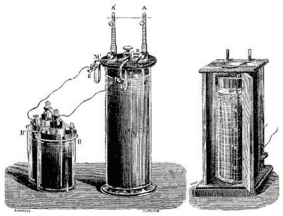
Thomas Davenport baut ein kleines Auto, das für Rundstrecken konzipiert ist.

1835



Professor Sibrandus Stratingh konstruiert ein Miniatur-Elektroauto mit nicht-wiederaufladbaren Batterien.

1859



Gaston Planté erfindet eine Blei-Säure-Batterie.

1867

Franz Kravogl erfindet ein elektrisches Zweirad, das nicht verkehrstauglich war. Es gilt als Kuriosum.

1881

Camille Alphonse Faure verbessert die Kapazität der Blei-Säure-Batterie und ebnet den Weg für die industrielle Herstellung.
Gustave Trouvé testet ein dreirädriges Elektrofahrzeug auf den Straßen von Paris.

1884

Thomas Parker baut das erste produktionsreife Elektroauto mit selbstentwickelten Batterien.

1888



Andreas Flocken baut Deutschlands erstes Elektroauto.

1890-1891

William Morrison baut einen Wagen für 6 Personen, der eine Geschwindigkeit von 22,5 km/h erreicht.

1895

A. L. Ryker konstruiert das erste Elektro-Dreirad in den USA.

1897

Walter C. Bersey bringt in London eine strombetriebene Taxiflotte auf die Straße.

1899

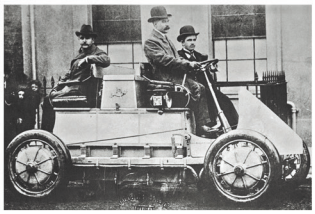


Camile Jenatzy erreicht 105,88 km/h mit einem selbstentwickelten Auto, dem er den Namen Jamais Contente gab .

Erst im späten 20. bzw. frühen 21. Jahrhundert wurde die Entwicklung der Elektromobilität erneut aufgenommen, angestoßen durch die Verschärfung der Abgasnormen für Verbrennungsmotoren.

XX XXI

1900



Ferdinand Porsche baut den Lohner-Porsche, ein Hybridauto mit Elektromotoren in den Radnaben und einem Generator, der von einem Verbrennungsmotor angetrieben wird.

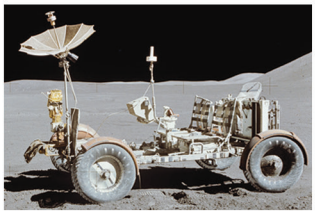
1911

Woods Motor Vehicle Company stellt das erste Hybridfahrzeug der USA her, das mit Benzin und Strom funktioniert.

1912

Charles Kettering erfindet den Startermotor für Fahrzeuge mit Verbrennungsantrieb. Die Erfindung stellt einen Wendepunkt in der Entwicklungsgeschichte der Elektrofahrzeuge dar.

1969

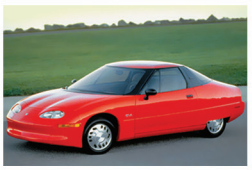


Die NASA baut den Lunar Rover, ein Automobil, das für Transportzwecke auf dem Mond eingesetzt wurde. Das Fahrzeug verfügt über einen Motorantrieb in allen 4 Rädern und Silber-Zink-Batterien, die eine Reichweite von 92 km gewährleisten.

1973

Die Erdölkrise erreicht ihren Höhepunkt. Die Krise verdeutlicht auf dramatische Weise die weltweite Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen.

1996



General Motors stellt den EV1 vor: das erste Elektroauto, das in Serienproduktion geht. Ursprünglich ausgestattet mit Blei-Säure-Batterien und später mit NiMH-Batterien.

2008



Tesla Motors stellt seinen Roadster mit Lithiumbatterien vor. Er beschleunigt von 0 auf 100 km/h in 3,8 Sekunden und bietet eine Reichweite von 320 km.

D174-02

ÜBERSICHTSTAFEL STROMBETRIEBENE FAHRZEUGE

Es gibt 3 Arten von strombetriebenen Fahrzeugen:
- Hybridfahrzeuge ohne Hochvoltsystem
- Hybridfahrzeuge mit Hochvoltsystem
- Elektroautos

Zu den **Hybridfahrzeugen ohne Hochvoltsystem** zählen folgende Fahrzeugtypen:
- Mikro-Hybrid (µHEV): arbeitet mit dem herkömmlichen 12V-Bordnetz.
- Mild-Hybrid (mHEV): verfügt über einen 48V-Kreis, der den Verbrennungsmotor unterstützt.
- Mild-Hybrid Plus (mHEV+): verfügt über einen Elektroantrieb zur besseren Unterstützung des Verbrennungsmotors.

Hybridfahrzeuge mit Hochvoltsystem sind mit einem Hochvoltkreis ausgestattet. Auf diese Weise ist der elektrische Fahrbetrieb ohne Einsatz des Verbrennungsmotors möglich. Zu den Hybridfahrzeugen mit Hochvoltsystem zählen folgende Fahrzeugtypen:
- Vollhybrid (HEV): die Hochvoltbatterie wird ausschließlich vom Verbrennungsmotor geladen.
- Plug-in-Hybrid (PHEV): verfügen über System zum Aufladen über eine externe Stromquelle.
- Hybrid seriell (HEV): rein elektrisch betriebenes Fahrzeug.

Vollhybride (HEV) sind in 2 Konfigurationen erhältlich:
- Vollhybrid parallel (HEV)
- Vollhybrid seriell-parallel (HEV)

Elektroautos sind die einzigen Fahrzeuge mit reinem Elektroantrieb. Unterschieden wird hierbei zwischen 2 verschiedenen Fahrzeugtypen:
- Elektroauto mit Batterie (BEV): der Strom wird in der Hochvoltbatterie gespeichert.
- Elektroauto mit Brennstoffzelle (FCBEV): der Strom wird im Fahrzeug mithilfe einer Brennstoffzelle generiert.

Auf der Abbildung sind die wichtigsten Bestandteile der unterschiedlichen strombetriebenen Fahrzeugtypen dargestellt: die einzelnen Bauteile, die Betriebsphasen des Antriebsaggregats sowie die generischen Verbrauchsdaten.

Bei den Verbrauchsdaten wird der Ursprung der Energie angegeben, die für den Antrieb des Fahrzeugs genutzt wird, die ungefähre Reichweite im E-Betrieb sowie die potenzielle Einsparung von fossilen Brennstoffen.

Auf den nachfolgenden Seiten werden die Bestandteile von Hochvoltkreisen sowie die Funktionsweise der unterschiedlichen strombetriebenen Fahrzeugarten erläutert. Die Bauteile der unterschiedlichen strombetriebenen Fahrzeugtypen werden im Zuge der jeweiligen Erläuterung aufgeführt.



Hybridfahrzeuge ohne Hochvoltsystem			Hybridfahrzeuge mit Hochvoltsystem			Elektroautos	
Mikro-Hybrid (µHEV)	Mild-Hybrid (mHEV)	Mild-Hybrid Plus (mHEV+)	Vollhybrid (HEV)	Plug-in-Hybrid (PHEV)	Hybrid seriell (HEV)	Elektroauto mit Batterie (BEV)	Elektroauto mit Brennstoffzelle (FCBEV)
Treibt das Fahrzeug an.			Treibt das Fahrzeug an und lädt die HV-Batterie.		Lädt die HV-Batterie.		
Speist die elektronischen Komponenten.							
Lädt die 12V-Batterie.	Lädt die Batterien und Boost.						
	Lädt den 48V-Generator.						
	Wandelt 48 V in 12 V um.						
		Boost					
			Speist die Hochspannungskomponenten.				
			Treibt das Fahrzeug an und lädt die HV-Batterie.				
			Wandelt Wechselstrom in Gleichstrom und Gleichstrom in Wechselstrom um.				
				Lädt die HV-Batterie und verteilt die Hochspannung.			
				Speist das Ladegerät für die HV-Batterie.			
							Lädt die HV-Batterie.
			Heizt die Fahrgastzelle.				
			Klimatisiert die Fahrgastzelle.				
			Unterstützt das Bremspedal.				
Der Verbrennungsmotor schaltet sich bei Stillstand aus.							
Beim Verzögern wird die Batterie aufgeladen.							
	Unterstützt den Verbrennungsmotor.						
			Das Fahrzeug wird ausschließlich vom Elektroantrieb angetrieben.				
HC	HC	HC + 48V	HC + HV	HC + HV + 230V	HC + HV + 230V	HV + 230V	H_2 + HV
0 km	0 km	0 km	2 km	50 km	85 km	140 km	500 km
5%	10%	15%	25%	60%	85%	100%	100%

D174-04

KOMPONENTEN IN FAHRZEUGEN MIT HOCHVOLTSYSTEMEN

HOCHVOLTKABEL

Die Kabel des Hochvoltkreises sind an der **orangen Farbe** zu erkennen.

Es gibt 3 Arten von Kabeln in Hochvoltkreisen, in Abhängigkeit davon, welche Bauteile sie speisen: 1-polige Kabel, 2-polige Kabel und 2-polige Kabel mit Steuerleitung.

1-POLIGE KABEL

1-polige Kabel in Hochvoltkreisen sind für leistungsstärkere Komponenten zuständig, wie z. B. den Elektroantrieb oder den Klimakompressor.

1-polige Kabel bestehen von außen nach innen aus folgenden Schichten:

- Außenisolierung, orange
- Metallisches Abschirmgeflecht
- Innenisolierung, grau
- Kupferleiter

Die Kabel sind mit einer Abschirmung versehen, um etwaige Störungen, die die Hochspannung an angrenzenden Bauteilen der Hochvoltinstallation verursachen könnte, zu vermeiden.

2-POLIGE KABEL

2-polige Kabel in Hochvolkreisen dienen zur Gleichstromverteilung sowie zur Speisung von Komponenten mit Einzelinstallation. 2-polige Kabel bestehen von außen nach innen aus folgenden Schichten:

- Außenisolierung, orange
- Schirmung
- Innenisolierung, rot oder schwarz, je nach Kabelpolarität
- Kupferleiter

2-POLIGE KABEL MIT STEUERLEITUNG

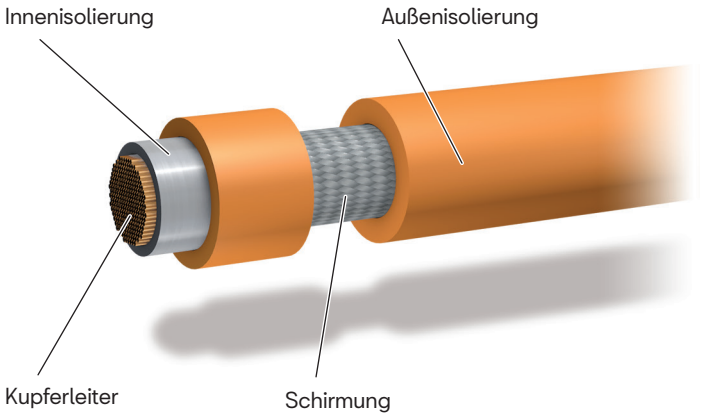
2-polige Kabel mit Steuerleitung haben denselben Aufbau wie 2-polige Kabel. Für die Steuerleitung werden 2 grau isolierte Kabel hinzugefügt.

Die Steuerleitung wird im Abschnitt „Sicherheit im Hochvoltkreis“ in diesem SSP-Dokument erläutert.

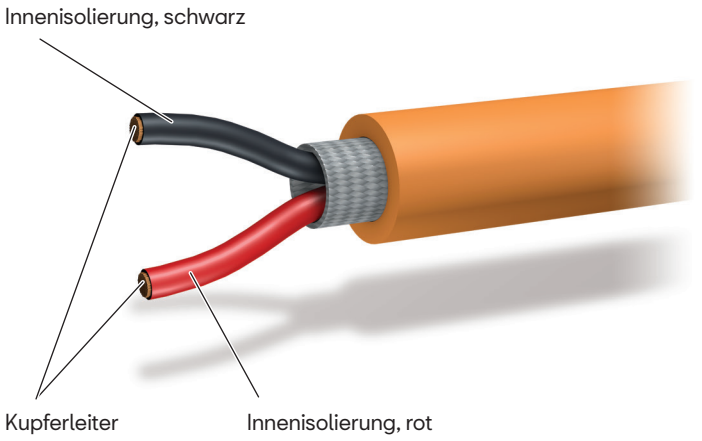
ELEKTRISCHE STECKVERBINDER

Die Steckverbinder der Kabel im Hochvoltkreis sind je nach Funktion unterschiedlich sowie mechanisch codiert, um Falschanschlüsse zu vermeiden.

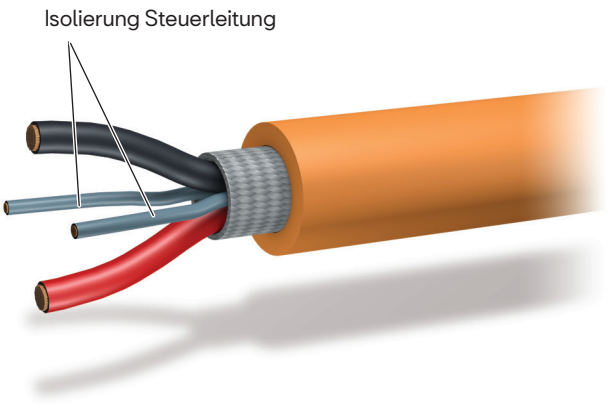
1-poliges Kabel



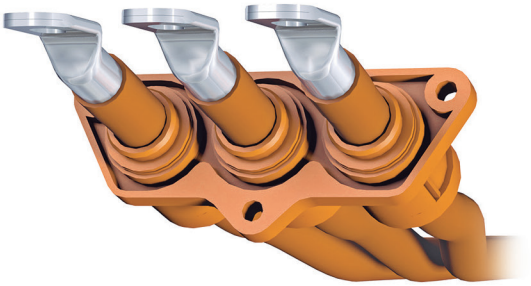
2-poliges Kabel

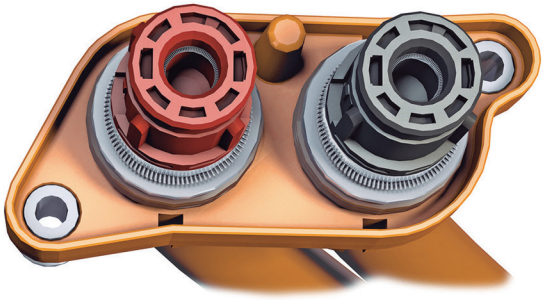


2-poliges Kabel mit Steuerleitung

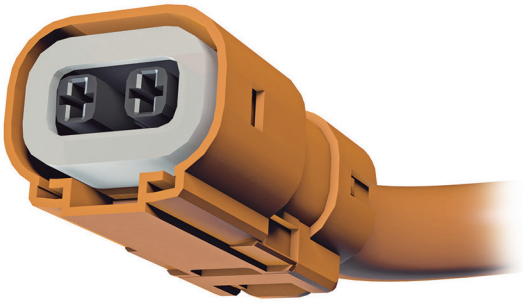


Steckverbinder 1-polige Kabel

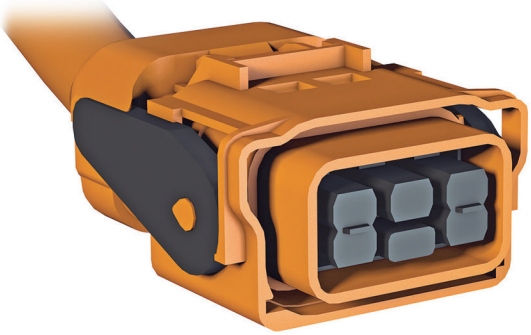


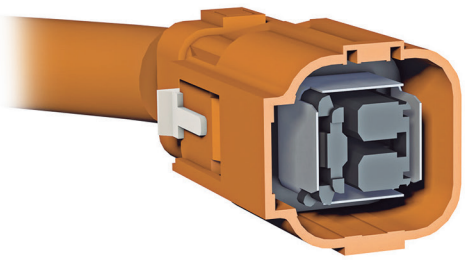


Steckverbinder 2-polige Kabel



Steckverbinder 2-polige Kabel mit Steuerleitung





D174-05

KOMPONENTEN IN FAHRZEUGEN MIT HOCHVOLTSYSTEMEN

HOCHVOLTBATTERIE

Die Hochvoltbatterie ist jene Komponente, die für die Gleichstromspeicherung (DC) zuständig ist, sowie dafür, die verschiedenen Bestandteile im Hochvoltkreis mit Gleichstrom zu versorgen. Dies geschieht dank einer Reihe von chemischen Reaktionen, die im Inneren der Batterie stattfinden.

Der Innenbereich der Hochvoltbatterie besteht aus **Zellen**, die in **Zellmodule** gruppiert sind.

Jede einzelne Zelle besteht aus folgenden Bestandteilen:

- Positive Elektrode bzw. Anode
- Negative Elektrode bzw. Kathode
- Elektrolyt: Substanz, dank welcher die chemischen Reaktionen stattfinden können.

Die Anzahl der Zellen pro Modul sowie die Anzahl der Zellmodule variiert je nach Fahrzeug.

Die Hochvoltbatterie ist eine **Lithiumionenbatterie (Li-ion)**, da die Anode und Kathode in jeder Zelle aus verschiedenen Lithium- und Graphitoxiden gefertigt ist. Aufgrund dieser Bauart bietet die Hochvoltbatterie folgende Merkmale:

- Mäßiges Gewicht
- Hochbeständig gegenüber hohen Ladungsintensitäten
- Lineare Entladung, das heißt die Nennspannung dient als Ladungsindikator.
- Geringe Selbstentladungsrate

Die Hochvoltbatterie ist zur Aufrechterhalten der optimalen Betriebstemperatur mit einem Kühlsystem ausgestattet.

TECHNISCHE DATEN

Wichtigste technische Daten von Hochvoltbatterien:

- Nennspannung
- Ladekapazität
- Nennleistung
- Wirkungsgrad
- Energiedichte
- Lebensdauer

Die **Nennspannung** ist die Ausgangsspannung der Hochvoltbatterie und wird in Volt (V) gemessen. Die Nennspannung wird durch die Spannung der einzelnen Zellen sowie die Anzahl aller Zellen insgesamt bestimmt.

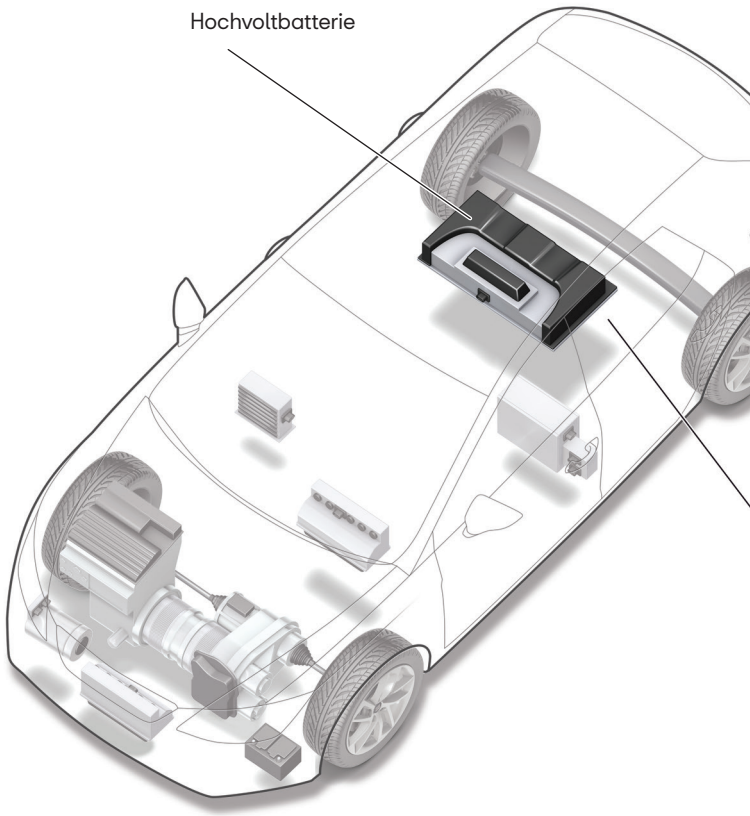
Unter **Ladekapazität** versteht man jene Ladung, die die Hochvoltbatterie in der Lage ist, zu speichern. Sie wird in Amperestunden gemessen (Ah). Je größer die Ladekapazität, desto länger dauert es, bis sich die Hochvoltbatterie entlädt.

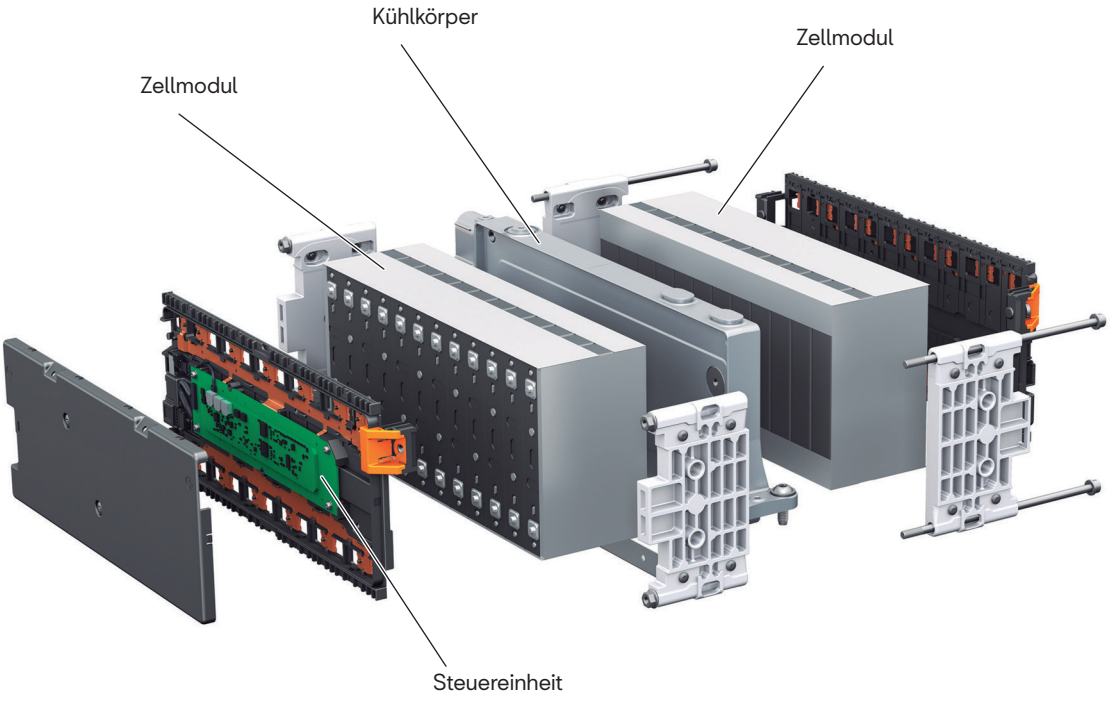
Nennleistung bezieht sich auf die Strommenge, die die Batterie in der Lage ist, zu liefern. Dieser Wert hängt von der Kapazität und der Spannung der Hochvoltbatterie ab und wird in Wattstunden (WhV) gemessen.

Der **Wirkungsgrad** ist die Differenz zwischen der für die Ladung aufgebrachten Energie und der Energie, die die Batterie nach der Aufladung liefert. Der Wirkungsgrad wird in Prozent (%) angegeben und wird temperaturbedingte Verluste beeinflusst.

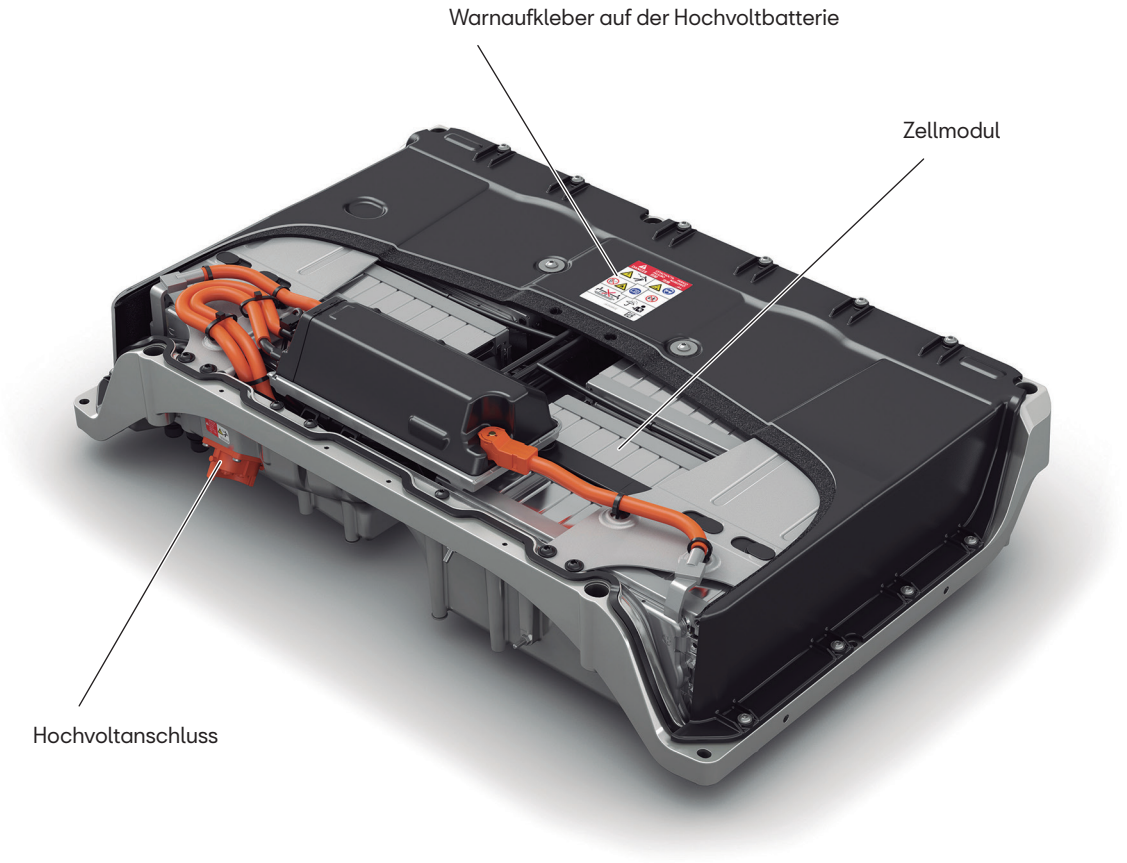
Unter **Energiedichte** versteht man die Leistung einer Batterie in Hinsicht auf ihr Gewicht. Sie wird in Wattstunden pro Kilo (Wh/kg) gemessen. Je höher die Energiedichte, desto mehr Energie kann die Batterie speichern und abgeben. Auf Grundlage der Energiedichte wird die Reichweite des Fahrzeugs berechnet.

Die **Lebensdauer** der Batterie steht in Zusammenhang mit ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber den Ladungszyklen. Dieser Wert wird vom Hersteller angegeben und basiert auf Labortestergebnissen. Generell sollte eine Hochvoltbatterie eine Mindestlebensdauer von 3000 Ladezyklen bzw. 10 Jahren haben.




Kühlkörper
Zellmodul
Zellmodul
Steuereinheit




Warnaufkleber auf der Hochvoltbatterie
Zellmodul
Hochvoltanschluss

D174-06

KOMPONENTEN IN FAHRZEUGEN MIT HOCHVOLTSYSTEMEN

LEISTUNGSMODUL

Das Leistungsmodul ist für die Umwandlung von Gleichstrom (DC) aus der Hochvoltbatterie und Wechselstrom (AC) aus dem Elektroantrieb zuständig. Das Leistungsmodul übernimmt somit 3 Funktionen:

- DC/AC-Wechselrichter
- AC/DC-Gleichrichter
- DC/DC-Umrichter

Als **DC/AC-Wechselrichter** wandelt das Leistungsmodul den Gleichstrom (DC) aus der Hochvoltbatterie in Dreiphasenwechselstrom (AC) um, damit der Elektroantrieb als Motor funktionieren kann.

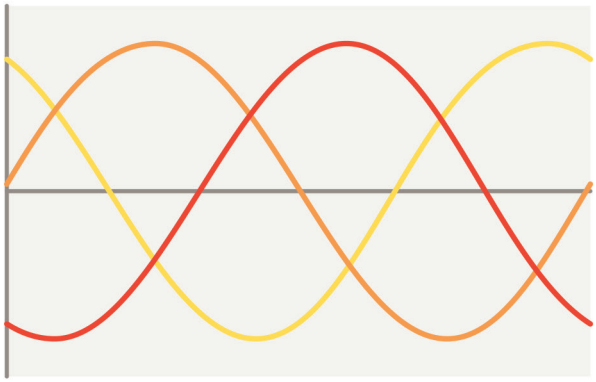
Als **AC/DC-Gleichrichter** wandelt das Leistungsmodul den Dreiphasenwechselstrom (AC) des Elektroantriebs in Gleichstrom (DC) um, damit die Hochvoltbatterie geladen werden kann.

Als **DC/DC-Umrichter** wandelt das Leistungsmodul den Hochvolt-Gleichstrom (DC) in 12V-Gleichstrom (DC) für das Bordnetz um. Auf diese Weise wird die 12V-Batterie wieder aufgeladen und die Elektronikkomponenten werden mit Strom versorgt.

Nach der Umwandlung wird der Gleichstrom **gefiltert**, damit die Komponenten diesen nutzen können. Die Filterung des Hochvolt-Gleichstroms erfolgt mithilfe der Hochvoltbatterie und die Filtrierung des 12V-Gleichstroms mithilfe der 12V-Batterie.

Zur Aufrechterhaltung der optimalen Betriebstemperatur ist das Leistungsmodul in den Kühlflüssigkeitskreis eingebunden.

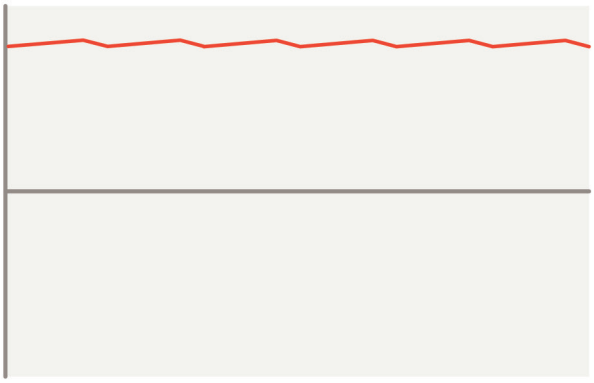
Drehstromsignal

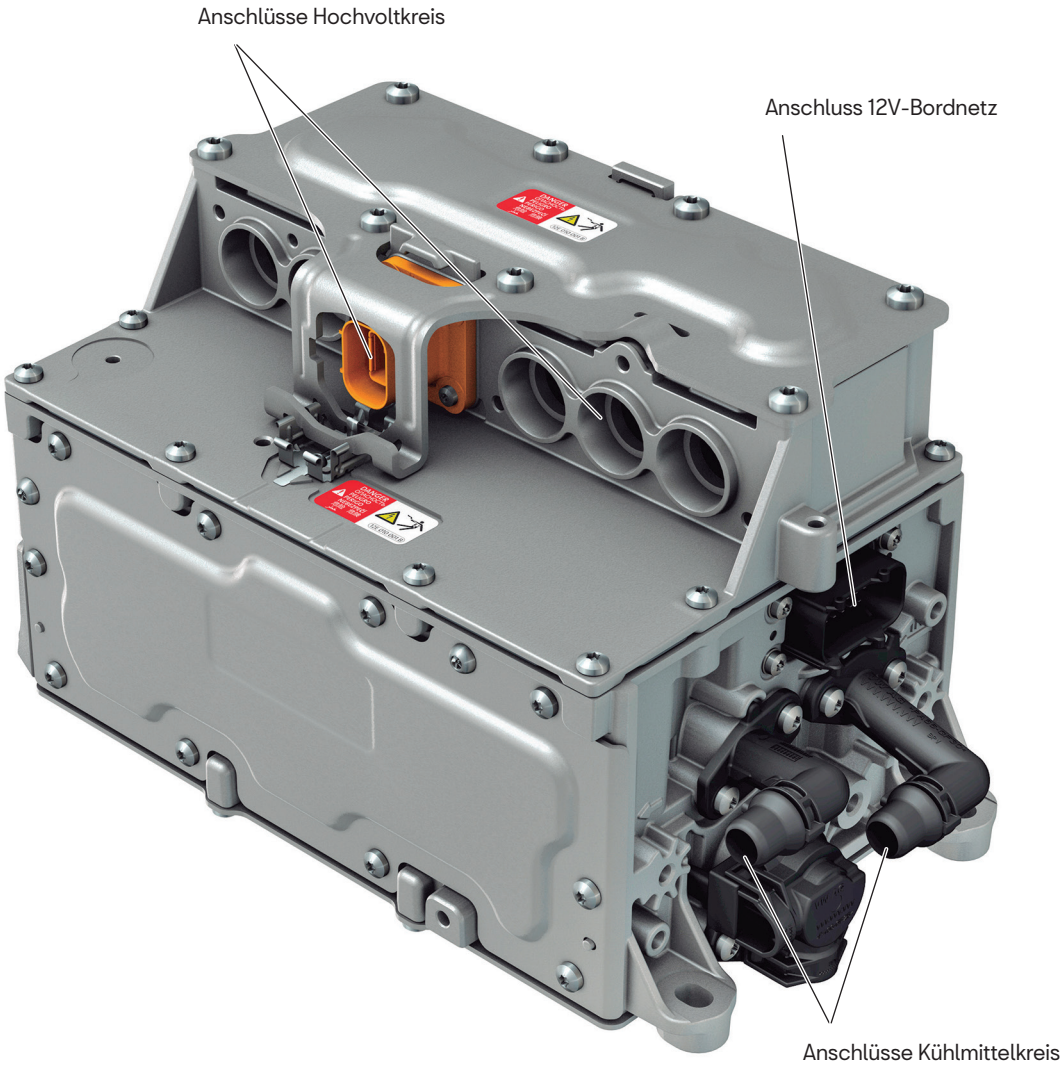


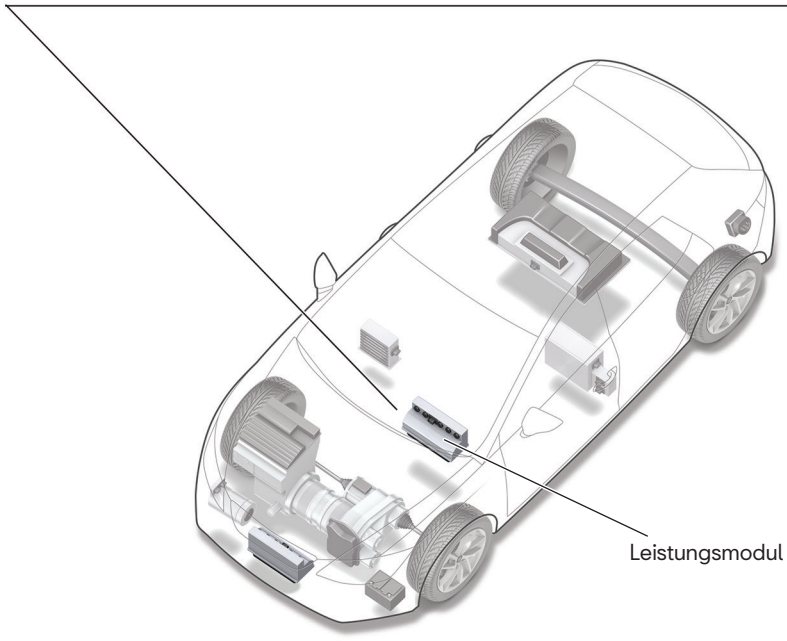
Signal der gleichgerichteten Spannung



Signal der gefilterten Spannung

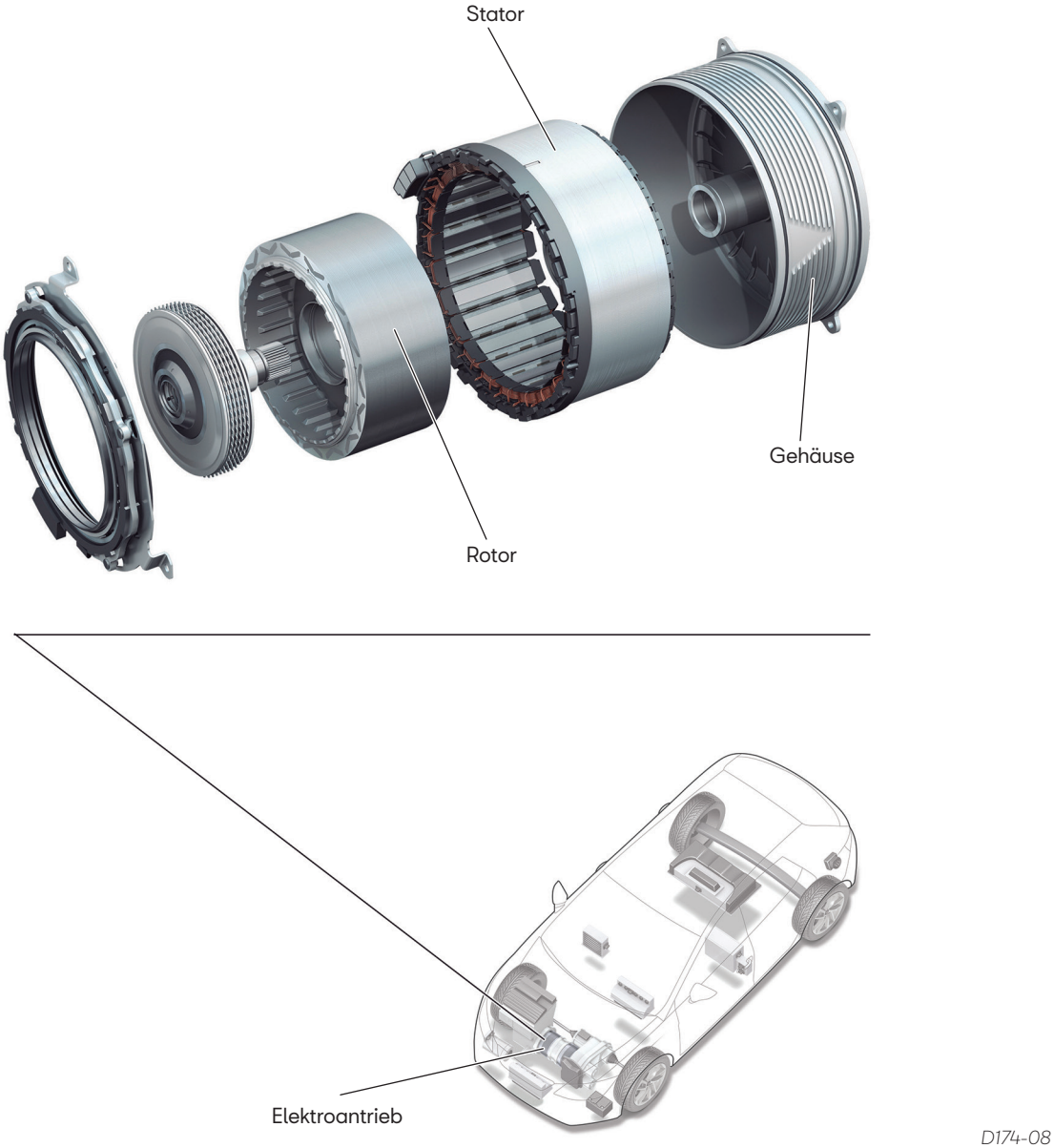



Anschlüsse Hochvoltkreis
Anschluss 12V-Bordnetz
Anschlüsse Kühlmittelkreis


Leistungsmodul

D174-07

KOMPONENTEN IN FAHRZEUGEN MIT HOCHVOLTSYSTEMEN



D174-08

ELEKTROANTRIEB

Der Elektroantrieb ist dafür zuständig, die elektrische Energie in Bewegung umzuwandeln bzw. die Bewegung in elektrische Energie. Fahrzeugtypabhängig übernimmt der Elektroantrieb bis zu 3 Funktionen: Generator, Elektromotor und Startermotor.

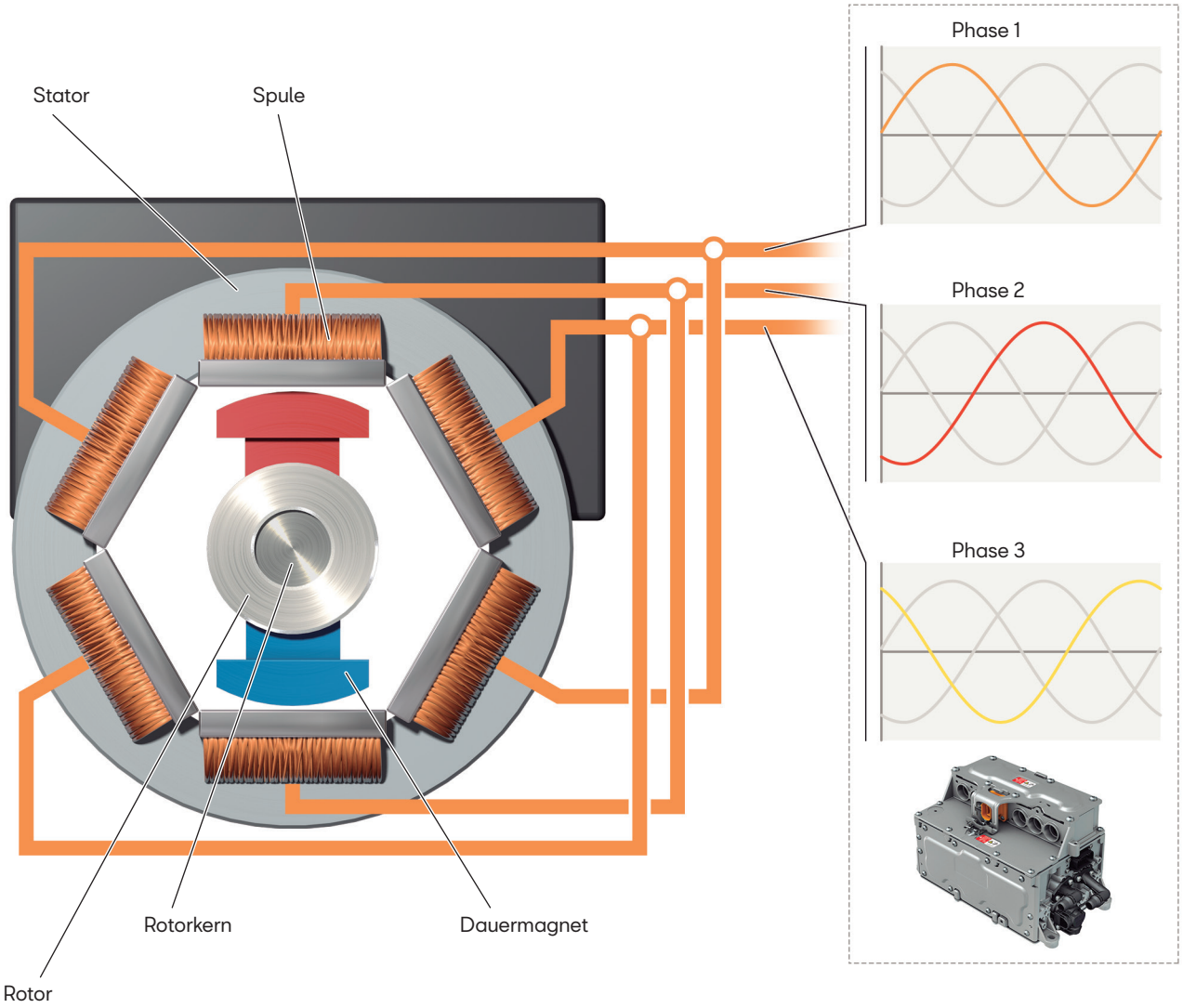
Die **Generator**funktion wird aktiviert, sobald der Elektroantrieb mechanisch gedreht wird. Diese Funktion wird beim Verzögern des Fahrzeugs zum Zweck der Energierückgewinnung aktiv.

Die **Elektromotor**funktion wird aktiviert, sobald der Elektroantrieb mit Strom versorgt wird.

Die Funktion als **Startermotor** ist nur bei Hybridfahrzeugen verfügbar und stellt eine Variante der Elektromotorfunktion dar. Diese Funktion dient zur Inbetriebnahme des Verbrennungsmotors in folgenden Situationen:

- Anfahren
- Motorstart mit dem Start-Stopp-System
- Umschalten zwischen E-Betrieb und Fahren mit Verbrennungsmotor

Der Elektroantrieb ist in den Kühlmittelkreis eingebunden, um die betriebsbedingt hohen Temperaturen zu kompensieren.



D174-09

AUFBAU

Der innere Aufbau des Elektroantriebs basiert auf einem **bürstenlosen Drehstrommotor**, der mit Wechselstrom gespeist wird.

Der Elektroantrieb besteht aus zwei Hauptkomponenten: dem Stator und dem Rotor.

Der **Stator** setzt sich aus mehreren Wicklungen zusammen, die kreisförmig um den Rotor angeordnet sind. Die Wicklungen sind über 3 Phasen mit dem Leistungsmodul verbunden.

Der **Rotor** besteht aus mehreren Dauermagnetpaaren, die dem Stator gegenüberliegen. Der Rotorkern ist mit der Antriebswelle des Getriebes verbunden, sodass die Bewegung des Rotors direkt auf das Getriebe übertragen wird.

Die Anzahl der Statorwicklungen und der Rotormagneten variiert je nach Fahrzeug.

KOMPONENTEN IN FAHRZEUGEN MIT HOCHVOLTSYSTEMEN

FUNKTIONSWEISE

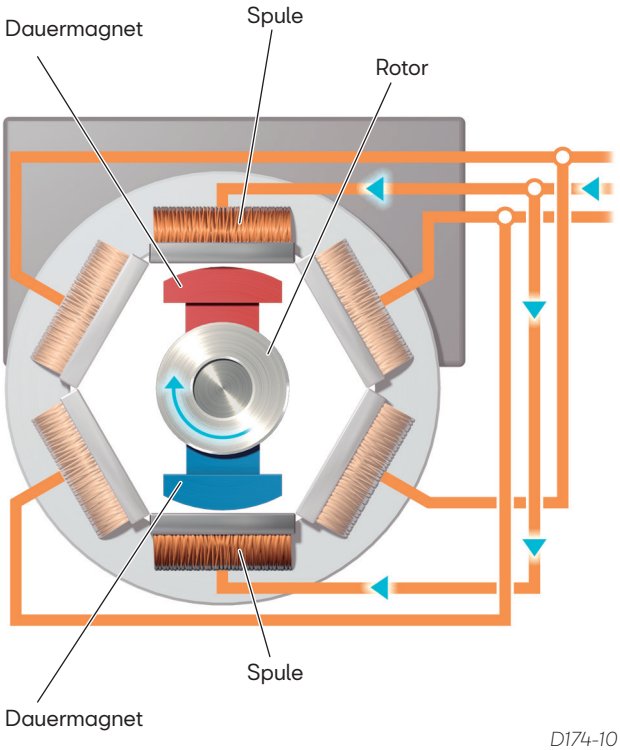
Die Funktionsweise des Elektroantriebs basiert auf dem Prinzip der **elektromagnetischen Induktion**. Je nach Fahrzeugstatus kann der Elektroantrieb als Motor oder Generator arbeiten.

MOTORFUNKTION

In seiner Funktion als Motor wandelt der Elektroantrieb den elektrischen Strom in Bewegung um.

In dieser Betriebsart werden die Statorspulen nacheinander separat mit Strom gespeist. Dadurch entsteht rund um den Rotor ein Drehmagnetfeld, das diesen zum Rotieren bringt.

Um die Fahrtrichtung des Fahrzeugs umzukehren, reicht es aus, die Drehrichtung des Magnetfelds umzukehren.

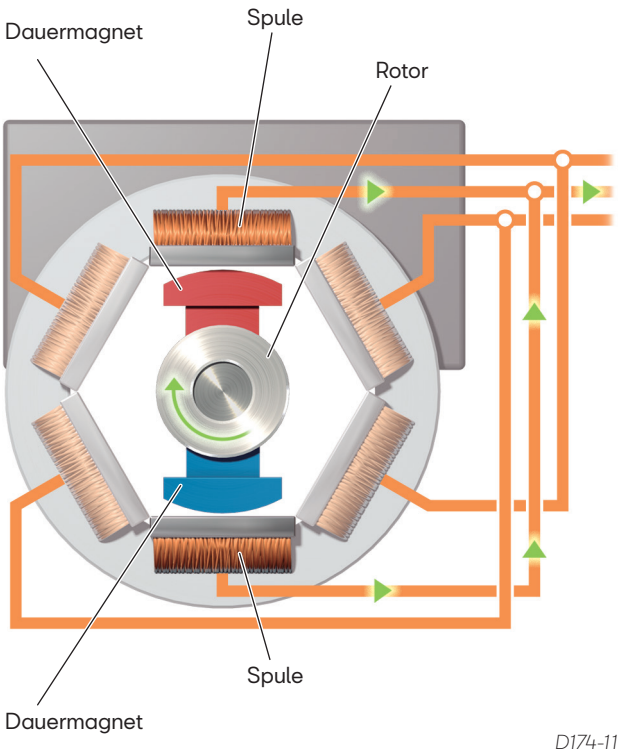


D174-10

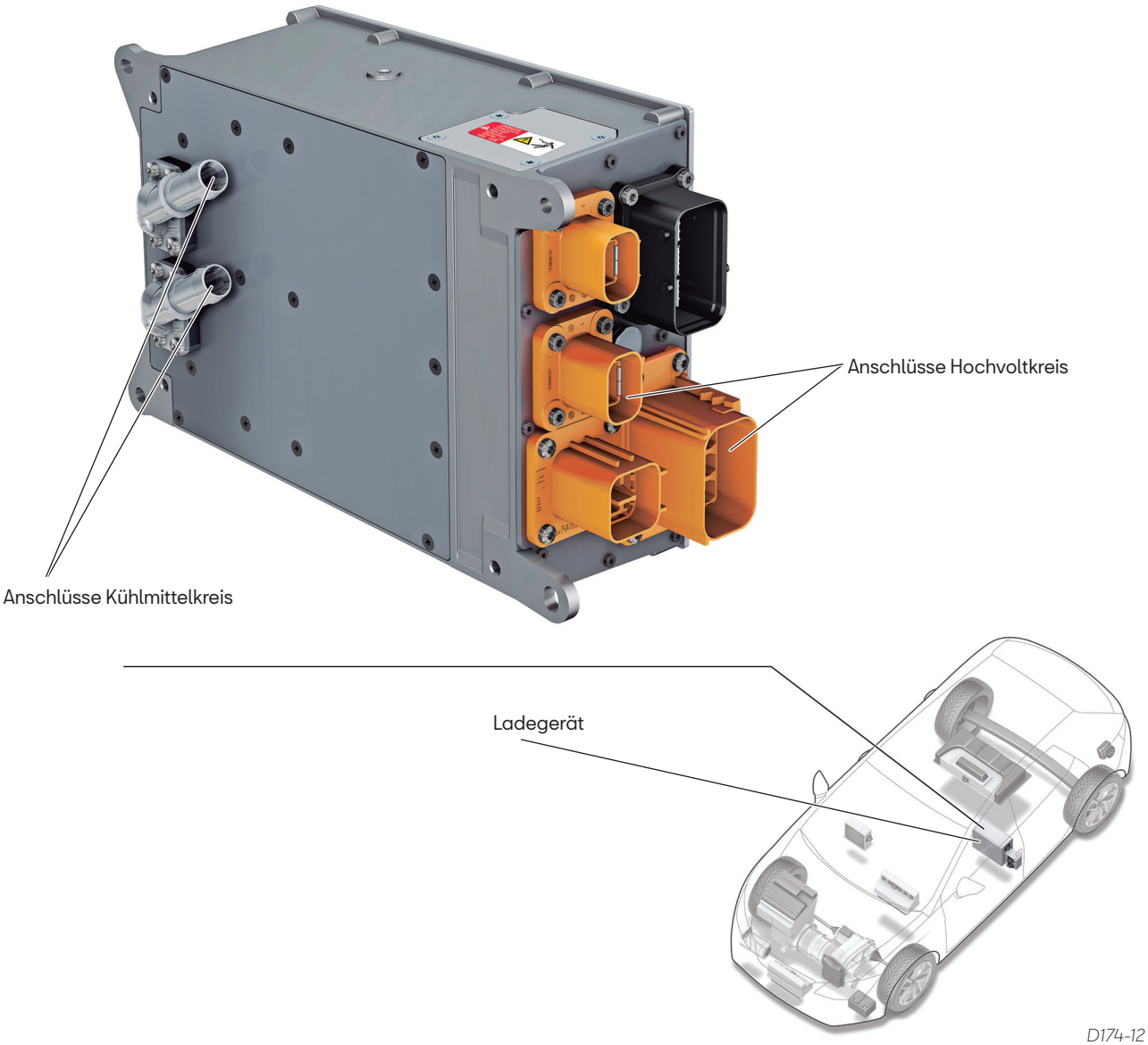
GENERATORFUNKTION

Der Elektroantrieb arbeitet als Generator, wenn der Rotor mechanisch bewegt wird. Beispielsweise durch die Trägheit des Fahrzeugs.

In dieser Betriebsart induzieren die Rotormagnete elektrischen Strom in den Statorwicklungen. Dieser Strom wird verwendet, um die Hochvolt-Batterie und die 12V-Batterie wieder aufzuladen.



D174-11



LADEGERÄT

Das Ladegerät wird nur in Fahrzeugen mit Ladeanschluss verbaut und hat 2 Funktionen:

- Aufladen der Batterien
- Verteilung des Hochvolt-Gleichstroms für die Klimatisierung

Zum Aufladen der Batterien verfügt das Ladegerät über folgende Vorrichtungen:

- Einen AC/DC-Gleichrichter, der den Wechselstrom aus dem Netzanschluss in Hochvolt-Gleichstrom umwandelt, damit die Hochvoltbatterie geladen werden kann.
- Einen DC/DC-Umrichter, der den Hochvolt-Gleichstrom in 12V-Gleichstrom umwandelt, damit die 12V-Batterie geladen werden kann.

Zur **Umwandlung** des Wechselstroms aus dem Netzanschluss in Gleichstrom sind folgende Komponenten in das Ladegerät integriert:

- AC/DC-Gleichrichter
- DC/DC-Umrichter

Das Ladegerät **verteilt** den Hochvolt-Gleichstrom an die Klimatisierungskomponenten, die in den Hochvoltkreis eingebunden sind :

- Klimakompressor
- Fahrgastzellenheizung

Das Ladegerät ist in den Kühlmittelkreis eingebunden. Auf diese Weise kann die optimale Betriebstemperatur aufrechterhalten werden.

KOMPONENTEN IN FAHRZEUGEN MIT HOCHVOLTSYSTEMEN

LADEBUCHSE

Die Ladebuchse wird nur in Plug-in-Hybriden verbaut. Hier wird das Fahrzeug zum Aufladen der Hochvoltbatterie mit der Ladestation verbunden.

Es gibt unterschiedliche Arten von Ladebuchsen, die je nach Ladestation sowie landesabhängig variieren. Gängigste Ladebuchsen:

- **Combined Charging System Typ 2** (CCS 2 oder Combo2) zum Aufladen mit Gleich- oder Wechselstrom. Dieser Typ wird in Europa verwendet.
- **China DC** zum Aufladen mit Gleichstrom.
- **China AC** zum Aufladen mit Wechselstrom.

Combined Charging System 2 | China DC | China AC

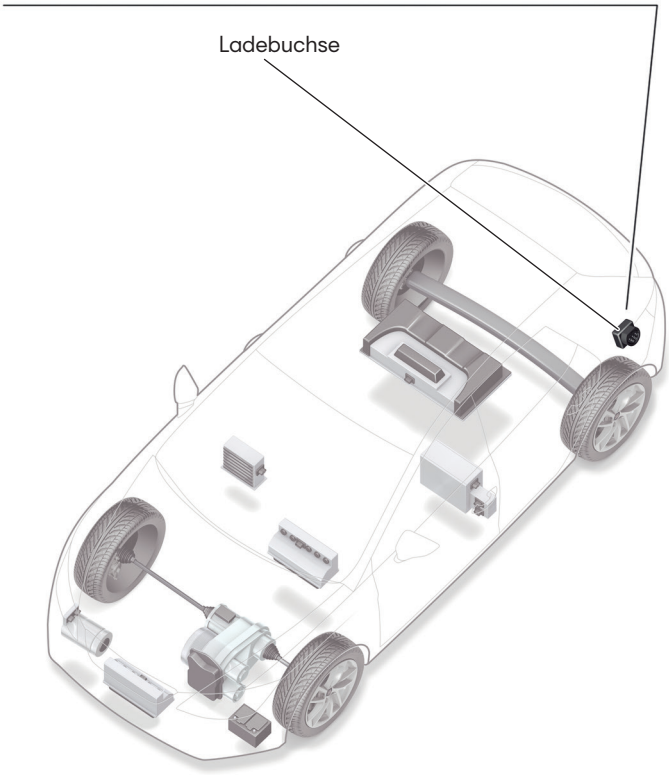


LADESTATION

Ladestationen, oder auch externe Ladegeräte genannt, dienen dazu, den Strom aus dem normalen Stromnetz an die Ladeanforderungen des Fahrzeugs anzupassen.

Es gibt 3 Arten von Ladestationen:

- Mobile Ladestationen, die langsam laden.
- Ortsfeste Ladestationen zur Wandmontage, die mäßig schnell laden.
- Öffentliche Ladestationen, die schnell laden.



Mobile Ladestationen laden langsam und werden dafür an das normale Stromnetz angeschlossen. Mobile Ladestationen sind mit einer Kabelschutzvorrichtung sowie einer Elektronikbox ausgestattet, die über eine Schnittstelle verfügt, auf der man die Ladeleistung einstellen kann. Die Schutzvorrichtung verhindert, dass sich das Kabel während des Ladevorgangs der Hochvoltbatterie übermäßig erhitzt.

Für reguläre Hausanschlüsse in Europa mit 230 V und 16 A beträgt die maximale Ladeleistung 3,3 kW.

Der Ladevorgang ist langsam und kann bis zu 12 Stunden in Anspruch nehmen.

Ortsfeste Ladestationen zur Wandmontage, auch bezeichnet als *Wallbox*, laden mäßig schnell mit Wechselstrom aus dem normalen Stromnetz. Ortsfeste Ladestationen zur Wandmontage müssen von qualifiziertem Fachpersonal installiert werden und können an einen Drehstromanschluss angeschlossen werden. In diesem Fall beträgt die maximale Ladeleistung circa 9,9 kW.

Die durchschnittliche Ladedauer beträgt hier 8 Stunden.

An einer **öffentlichen Ladestation** wird die Hochvoltbatterie schnell geladen. Hierfür wird Gleichstrom benutzt. Öffentliche Ladestationen liefern bis zu 50 kW Leistung.

Diese Ladeart ist die schnellste, da in nur wenigen Minuten 80% der Hochvoltbatterie aufgeladen werden können.

Öffentliche Ladestation



Ortsfeste Ladestationen zur Wandmontage (Wallbox)



Mobile Ladestation



D174-13

Hinweis: Die angegebenen Ladezeiten sind Beispielwerte. Die tatsächliche Ladedauer hängt vom jeweiligen Fahrzeugtyp ab sowie von der Kapazität und dem Alter der Hochvoltbatterie.

KOMPONENTEN IN FAHRZEUGEN MIT HOCHVOLTSYSTEMEN

Fahrzeuge mit Hochvoltkreis verfügen über speziell adaptierte Komponenten zur Einschränkung der Abhängigkeit vom Verbrennungsmotor. Auf diese Weise werden der Verbrauch an fossilen Brennstoffen und die Schadstoffemissionen reduziert. Adaptierte Komponenten:

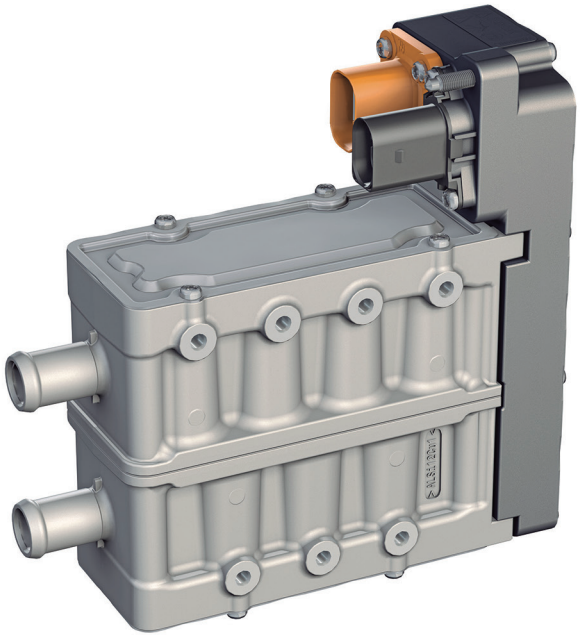
- Zusatzheizung
- Klimakompressor
- Bremskraftverstärker

ZUSATZHEIZUNG

Zur Erzielung des bestmöglichen Wirkungsgrads liefern Fahrzeuge mit Hochvoltkreis nicht genügend Wärme für die Beheizung der Fahrgastzelle. Deshalb wird eine Zusatzheizung in den Hochvoltkreis eingebunden.

Die Hochvolt-Zusatzheizung dient zur Erwärmung der Kühlflüssigkeit und erfüllt damit 2 Ziele:

- Beheizung der Fahrgastzelle über einen Wärmetauscher
- Erwärmung der Hochvoltbatterie, wenn die Temperatur unter den Optimalwert absinkt.



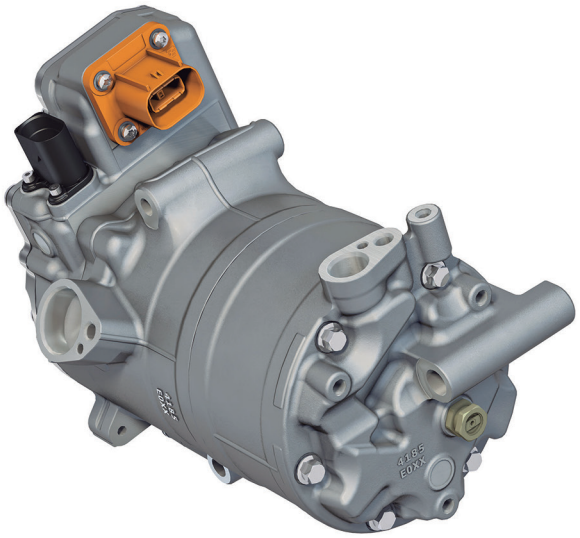
KLIMAKOMPRESSOR

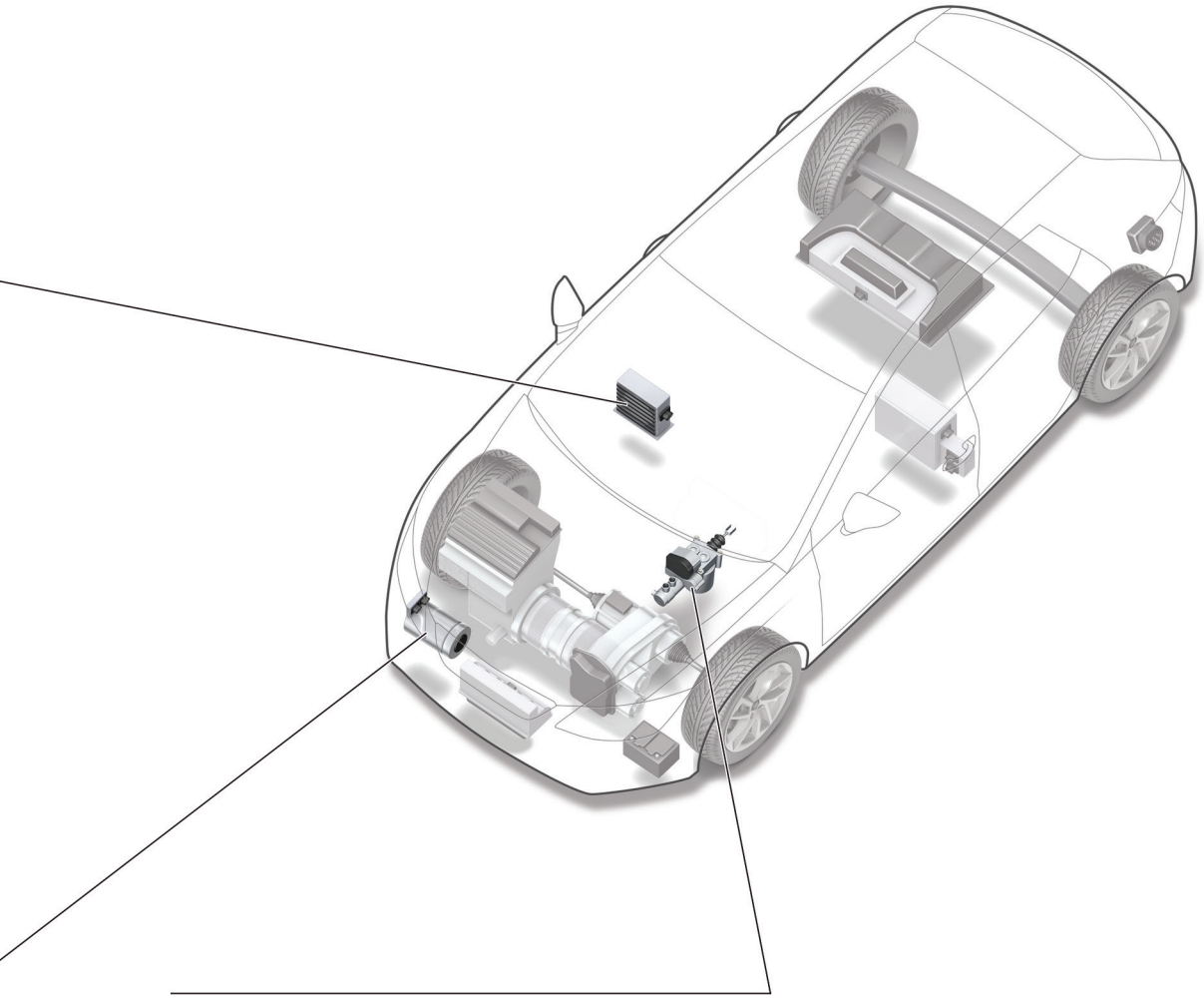
Der Klimakompressor verfügt über einen Elektromotor, der über den Hochvoltkreis bestromt wird. Diese Anordnung hat 2 Vorteile:

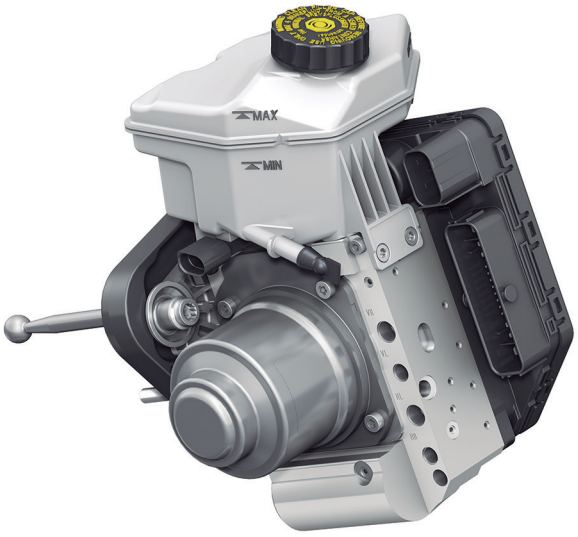
- Geringere Montagekomplexität durch das Wegfallen des Riemensystems
- Eigenständiger Betrieb ohne Abhängigkeit vom Verbrennungsmotor

Der Hochvolt-Klimakompressor übernimmt 2 Funktionen:

- Klimatisierung der Fahrgastzelle
- Kühlung der Hochvoltbatterie







BREMSKRAFTVERSTÄRKER

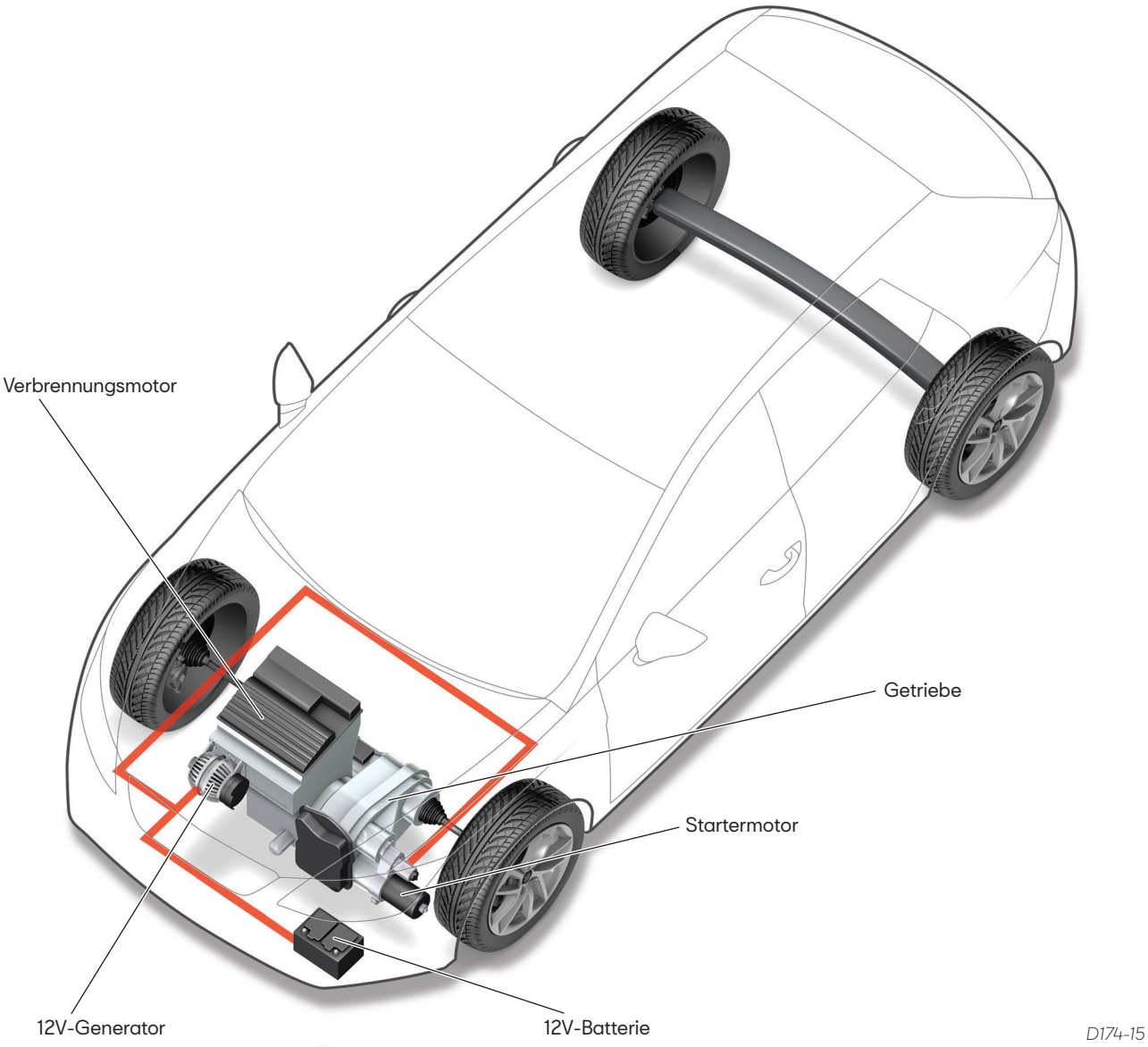
Im E-Betrieb ist der Verbrennungsmotor ausgeschaltet und es wird kein Unterdruck gebildet. Deshalb wird ein elektromechanischer Bremskraftverstärker verbaut.

Der elektromechanische Bremskraftverstärker wird durch einen Elektromotor betätigt, der das Bremspedal beim Bremsen unterstützt.

Der elektromechanische Bremskraftverstärker ist in das 12V-Bordnetz eingebunden.

D174-14

MIKRO-HYBRID (µHEV)



D174-15

Bei Mikro-Hybriden (µHEV) kommen die herkömmlichen Komponenten eines Verbrennungsmotors zum Einsatz, die geringfügig adaptiert sind, um maximalen Nutzen aus der elektrischen Energie ziehen zu können. Auf diese Weise werden der Kraftstoffverbrauch und die Schadstoffemissionen reduziert.

Bestandteile des Hybridsystems in Mikro-Hybriden (µHEV):

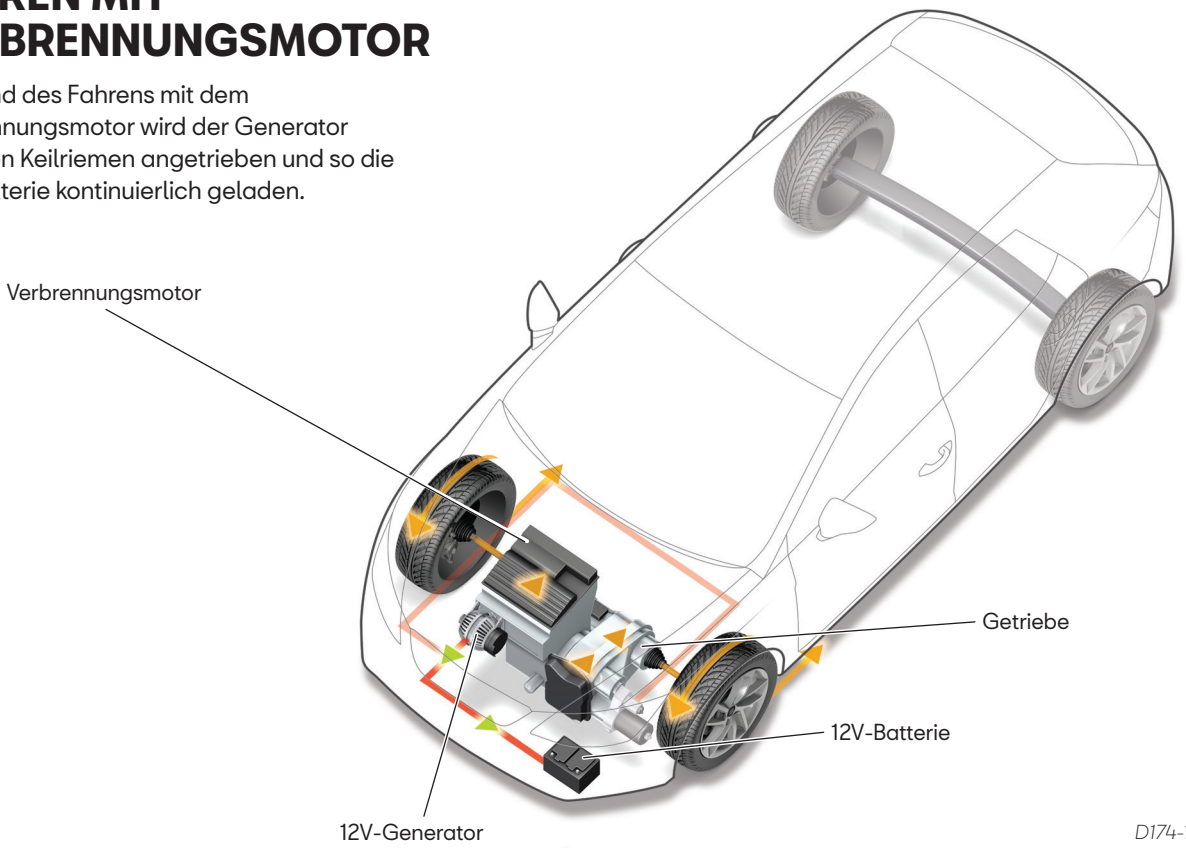
- Verbrennungsmotor
- 12V-Batterie
- Startermotor
- Generator

Betriebsphasen Mikro-Hybrid (µHEV):

- Fahren mit Verbrennungsmotor
- Start-Stopp
- Energierückgewinnung

FAHREN MIT VERBRENNUNGSMOTOR

Während des Fahrens mit dem Verbrennungsmotor wird der Generator über den Keilriemen angetrieben und so die 12V-Batterie kontinuierlich geladen.



D174-16

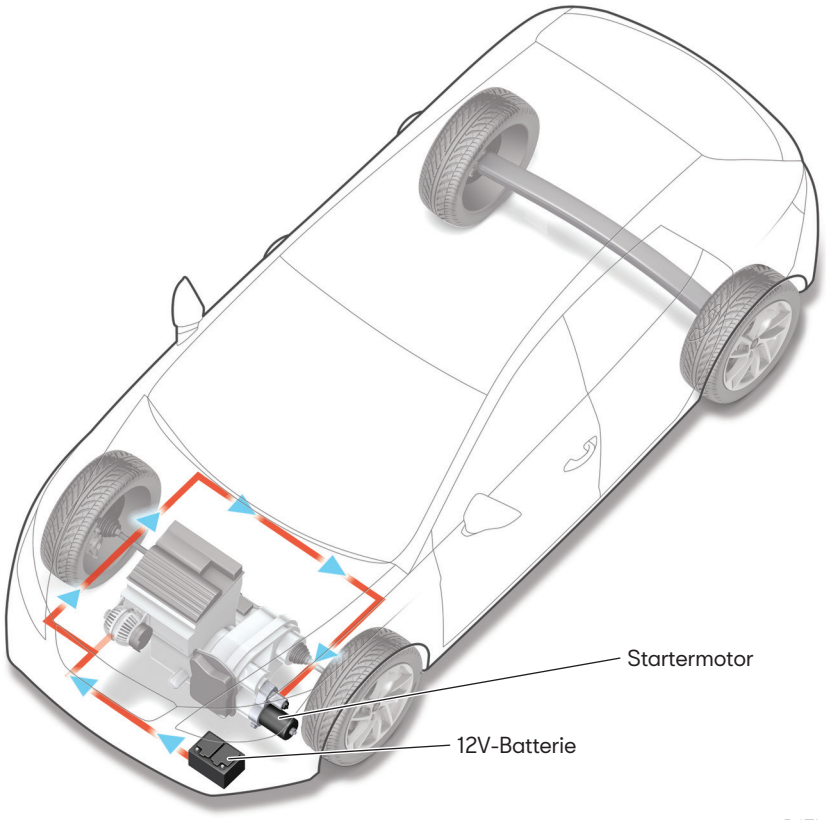
START-STOPP

Wenn das Fahrzeug anhält, schaltet sich der Motor aus, sofern die erforderlichen Bedingungen gegeben sind. Auf diese Weise werden der Kraftstoffverbrauch und die Schadstoffemissionen reduziert.

Sobald der Fahrer weiterfahren möchte, wird der Startermotor automatisch betätigt, um den Verbrennungsmotor erneut anzulassen.

Bei Modellen mit Handschaltung springt der Motor durch Betätigen des Kupplungspedals an.

Bei Modellen mit Automatikgetriebe springt der Motor an, sobald der Fahrer den Fuß vom Bremspedal nimmt.

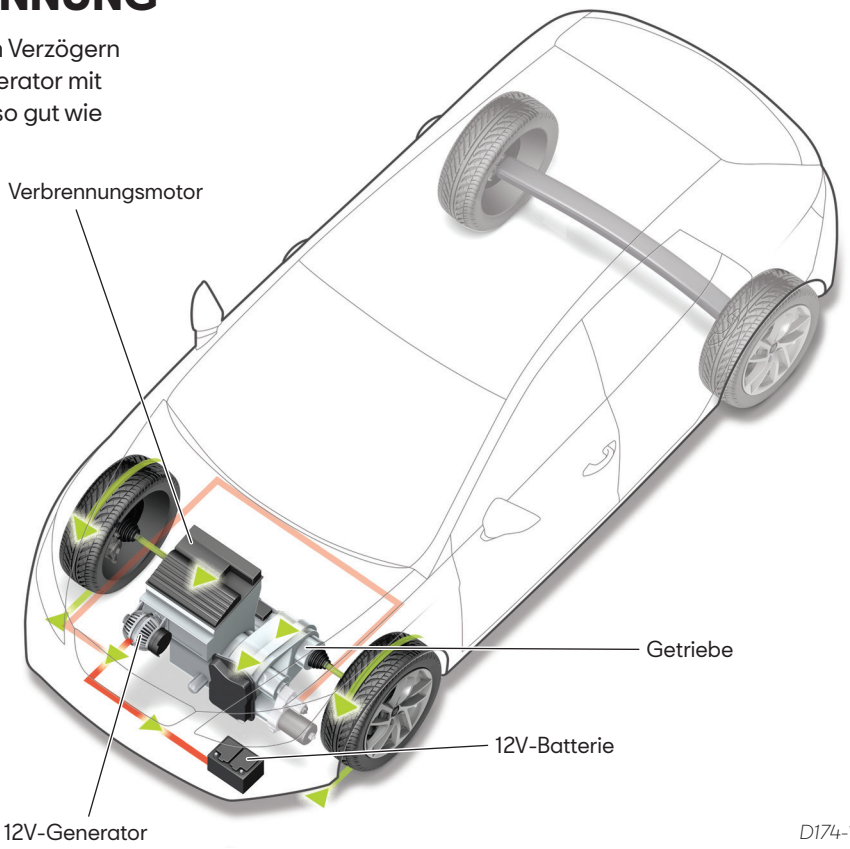


D174-17

MIKRO-HYBRID (µHEV)

ENERGIERÜCKGEWINNUNG

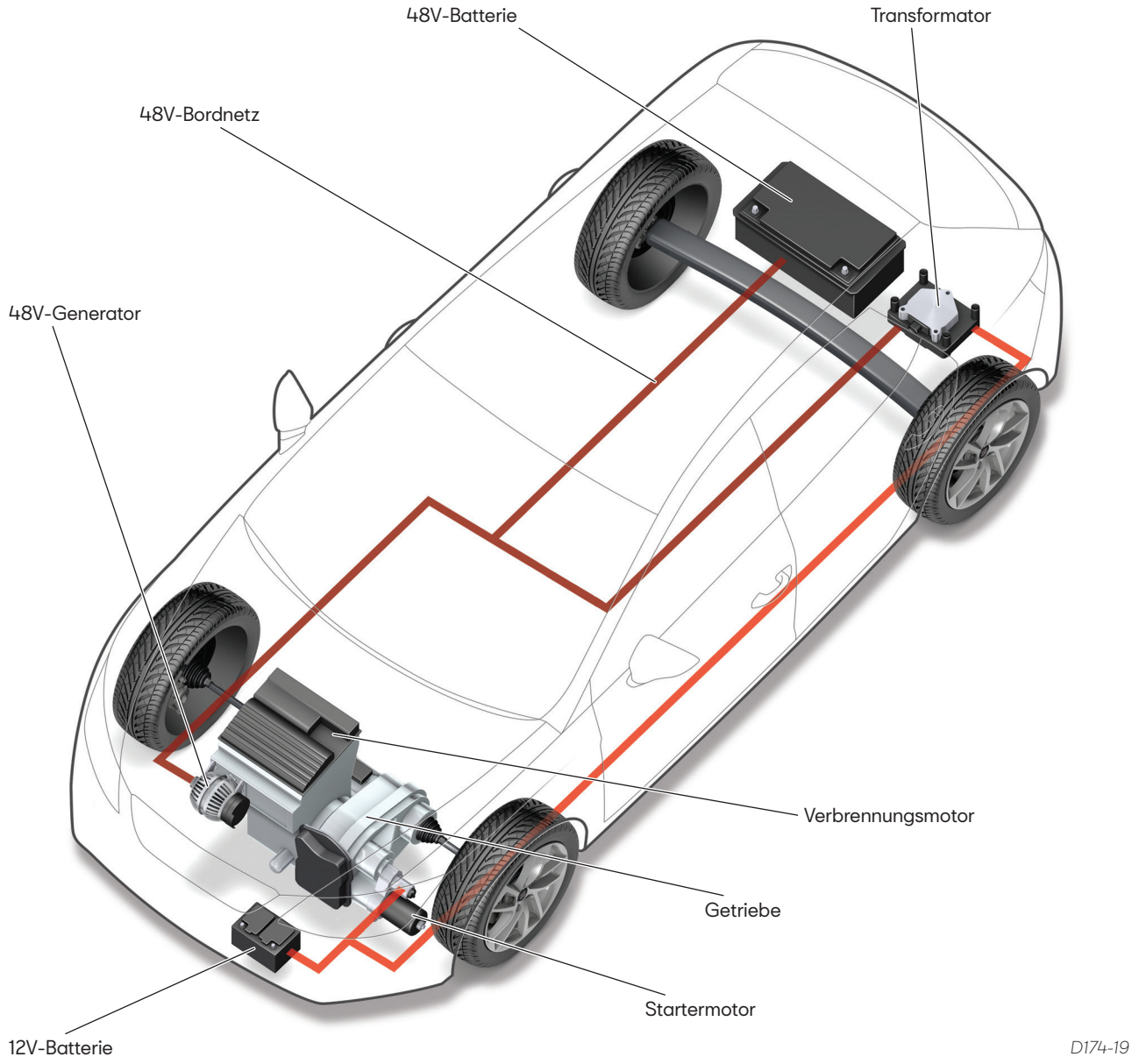
Die Energierückgewinnung findet beim Verzögern statt. In dieser Phase arbeitet der Generator mit höherer Leistung, um die 12V-Batterie so gut wie möglich aufzuladen.



D174-18

Hinweis: Ausführlichere Informationen zur Funktionsweise des Start-Stopp-Systems sowie zur Energierückgewinnung bei Mikro-Hybriden finden Sie im SSP-Dokument Nr. 129 „Start-Stopp und Energierückgewinnung“.

MILD-HYBRID (mHEV)



D174-19

Mild-Hybride (mHEV) sind mit einem 48V-Bordnetz ausgestattet. Dank diesem Bordnetz wird eine höhere Energieeffizienz erzielt, da die Phase **Verbrennungsmotorunterstützung (Boost)** integriert wird.

Das Hybridsystem besteht aus einer 12V-Batterie, einem Startermotor, einer 48V-Batterie, einem 48V-Generator und einem Transformator.

Die **12V-Batterie** speist den Startermotor sowie alle elektrischen und elektronischen Komponenten im Fahrzeug.

Der **Startermotor** dient zum erstmaligen Anlassen des Verbrennungsmotors nach Einschalten der Zündung.

Die **48V-Batterie** ist eine Lithiumbatterie, die eine höhere elektrische Leistung sowie eine bessere Beständigkeit gegenüber den Ladungszyklen aufweist als eine herkömmliche 12V-Batterie. Sie dient zur Speisung des 48V-Generators im Rahmen der Boost-Funktion.

Der **48V-Generator** wird über einen Keilriemen vom Verbrennungsmotor angetrieben und hat 2 Funktionen: er lädt die 48V-Batterie und startet den Verbrennungsmotor im Start-Stopp-Betrieb.

Der **Transformator** ist ein Gleichstromumrichter (DC/DC), der die Spannung der 48V-Batterie in 12 V umwandelt, damit die herkömmliche 12V-Batterie geladen werden kann.

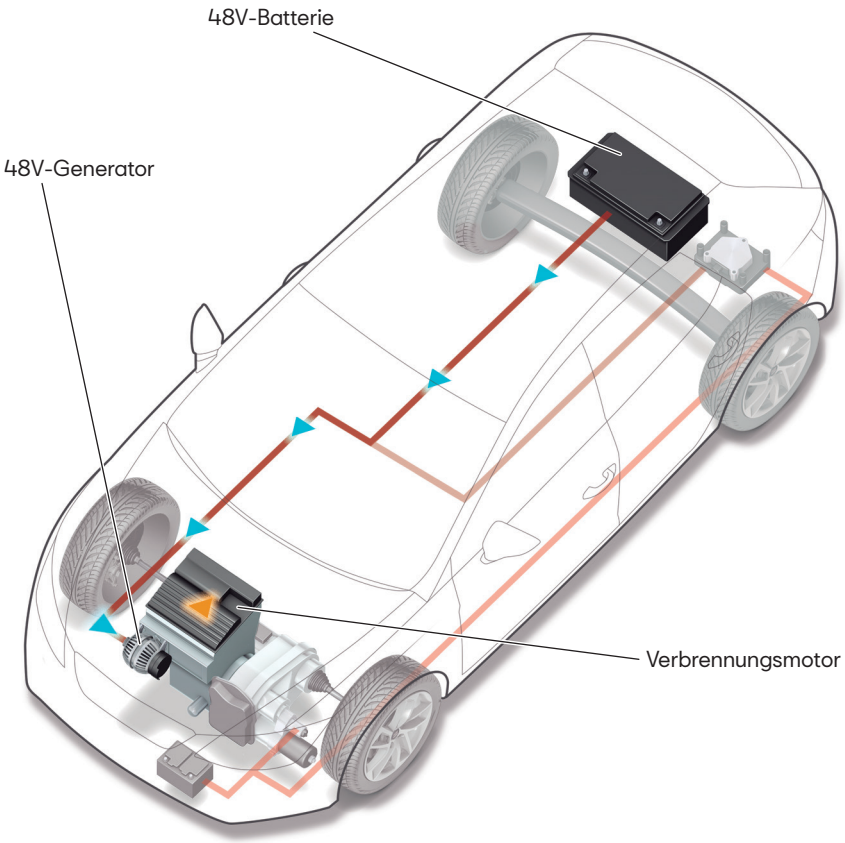
MILD-HYBRID (mHEV)

Betriebsphasen Mild-Hybrid:
- Start-Stopp
- Fahren mit Verbrennungsmotor
- Verbrennungsmotorunterstützung (Boost)
- Energierückgewinnung

START-STOPP

Wenn die Start-Stopp-Funktion aktiv ist und festgestellt wird, dass der Verbrennungsmotor gestartet werden muss, wird der 48V-Generator bestromt, damit er als Motor funktioniert.

Unter diesen Bedingungen treibt der 48V-Generator einen Keilriemen an, um den Verbrennungsmotor zum Drehen zu bringen und anzulassen.

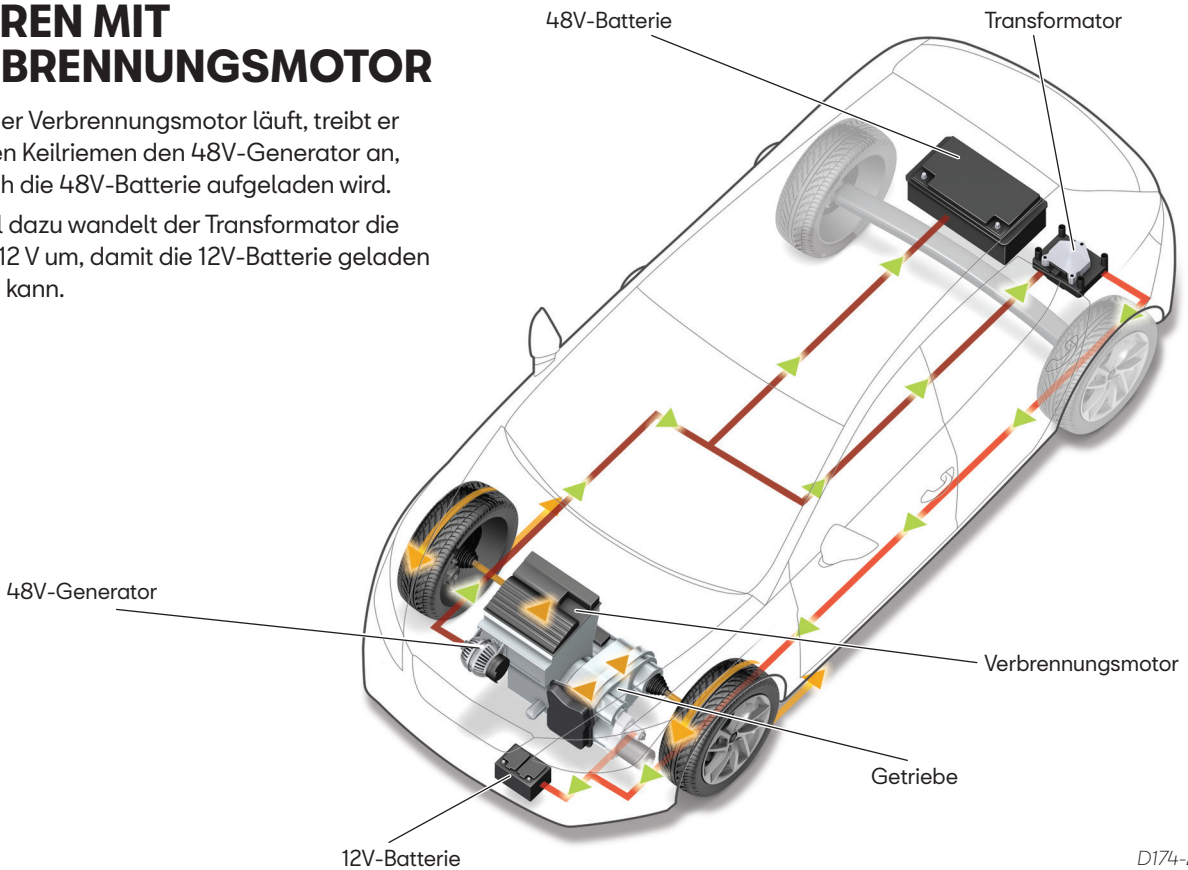


D174-20

FAHREN MIT VERBRENNUNGSMOTOR

Wenn der Verbrennungsmotor läuft, treibt er über den Keilriemen den 48V-Generator an, wodurch die 48V-Batterie aufgeladen wird.

Parallel dazu wandelt der Transformator die 48 V in 12 V um, damit die 12V-Batterie geladen werden kann.

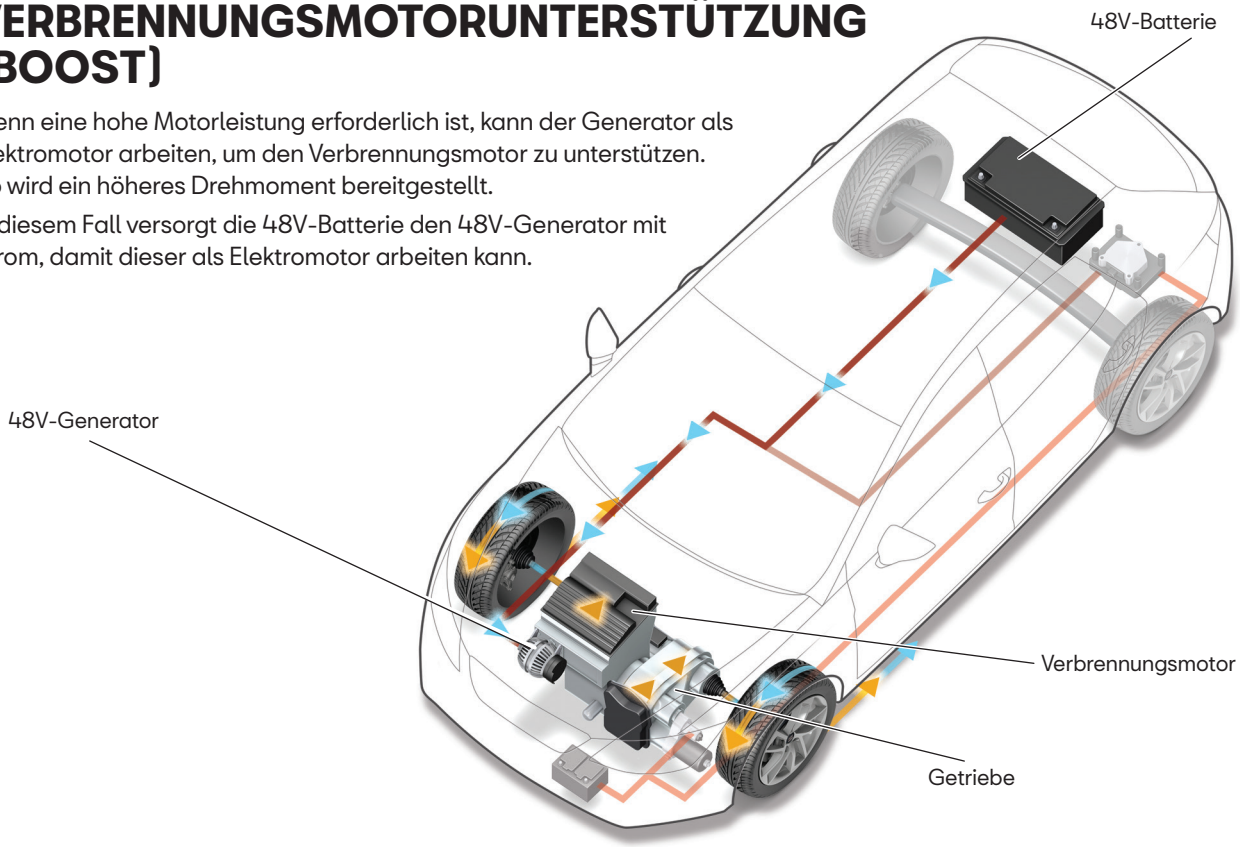


D174-21

VERBRENNUNGSMOTORUNTERSTÜTZUNG (BOOST)

Wenn eine hohe Motorleistung erforderlich ist, kann der Generator als Elektromotor arbeiten, um den Verbrennungsmotor zu unterstützen. So wird ein höheres Drehmoment bereitgestellt.

In diesem Fall versorgt die 48V-Batterie den 48V-Generator mit Strom, damit dieser als Elektromotor arbeiten kann.



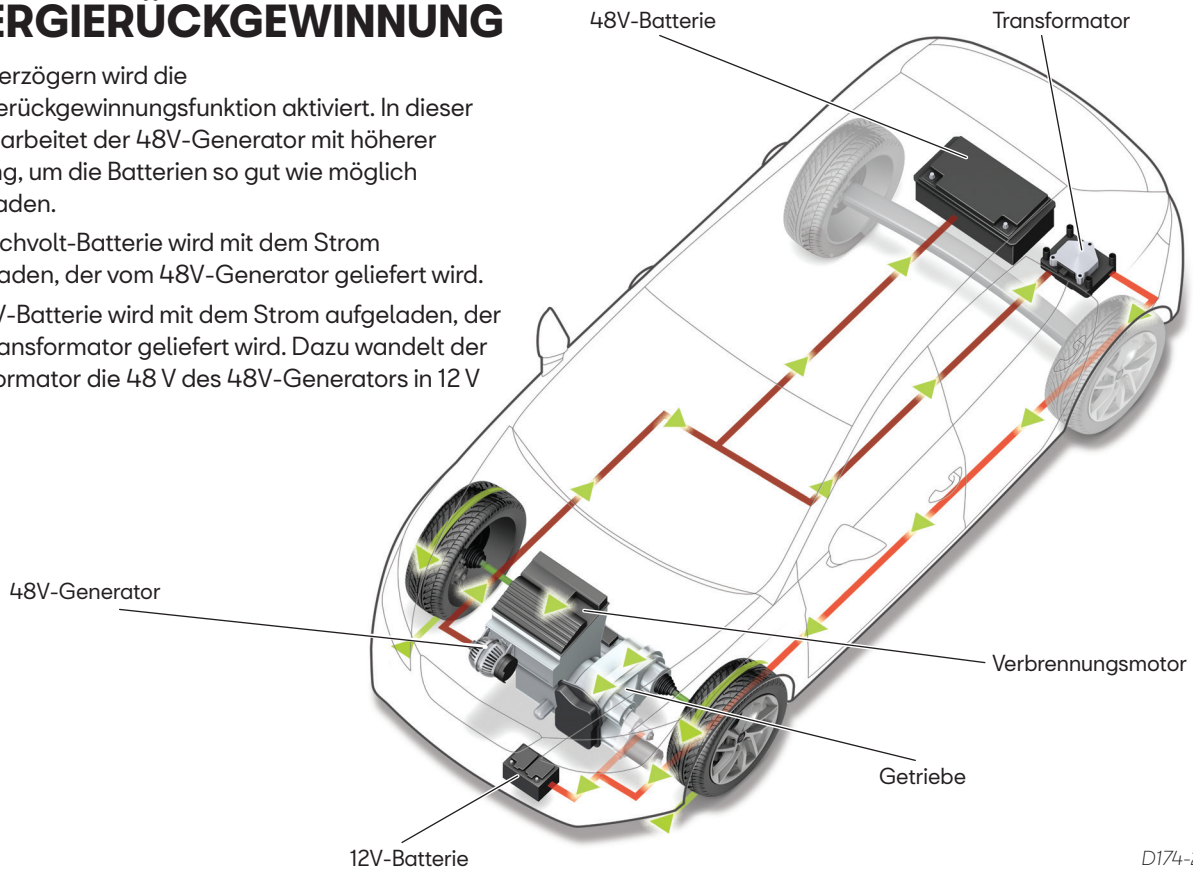
D174-22

ENERGIERÜCKGEWINNUNG

Beim Verzögern wird die Energierückgewinnungsfunktion aktiviert. In dieser Phase arbeitet der 48V-Generator mit höherer Leistung, um die Batterien so gut wie möglich aufzuladen.

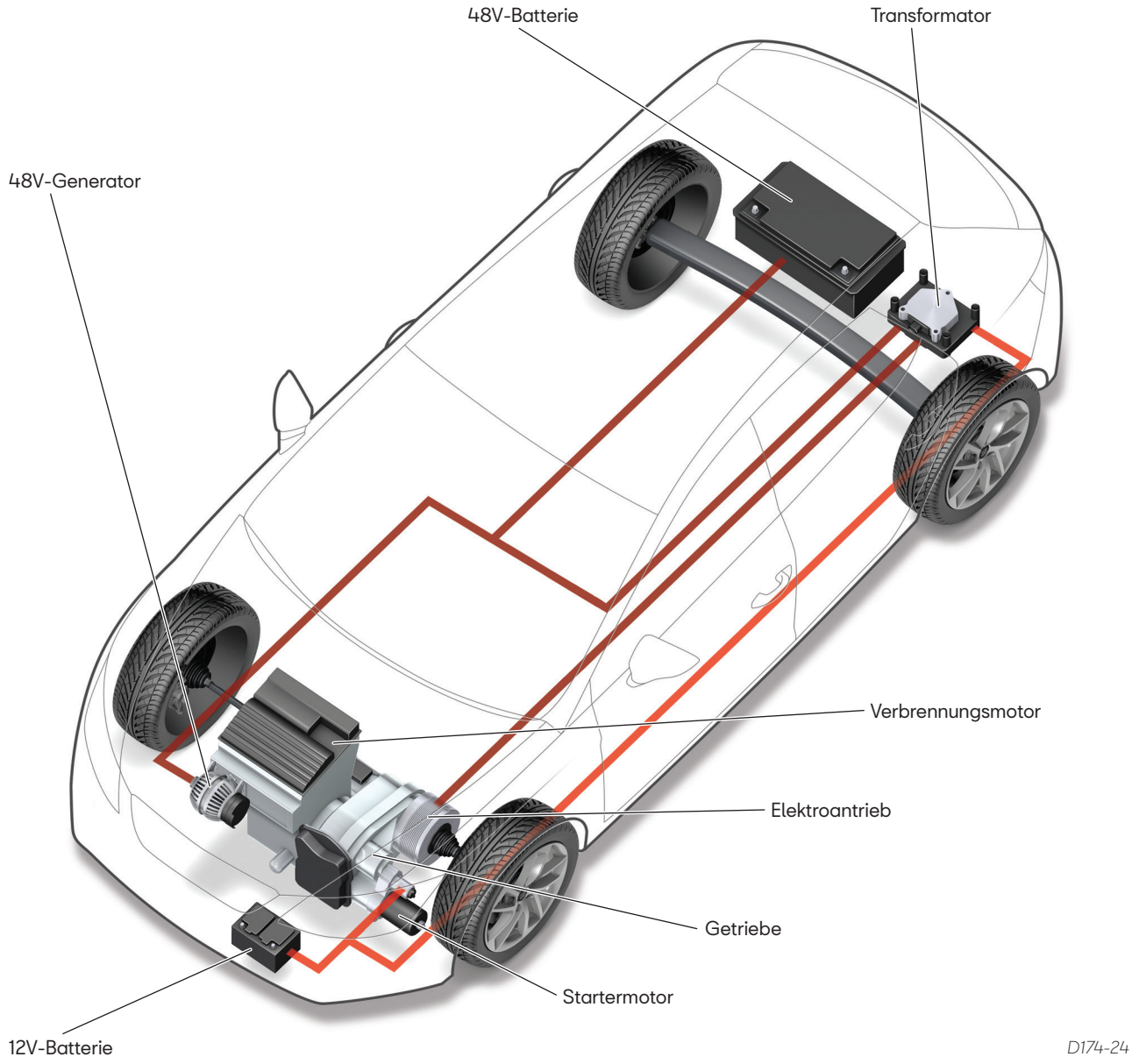
Die Hochvolt-Batterie wird mit dem Strom aufgeladen, der vom 48V-Generator geliefert wird.

Die 12V-Batterie wird mit dem Strom aufgeladen, der vom Transformator geliefert wird. Dazu wandelt der Transformator die 48 V des 48V-Generators in 12 V um.



D174-23

MILD-HYBRID PLUS (mHEV+)



D174-24

Die Konstruktionsform der Mild-Hybride Plus (mHEV+) basiert auf der Konfiguration eines Mild-Hybrids (mHEV), die durch einen **Elektroantrieb** ergänzt wird, der im Gehäuse des Ausgleichsgetriebes untergebracht ist.

Der Elektroantrieb ist in das 48V-Netz eingebunden und erfüllt 2 Funktionen:

- Bessere Unterstützung des Verbrennungsmotors bei hohem Leistungsbedarf. Hierfür funktioniert er als Elektromotor.
- Höhere Energierückgewinnungskapazität Hierfür funktioniert er als Generator.

Der Startermotor dient nur zum erstmaligen Anlassen des Verbrennungsmotors.

Zum Starten des Verbrennungsmotors während des Start-Stopp-Betriebs kommt ebenso wie beim Mild-Hybrid (mHEV) der 48V-Generator zum Einsatz.

Betriebsphasen Mild-Hybrid Plus (mHEV+):

- Start-Stopp
- Fahren mit Verbrennungsmotor
- Verbrennungsmotorunterstützung (Boost)
- Energierückgewinnung

Die Start-Stopp-Phase läuft identisch ab wie bei Mild-Hybriden (mHEV).

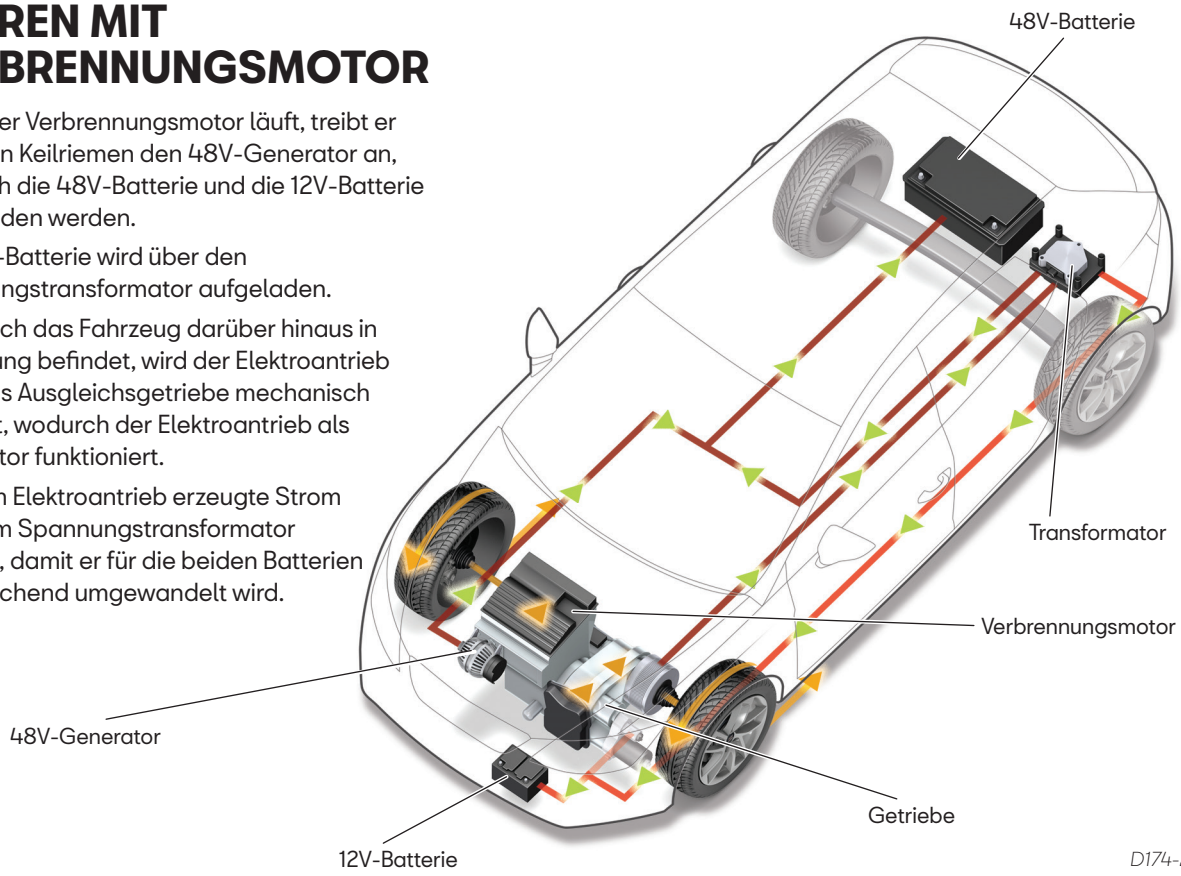
FAHREN MIT VERBRENNUNGSMOTOR

Wenn der Verbrennungsmotor läuft, treibt er über den Keilriemen den 48V-Generator an, wodurch die 48V-Batterie und die 12V-Batterie aufgeladen werden.

Die 12V-Batterie wird über den Spannungstransformator aufgeladen.

Wenn sich das Fahrzeug darüber hinaus in Bewegung befindet, wird der Elektroantrieb über das Ausgleichsgetriebe mechanisch betätigt, wodurch der Elektroantrieb als Generator funktioniert.

Der vom Elektroantrieb erzeugte Strom wird zum Spannungstransformator geleitet, damit er für die beiden Batterien entsprechend umgewandelt wird.



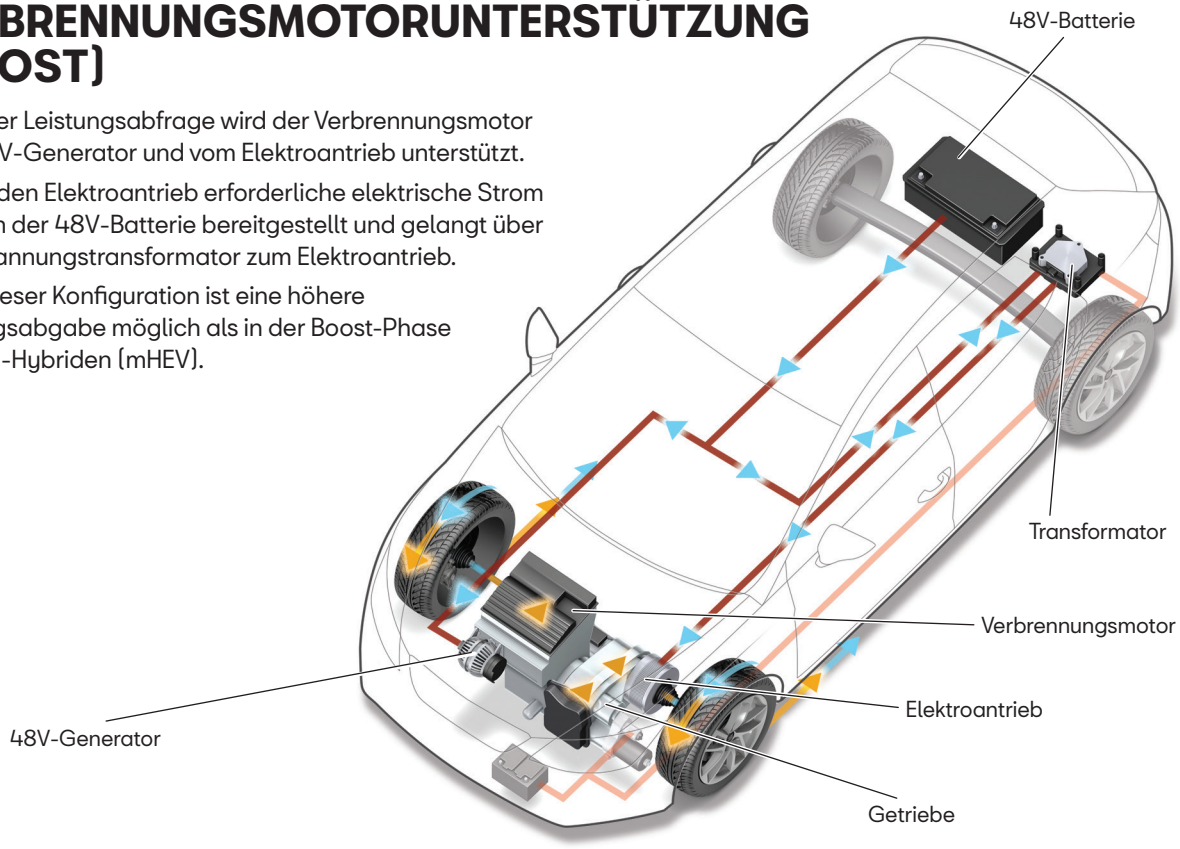
D174-25

VERBRENNUNGSMOTORUNTERSTÜTZUNG (BOOST)

Bei hoher Leistungsabfrage wird der Verbrennungsmotor vom 48V-Generator und vom Elektroantrieb unterstützt.

Der für den Elektroantrieb erforderliche elektrische Strom wird von der 48V-Batterie bereitgestellt und gelangt über den Spannungstransformator zum Elektroantrieb.

Dank dieser Konfiguration ist eine höhere Leistungsabgabe möglich als in der Boost-Phase bei Mild-Hybriden (mHEV).



D174-26

MILD-HYBRID PLUS (mHEV+)

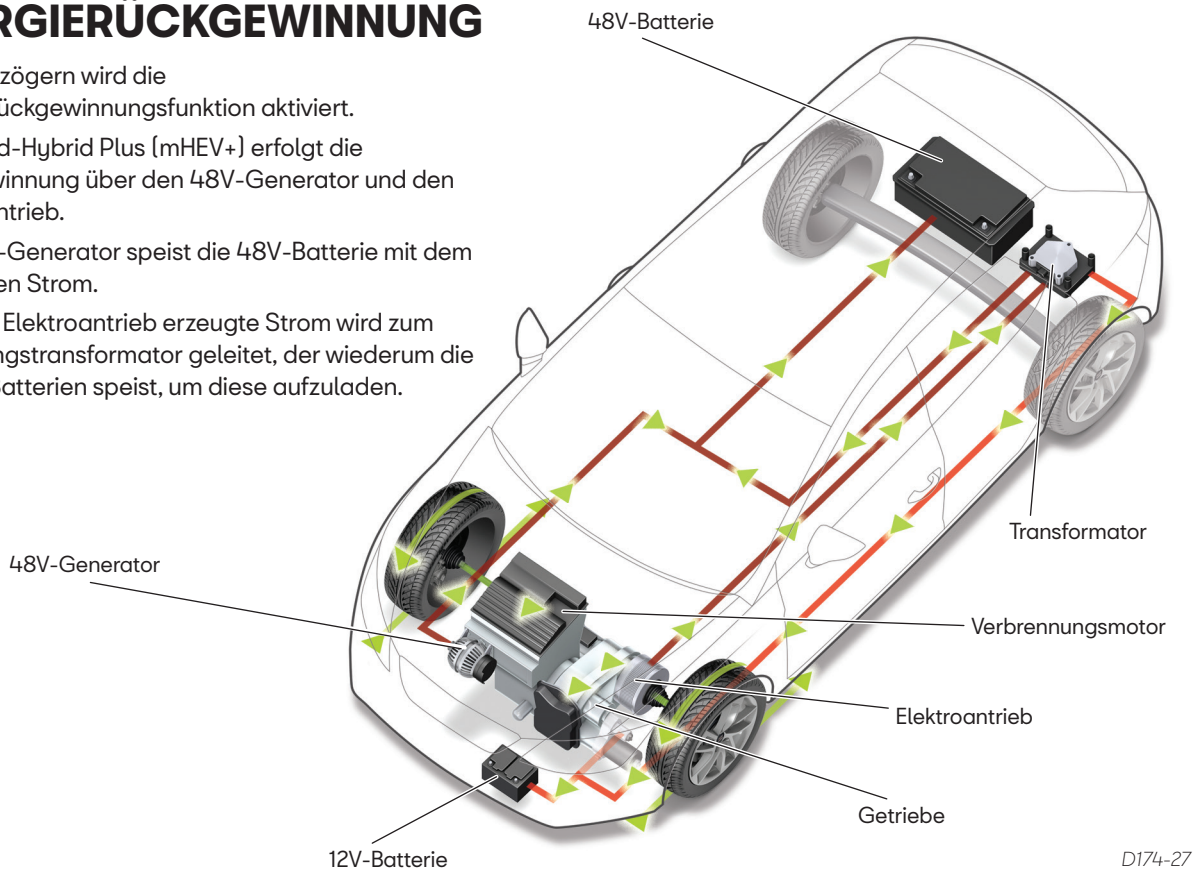
ENERGIERÜCKGEWINNUNG

Beim Verzögern wird die Energierückgewinnungsfunktion aktiviert.

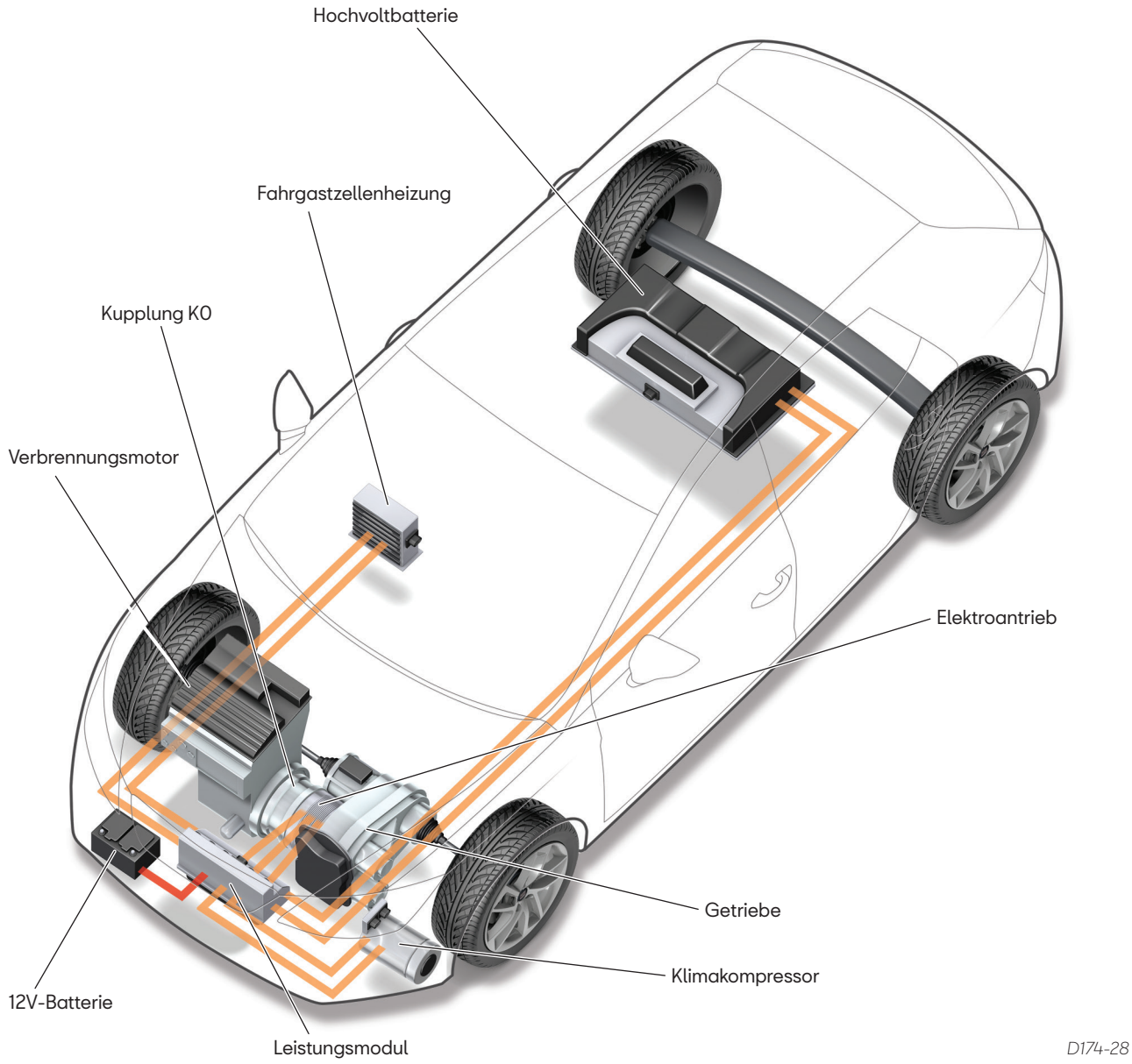
Beim Mild-Hybrid Plus (mHEV+) erfolgt die Rückgewinnung über den 48V-Generator und den Elektroantrieb.

Der 48V-Generator speist die 48V-Batterie mit dem gewonnen Strom.

Der vom Elektroantrieb erzeugte Strom wird zum Spannungstransformator geleitet, der wiederum die beiden Batterien speist, um diese aufzuladen.



VOLLHYBRID PARALLEL (HEV)



D174-28

Der parallele Vollhybrid (HEV) bietet im Vergleich zum Mild-Hybrid Plus (mHEV+) eine bessere Reduktion der Schadstoffemissionen, was auf 2 Gründen beruht:

- Reiner E-Betrieb möglich
- Rein elektrische Klimaanlage und Heizung

Zur Steuerung der elektrischen Komponenten ist der parallele Vollhybrid (HEV) mit einem **Hochvoltkreis** ausgestattet.

Hauptbestandteile von parallelen Vollhybriden (HEV):

- **Getriebe**: DSG-Getriebe mit modifiziertem Kupplungsgehäuse zur Unterbringung des Elektroantriebs.
- **Elektroantrieb**: angeordnet zwischen Verbrennungsmotor und Getriebe
- **Kupplung K0**: Zuschaltung/Trennung des Elektroantriebs zum/vom Verbrennungsmotor
- **Leistungsmodul**: Umwandlung und Hochvoltstromverteilung
- **Hochvoltbatterie**: speichert den Hochvoltstrom
- **Klimakompressor und Fahrgastzellenheizung**: elektrische Komponenten, die über den Hochvoltkreis bestromt werden.

VOLLHYBRID PARALLEL (HEV)

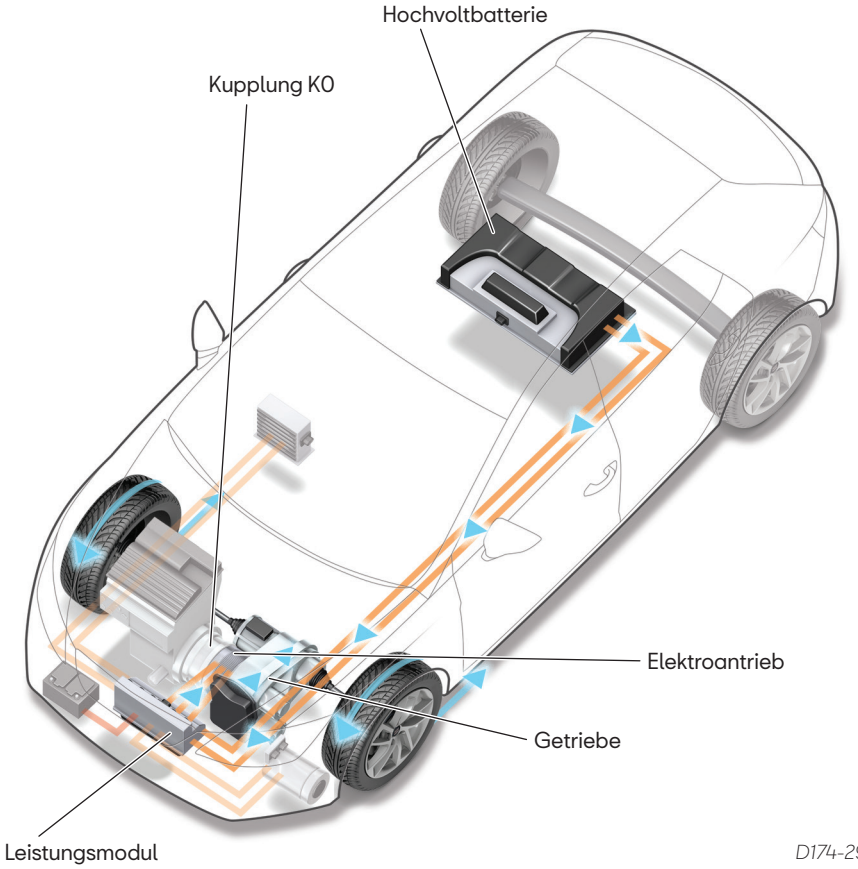
E-BETRIEB

Beim rein elektrischen Fahren wird der in der Hochvoltbatterie gespeicherte Strom zum Leistungsmodul geleitet.

Im Leistungsmodul wird der Gleichstrom zur Versorgung des Elektroantriebs in Drehstrom umgewandelt.

Die vom Elektroantrieb erzeugte Bewegung wird auf das Getriebe, das Ausgleichsgetriebe und die Räder übertragen.

In dieser Betriebsart bleibt die Kupplung K0 geöffnet, damit der Elektroantrieb vom Verbrennungsmotor getrennt ist.



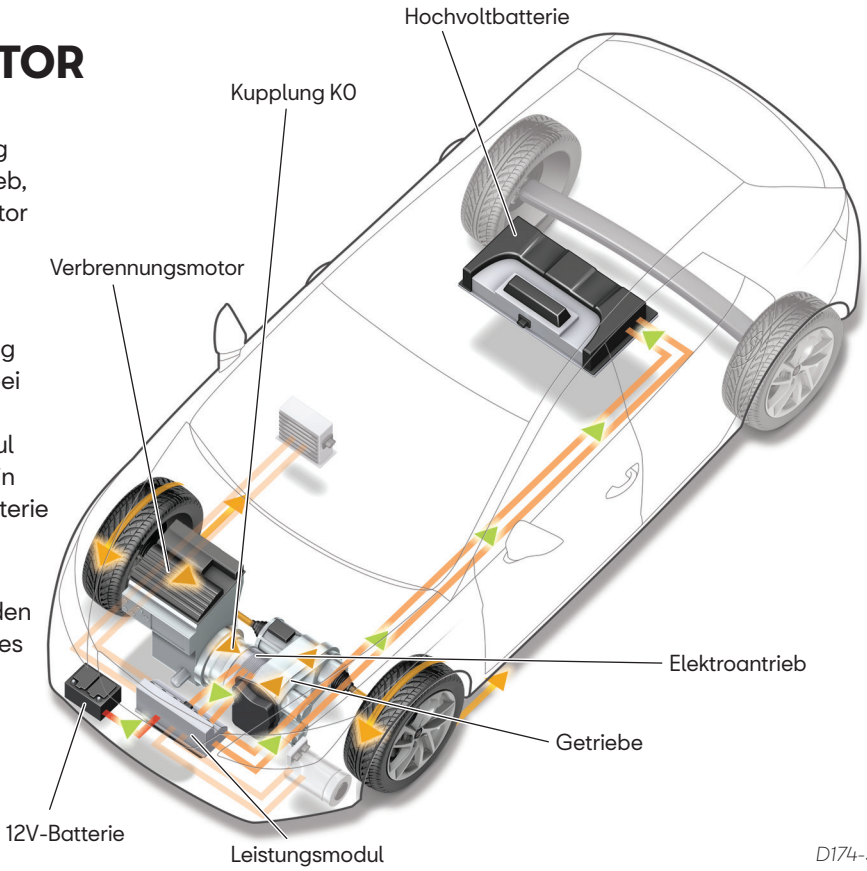
D174-29

FAHREN MIT VERBRENNUNGSMOTOR

Während der Fahrt mit dem Verbrennungsmotor bleibt die Kupplung K0 geschlossen, damit der Elektroantrieb, das Getriebe und der Verbrennungsmotor miteinander verbunden sind.

In dieser Phase übernimmt der Verbrennungsmotor 2 Funktionen: er treibt das Fahrzeug an sowie gleichzeitig auch den Elektroantrieb, damit dieser bei Bedarf als Generator arbeiten kann. In diesem Fall wandelt das Leistungsmodul den Wechselstrom des Elektroantriebs in Gleichstrom um. damit die Hochvoltbatterie und die 12V-Batterie geladen werden können.

Der Elektroantrieb ist dafür zuständig, den Verbrennungsmotor zu starten, wenn dies erforderlich ist.

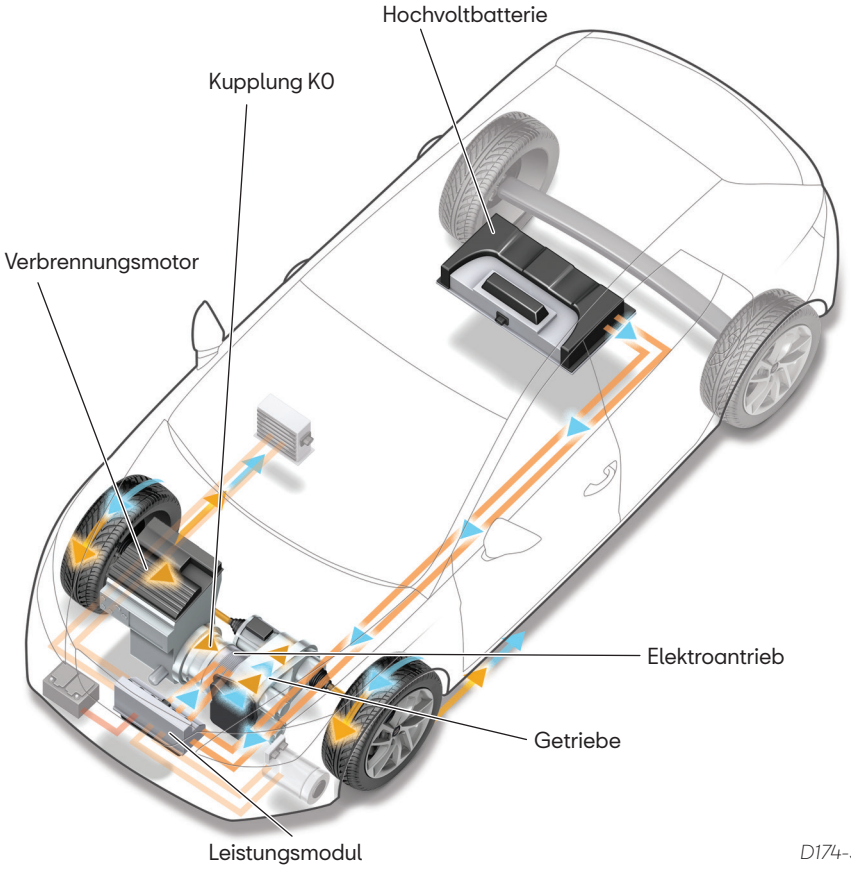


D174-30

BOOST

In den Phasen mit hoher Leistungsabfrage schließt sich die Kupplung K0 und der Elektroantrieb wird bestromt, um als Elektromotor zu arbeiten und so den Verbrennungsmotor zu unterstützen.

In dieser Phase wandelt das Leistungsmodul den Gleichstrom der Hochvoltbatterie für die Versorgung des Elektroantriebs in Wechselstrom um.



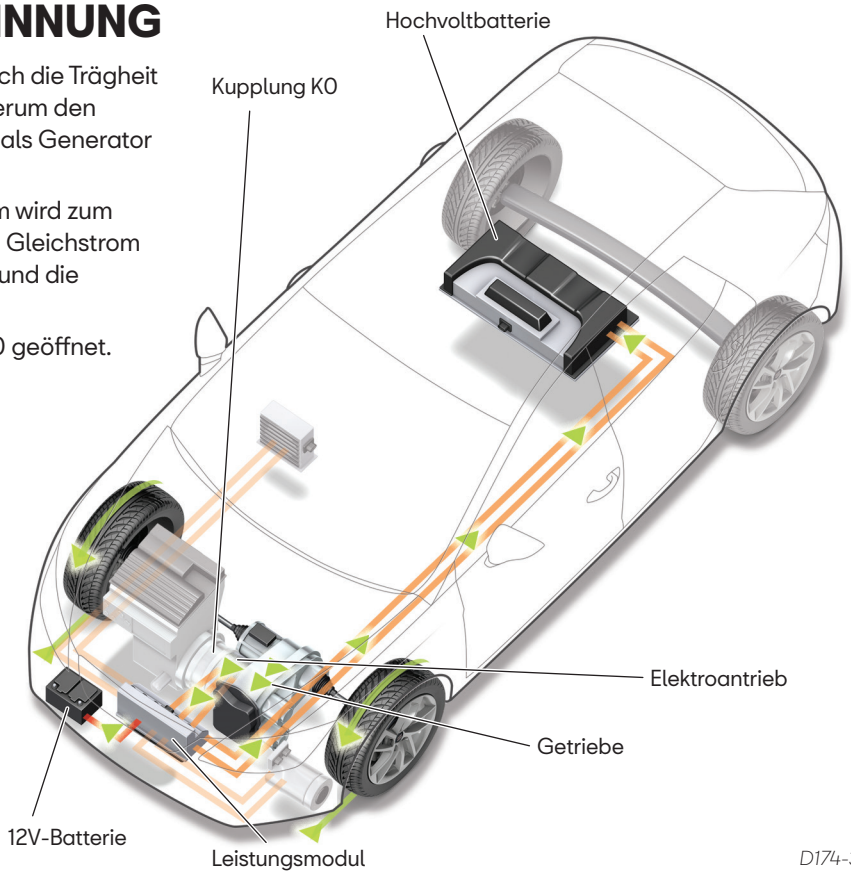
D174-31

ENERGIERÜCKGEWINNUNG

Beim Verzögern wird das Getriebe durch die Trägheit des Fahrzeugs bewegt, welches wiederum den Elektroantrieb zum Drehen bringt, der als Generator arbeitet.

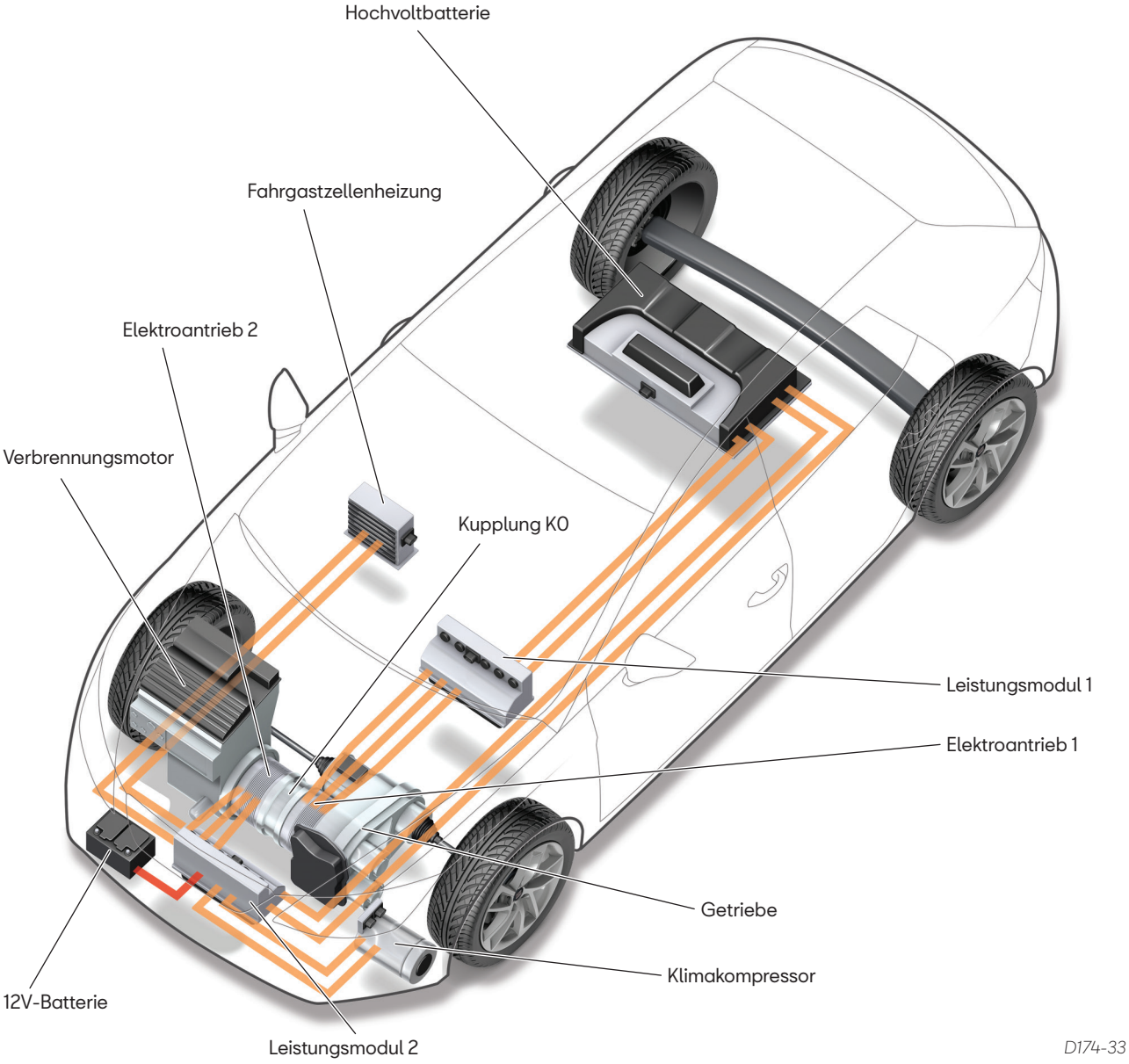
Der vom Elektroantrieb erzeugte Strom wird zum Leistungsmodul geleitet, das diesen in Gleichstrom umwandelt, um die Hochvolt-Batterie und die 12V-Batterie zu laden.

In dieser Phase bleibt die Kupplung K0 geöffnet.



D174-32

VOLLHYBRID SERIELL-PARALLEL (HEV)



D174-33

Seriell-parallele Vollhybride (HEV) zeichnen sich durch ihre Ausstattung mit **2 Elektroantrieben** aus:

- Elektroantrieb 1: gekoppelt mit dem Getriebe
- Elektroantrieb 2: gekoppelt an den Verbrennungsmotor und dafür zuständig, diesen zu starten, wenn dies erforderlich ist.

Zwischen den beiden Elektroantrieben befindet sich die **Kupplung K0**, die als Lamellenkupplung ausgeführt sein kann.

Die Zwischenschaltung einer Kupplung zwischen den beiden Elektroantrieben ermöglicht, dass in bestimmten Betriebsarten einer der Elektroantriebe die Hochvoltbatterie lädt, während der andere das Fahrzeug antreibt.

Durch ihre Ausstattung mit 2 Elektroantrieben müssen seriell-parallele Vollhybride (HEV) auch über **2 Leistungsmodule** für die Stromumwandlung verfügen. So ist das Leistungsmodul 1 für den Elektroantrieb 1 und das Leistungsmodul 2 für den Elektroantrieb 2 zuständig.

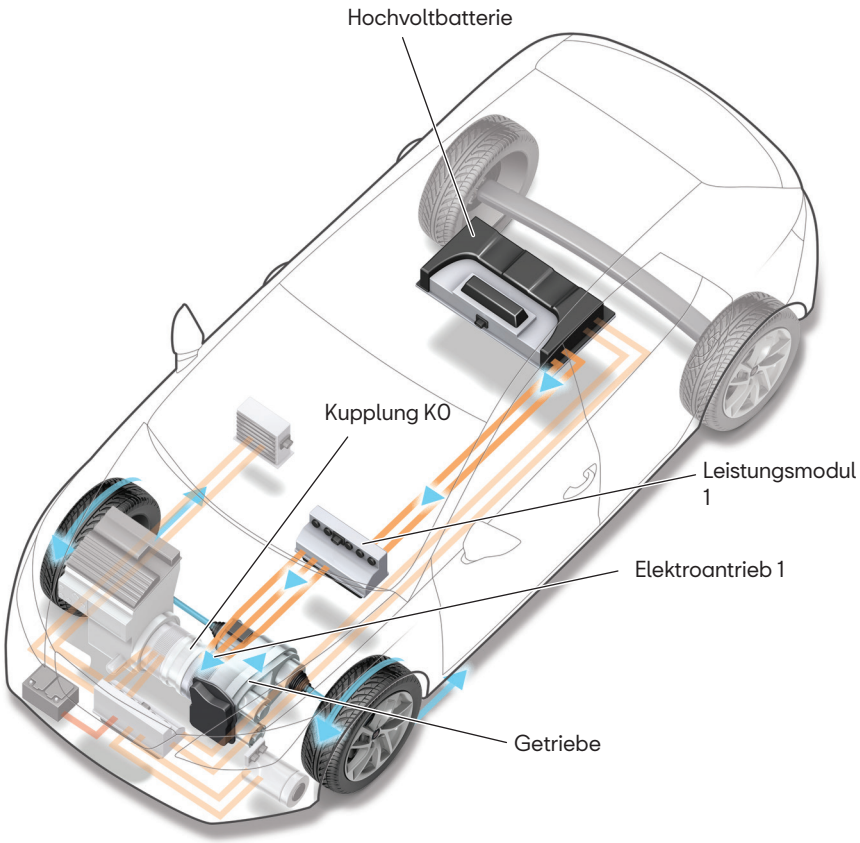
Darüber hinaus übernimmt das Leistungsmodul 2 das Aufladen der 12V-Batterie.

Alle anderen Komponenten im Hochvoltkreis funktionieren auf dieselbe Weise wie bei parallelen Vollhybriden (HEV).

E-BETRIEB

Beim reinen elektrischen Fahren liefert die Hochvoltbatterie den Strom, damit der Elektroantrieb 1 über das Leistungsmodul 1 gespeist wird.

In dieser Phase bleibt die Kupplung K0 geöffnet, um eine Übertragung der Bewegung auf den Verbrennungsmotor zu unterbinden.



D174-34

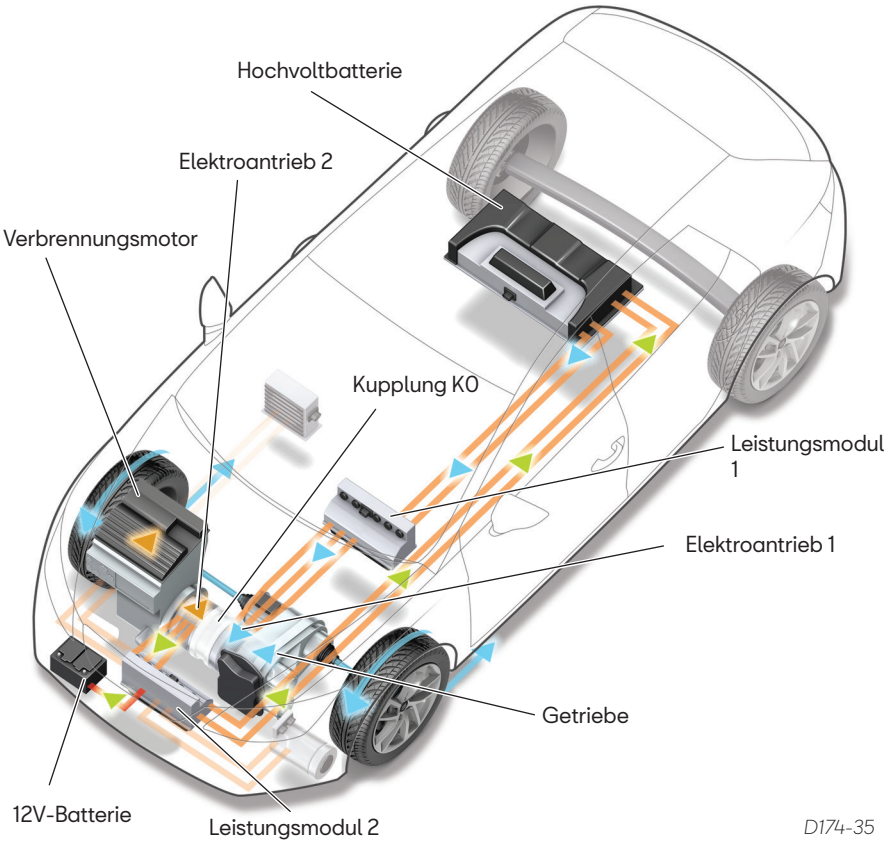
SERIELLER FAHRBETRIEB

Im seriellen Fahrbetrieb kann die Hochvoltbatterie geladen werden, während das Fahrzeug gleichzeitig elektrisch angetrieben wird.

In dieser Phase wird der Verbrennungsmotor zugeschaltet, um den Elektroantrieb 2 anzutreiben und die Hochvoltbatterie zu laden. Parallel dazu liefert die Hochvoltbatterie Strom, damit der Elektroantrieb 1 das Fahrzeug antreiben kann.

Die Stromumwandlung durch die Leistungsmodule erfolgt folgendermaßen:

- Das Leistungsmodul 2 wandelt den Wechselstrom in Gleichstrom um.
- Das Leistungsmodul 1 wandelt den Gleichstrom in Wechselstrom um.



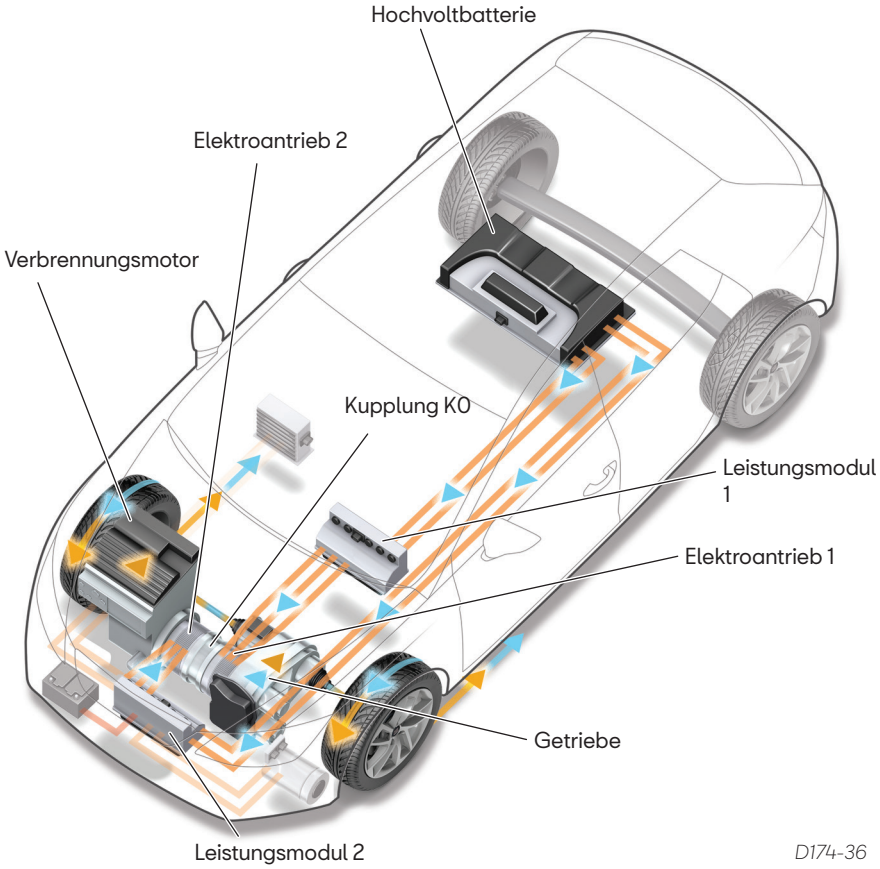
D174-35

VOLLHYBRID SERIELL-PARALLEL (HEV)

BOOST

Bei hoher Leistungsabfrage läuft der Verbrennungsmotor, die beiden Elektroantriebe werden bestromt und die Kupplung K0 ist geschlossen. Auf diese Weise arbeiten beide Elektroantriebe als Elektromotor, um den Verbrennungsmotor zu unterstützen.

In dieser Phase wandeln beide Leistungsmodule den Gleichstrom der Hochvoltbatterie in Wechselstrom für die Elektroantriebe um.



D174-36

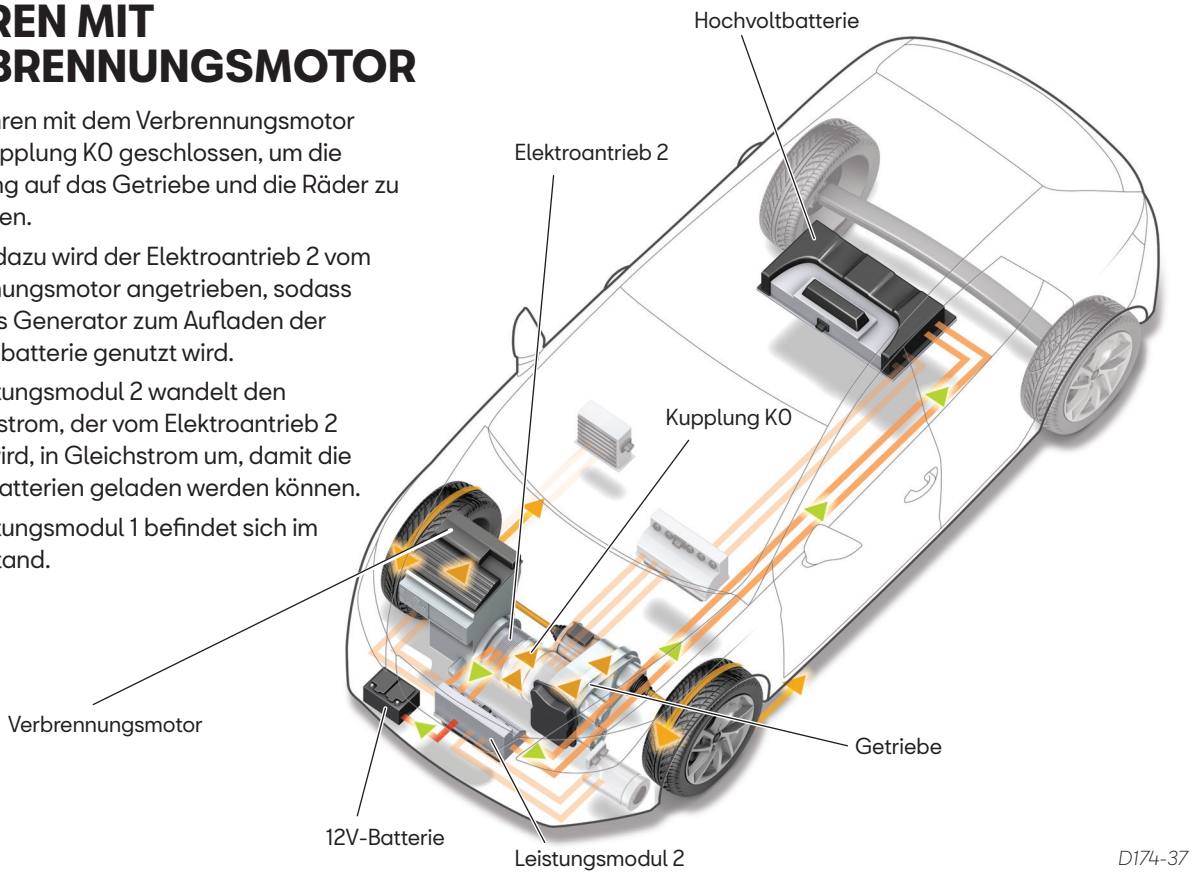
FAHREN MIT VERBRENNUNGSMOTOR

Beim Fahren mit dem Verbrennungsmotor ist die Kupplung K0 geschlossen, um die Bewegung auf das Getriebe und die Räder zu übertragen.

Parallel dazu wird der Elektroantrieb 2 vom Verbrennungsmotor angetrieben, sodass dieser als Generator zum Aufladen der Hochvoltbatterie genutzt wird.

Das Leistungsmodul 2 wandelt den Wechselstrom, der vom Elektroantrieb 2 erzeigt wird, in Gleichstrom um, damit die beiden Batterien geladen werden können.

Das Leistungsmodul 1 befindet sich im Ruhezustand.



D174-37

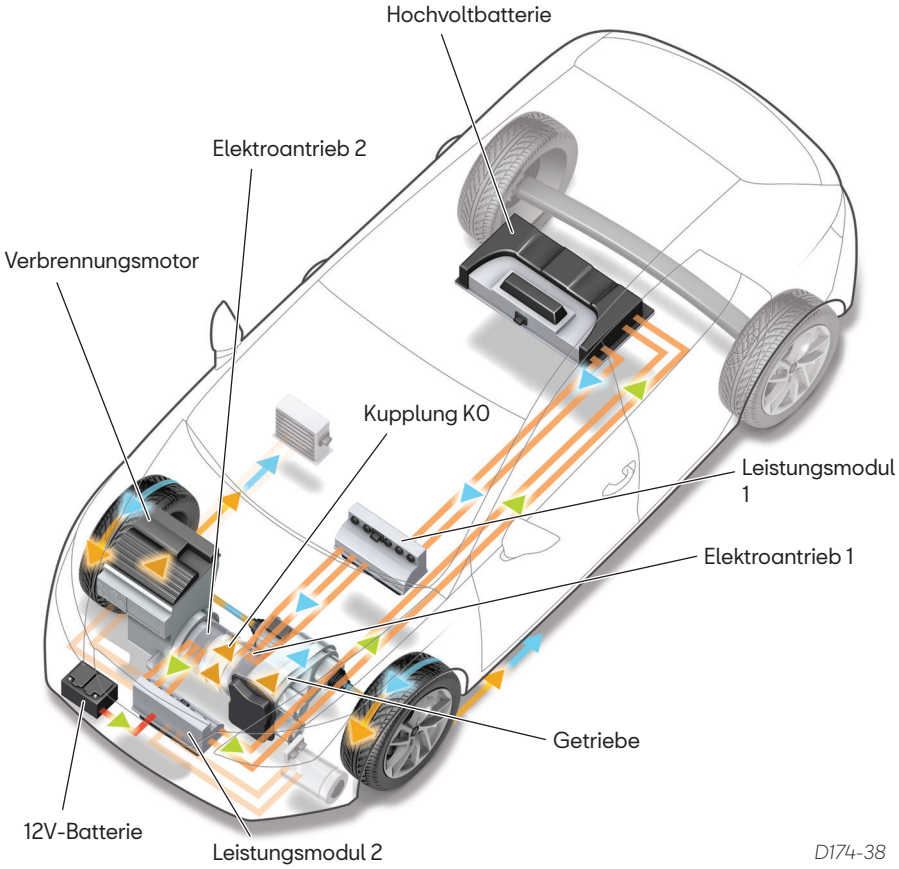
FAHREN UND LADEN

Diese Phase kommt zum Einsatz, um den Kraftstoffverbrauch zu senken, und stellt eine Kombination aus E-Betrieb und Fahren mit Verbrennungsmotor dar.

In dieser Phase wird die Bewegung des Verbrennungsmotors für den Antrieb des Fahrzeugs genutzt, sowie gleichzeitig für den Antrieb des Elektroantriebs 2, um diesen als Generator zu nutzen. Der vom Elektroantrieb 2 erzeugte Strom wird zum Aufladen der Hochvoltbatterie genutzt.

Parallel dazu versorgt die Hochvoltbatterie den Elektroantrieb 1 zur Unterstützung des Verbrennungsmotors.

In dieser Betriebsart bleibt die Kupplung K0 geschlossen.

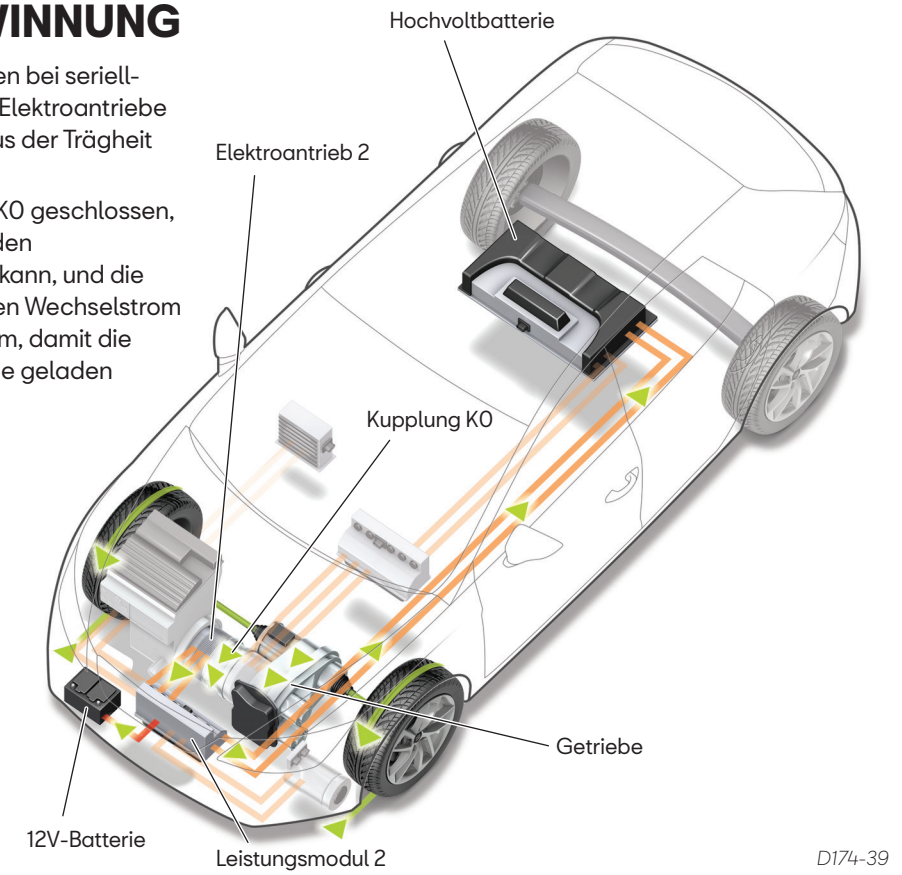


D174-38

ENERGIERÜCKGEWINNUNG

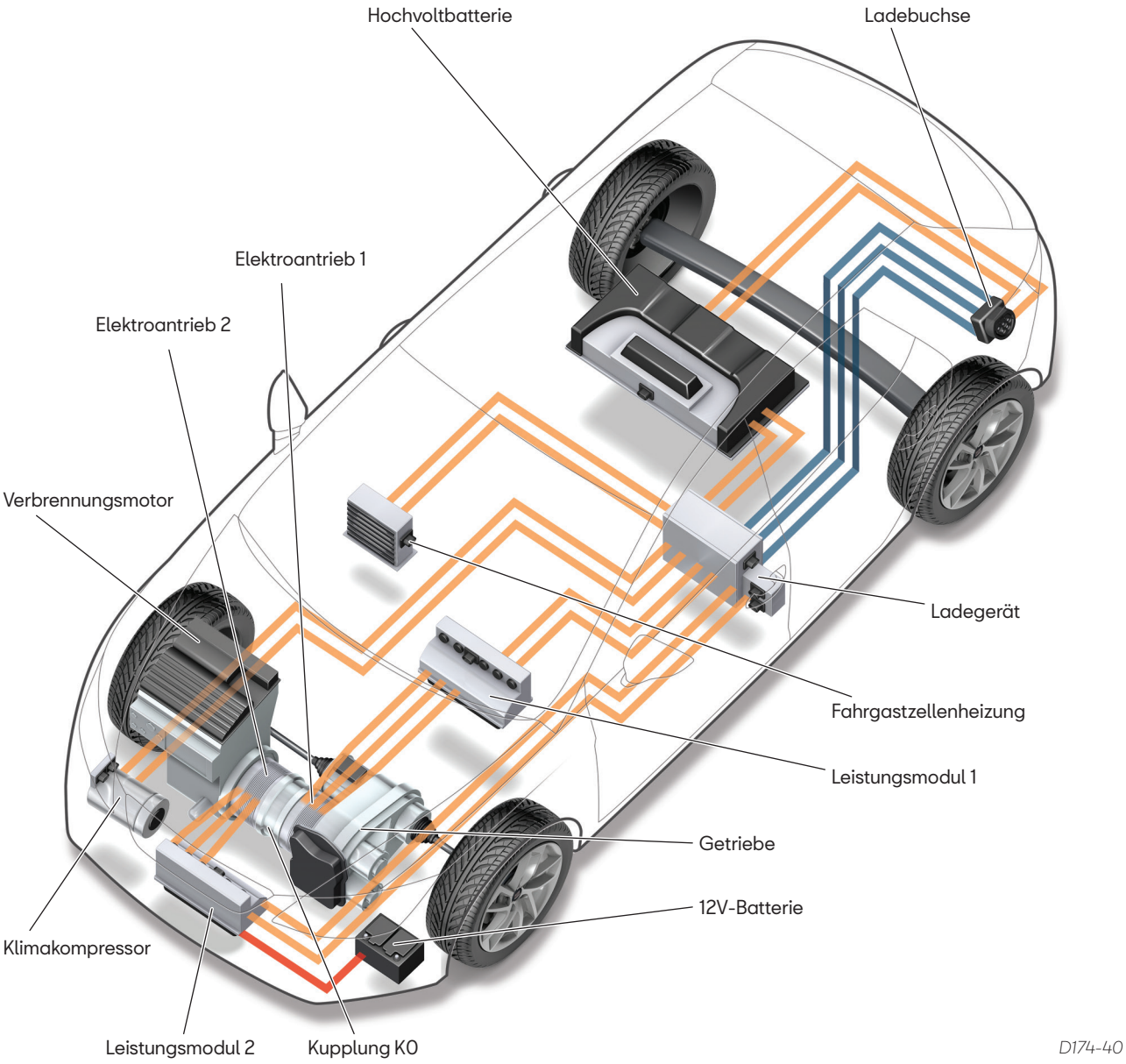
Für die Energierückgewinnung werden bei seriell-parallelen Vollhybriden (HEV) beide Elektroantriebe genutzt, um so maximalen Nutzen aus der Trägheit des Fahrzeugs zu ziehen.

In dieser Phase bleibt die Kupplung K0 geschlossen, damit die Bewegung der Räder auf den Elektroantrieb 2 übertragen werden kann, und die beiden Leistungsmodule wandeln den Wechselstrom der Elektroantriebe in Gleichstrom um, damit die Hochvoltbatterie und die 12V-Batterie geladen werden können.



D174-39

PLUG-IN-HYBRID (PHEV)



D174-40

Der Plug-in-Hybrid (PHEV) basiert konstruktionstechnisch auf einem Vollhybrid (HEV), sowohl in seiner parallelen als auch seriell-parallelen Ausführung.

Der Unterschied besteht darin, dass die Hochvoltbatterie von Plug-in-Hybriden über eine externe Ladestation aufgeladen werden kann. Hierzu ist dieser Fahrzeugtyp mit einer Ladebuchse und einem Ladegerät ausgestattet.

Beim **Ladegerät** handelt es sich um einen Stromwandler, der 2 Funktionen erfüllt:

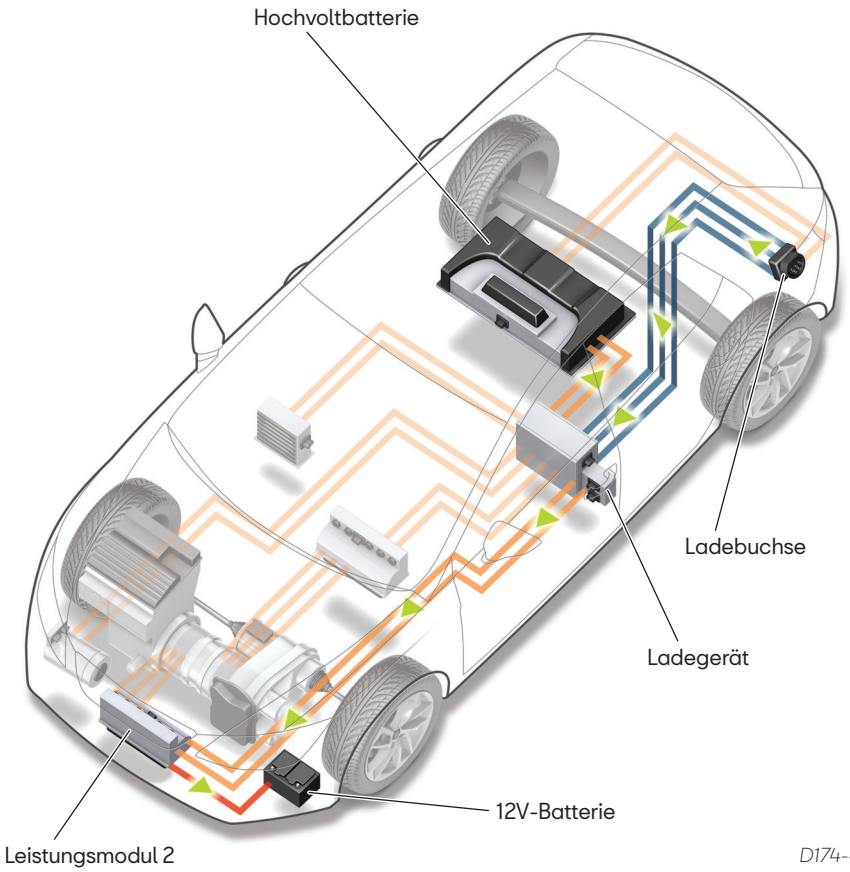
- Es passt den Strom aus der externen Ladestation an, damit die Hochvoltbatterie aufgeladen werden kann.
- Es verteilt den Hochvoltstrom an die in den Hochvoltkreis eingebundenen Komponenten.

In der Regel weisen die Hochvoltbatterien, die in Plug-in-Hybriden (PHEV) verbaut werden, eine höhere Kapazität auf als jene, die für Vollhybride zum Einsatz kommen. So verfügen sie über eine höhere Reichweite für das reine elektrische Fahren.

Plug-in-Hybride (PHEV) arbeiten mit denselben Betriebsphasen wie Vollhybride (HEV), wobei die Batterie zusätzlich über eine Ladestation aufgeladen werden kann.

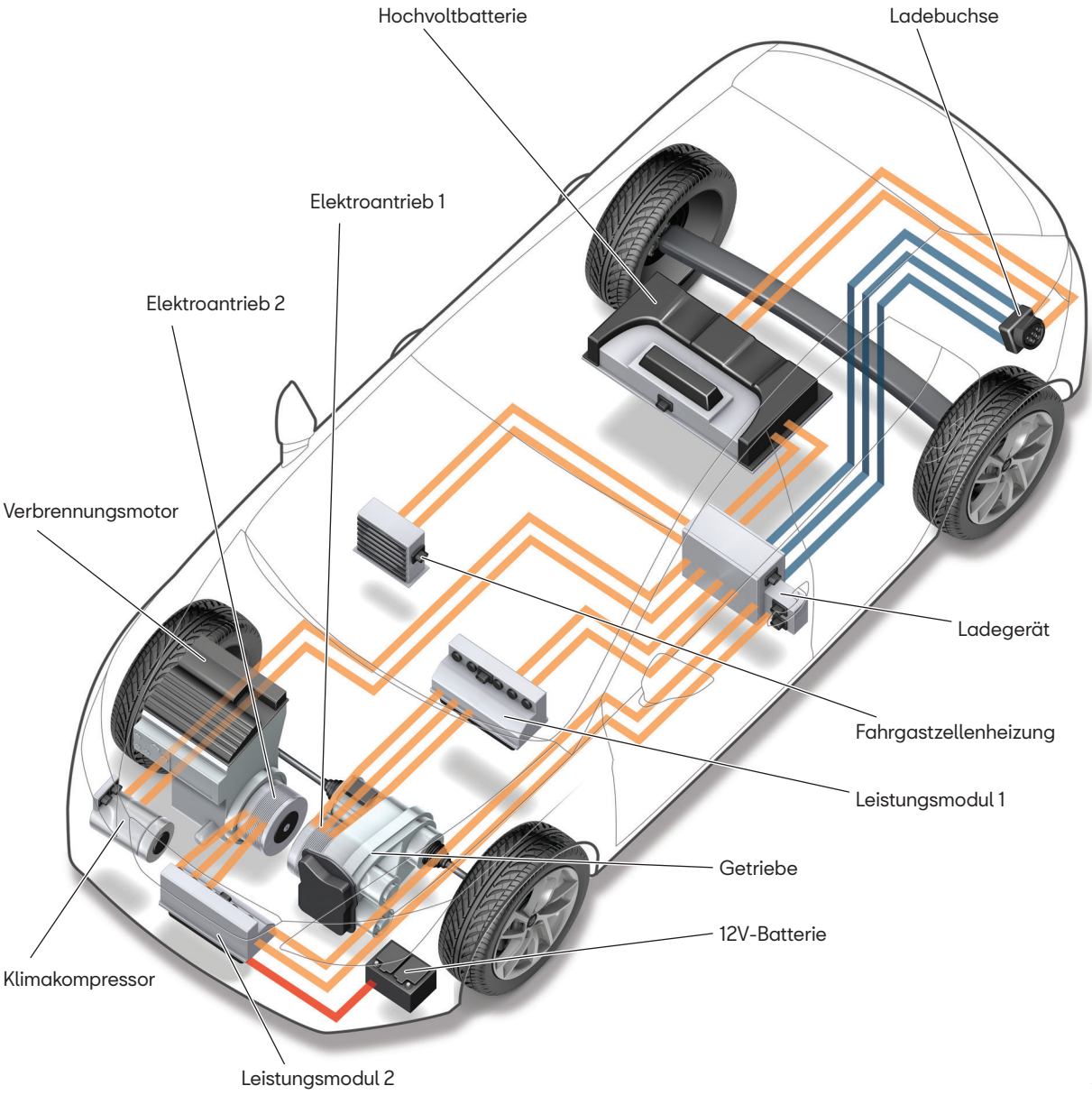
LANGSAMES UND MÄSSIG SCHNELLES LADEN

Wenn das Fahrzeug an eine mobile Ladestation oder eine Wallbox angeschlossen wird, leitet das Ladegerät den Strom aus der Ladestation an die Hochvoltbatterie weiter sowie an das Leistungsmodul 2, damit die 12V-Batterie aufgeladen wird.



D174-41

HYBRID SERIELL (HEV)



D174-43

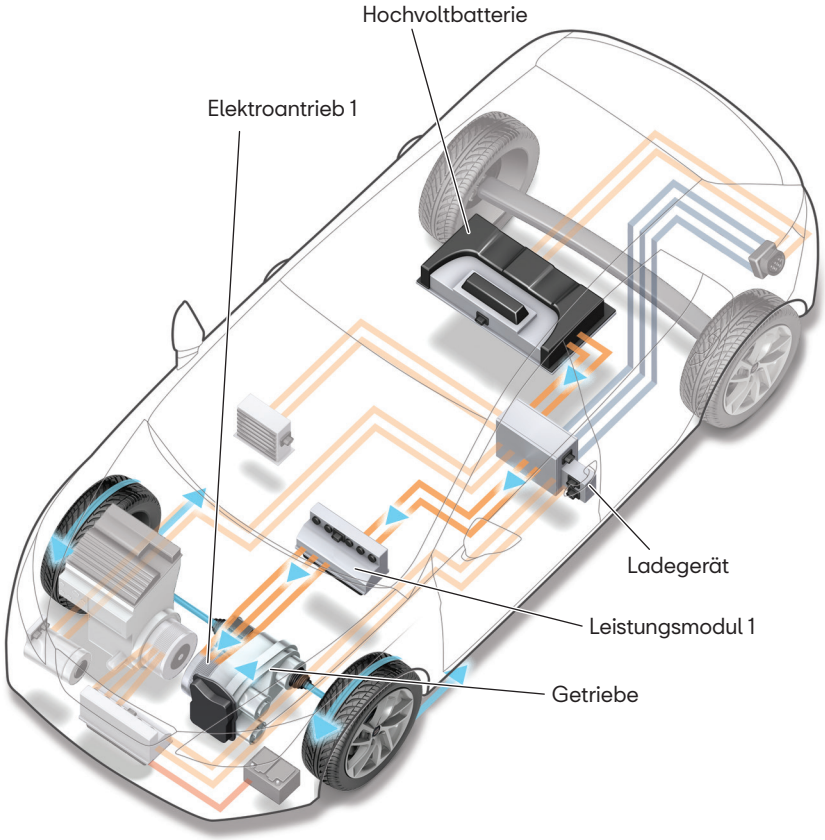
Serielle Hybride (HEV) werden ausschließlich mit Strom angetrieben. Der Verbrennungsmotor ist nicht mit den Rädern verbunden und wird ausschließlich zum Laden der Hochvoltbatterie in bestimmten Situationen benutzt.

Konstruktionstechnisch basieren serielle Hybride (HEV) auf seriell-parallelen Plug-in-Hybriden (PHEV). Dieser Fahrzeugtyp ist mit 2 Elektroantrieben und einem Ladegerät für die Hochvoltbatterie ausgestattet, verfügt jedoch über keine Kupplung zwischen den Elektroantrieben. Auf diese Weise kann keine Verbindung zwischen Verbrennungsmotor und Rädern hergestellt werden.

Diese Art von Fahrzeugen ist auch als Elektroautos mit Reichweitenverlängerung (RXBEV) bekannt.

E-BETRIEB

Beim elektrischen Fahren wird die in der Hochvoltbatterie gespeicherte Energie zum Ladegerät geleitet und von dort zum Leistungsmodul 1. Diese Komponente wandelt den Gleichstrom zur Versorgung des Elektroantriebs 1 in Wechselstrom um.



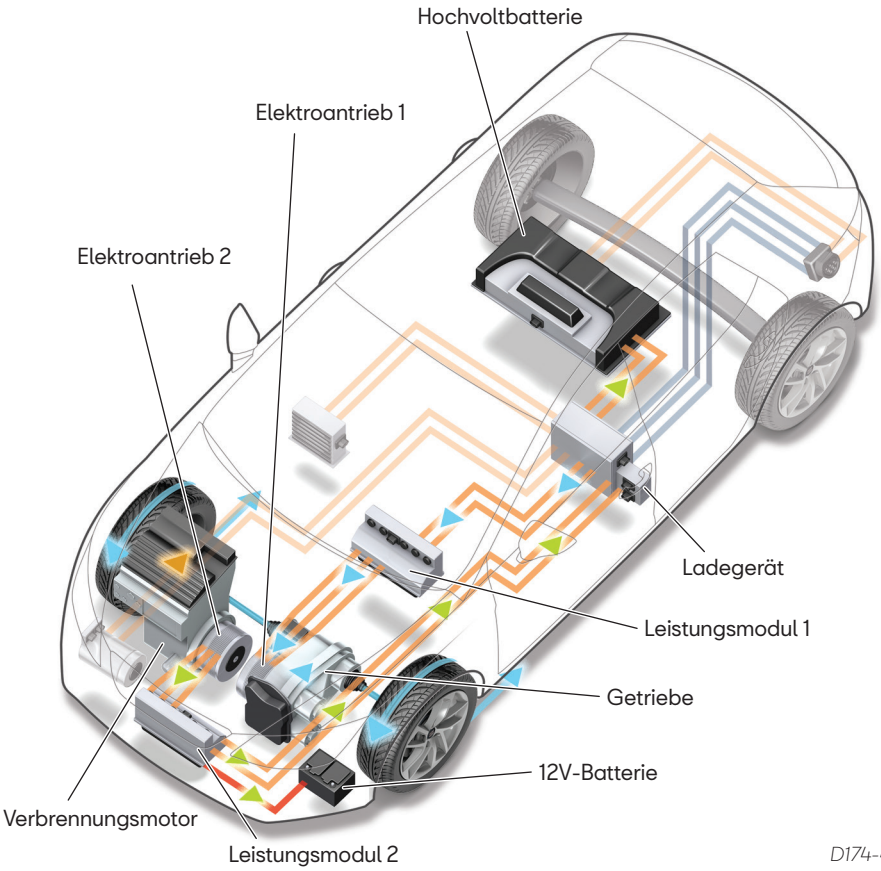
D174-44

E-BETRIEB UND LADEN

In dieser Phase wird das Fahrzeug mithilfe des in der Hochvoltbatterie gespeicherten Stroms angetrieben und die Batterie wird gleichzeitig vom Verbrennungsmotor aufgeladen.

Zum Laden der Batterie treibt der Verbrennungsmotor den Elektroantrieb 2 an, der als Generator funktioniert. Der erzeugte Wechselstrom wird im Leistungsmodul 2 in Gleichstrom umgewandelt, der zum Laden der 12V-Batterie sowie zur Speisung des Ladegeräts dient.

Vom Ladegerät aus wird der Hochvoltstrom an die Hochvoltbatterie und das Leistungsmodul 1 verteilt, das diesen für die Versorgung des Elektroantriebs 1 in Wechselstrom umwandelt.

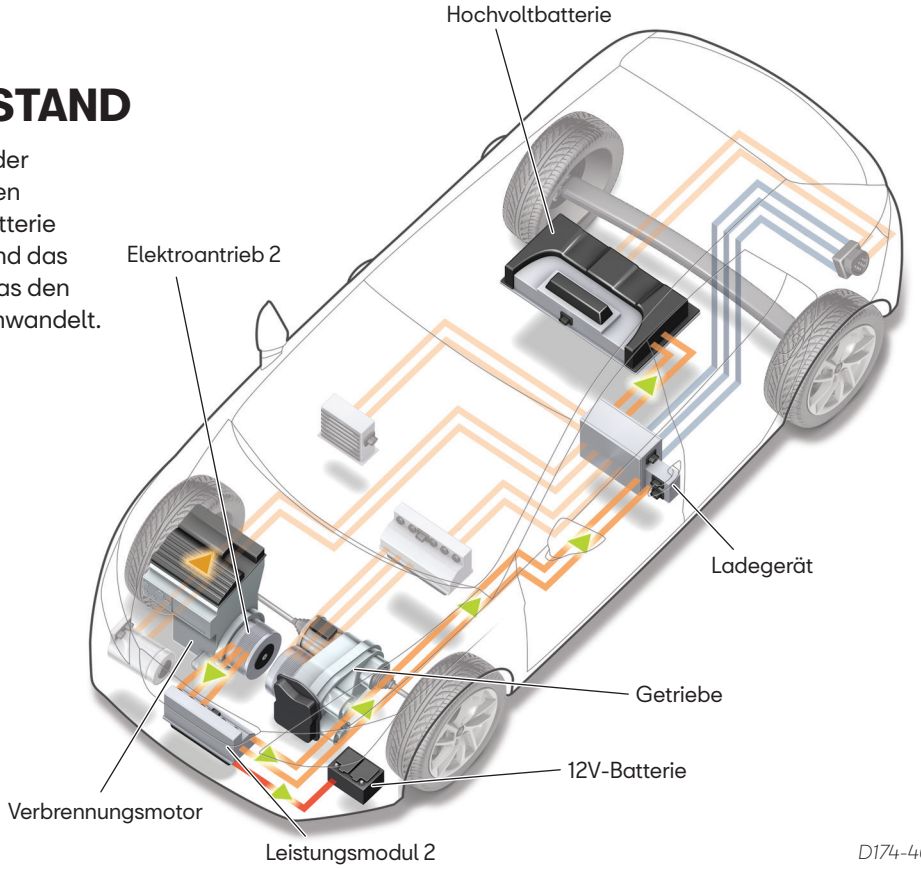


D174-45

HYBRID SERIELL (HEV)

LADEN DER BATTERIE BEI FAHRZEUGSTILLSTAND

Wenn das Fahrzeug steht, kann der Verbrennungsmotor zum Aufladen der Batterie weiterlaufen. Die Batterie wird über den Elektroantrieb 2 und das Leistungsmodul 2 aufgeladen, das den Wechselstrom in Gleichstrom umwandelt.

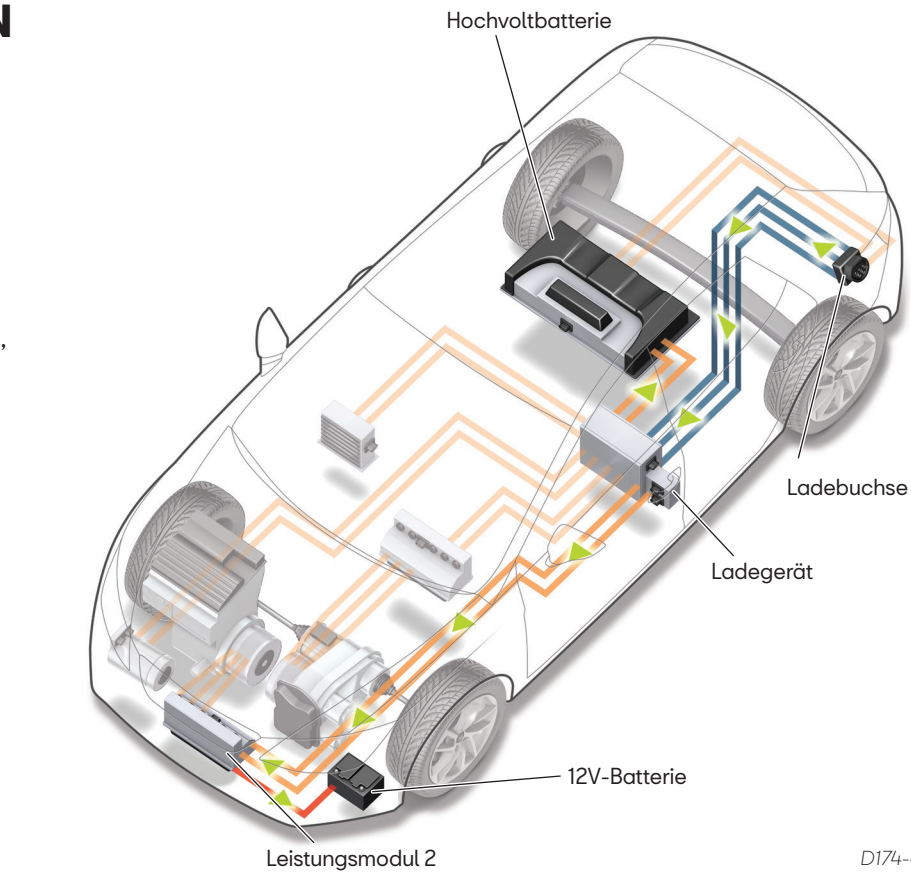


D174-46

EXTERNES LADEN

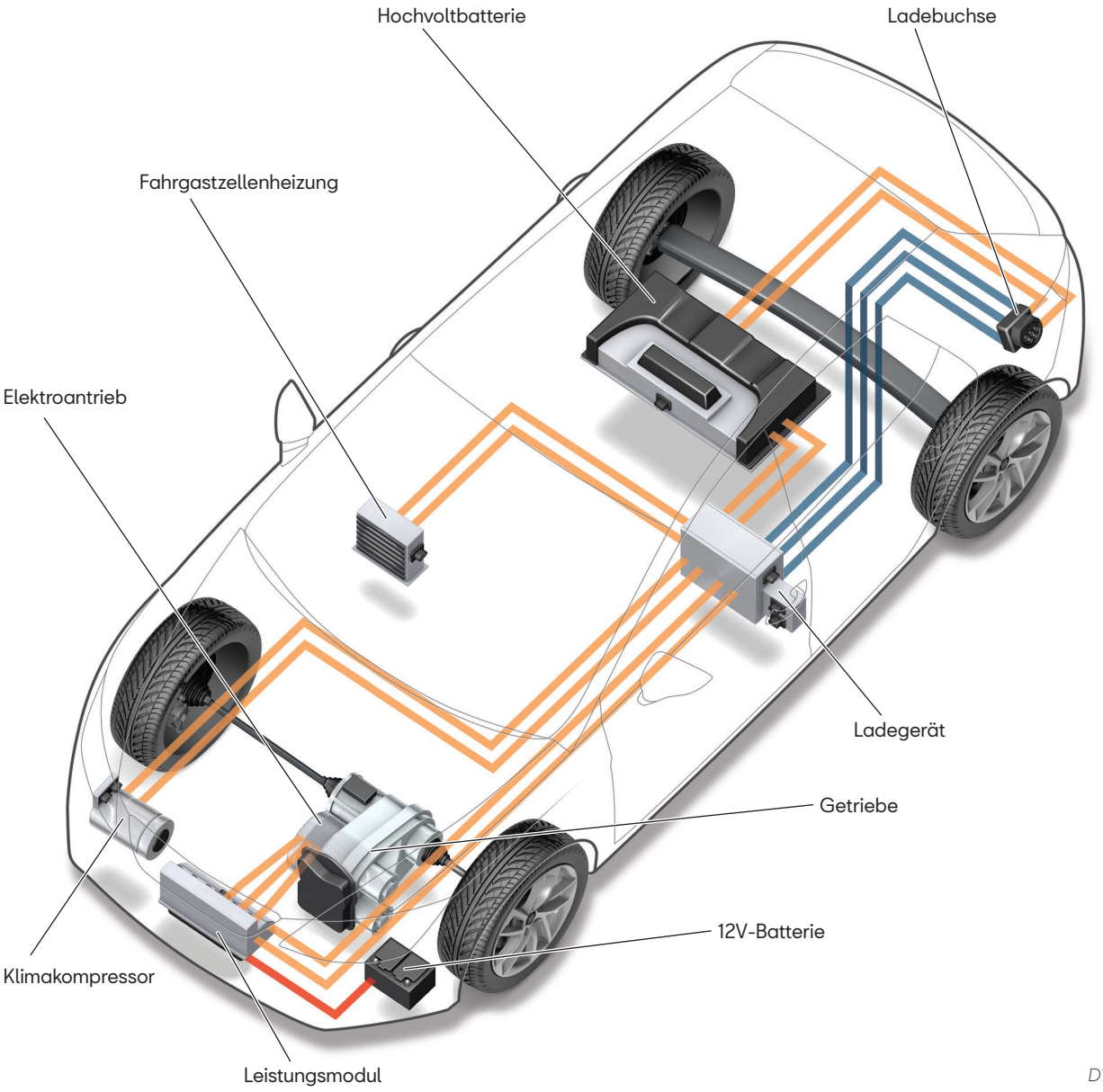
Beim externen Laden der Hochvoltbatterie wird die Ladestation mit der Ladebuchse am Fahrzeug verbunden.

Beim langsamen oder mäßig schnellen Laden wird das Lagegerät gespeist, welches wiederum die Hochvoltbatterie und das Leistungsmodul 2 speist, damit die 12-Batterie geladen werden kann.



D174-47

ELEKTROAUTO MIT BATTERIE (BEV)



D174-48

Elektroautos mit Batterie (BEV) nutzen als einzige Energiequelle den in der Hochvoltbatterie gespeicherten Strom. Hierzu verfügen sie über eine Hochvoltbatterie mit höherer Kapazität im Vergleich zu Hybridfahrzeugen mit Hochvoltsystem.

Bei Elektroautos mit Batterie (BEV) sind folgende Komponenten in den **Hochvoltkreis** eingebunden:

- Ladebuchse: Anschlussstelle für die Ladestation
- Ladegerät: lädt die Hochvoltbatterie und verteilt den Hochvoltstrom an die Komponenten im Hochvolkreis.
- Hochvoltbatterie: speichert den Hochvoltstrom.
- Leistungsmodul: wandelt den Strom der Batterie und des Elektroantriebs um.
- Elektroantrieb: arbeitet als Motor und Generator.
- Klimakompressor
- Fahrgastzellenheizung

Das **Getriebe** ist ein 1-Gang-Getriebe und dient zur Vervielfältigung der Ausgangsdrehzahl des Elektroantriebs.

Der **elektromechanische Bremskraftverstärker** unterstützt das Bremspedal, da ohne Verbrennungsmotor kein Unterdruck erzeugt werden kann.

Auf den nachfolgenden Seiten werden die unterschiedlichen Konfigurationen von Elektroautos mit Batterie (BEV) sowie die Betriebsphasen des Antriebsaggregats erläutert.

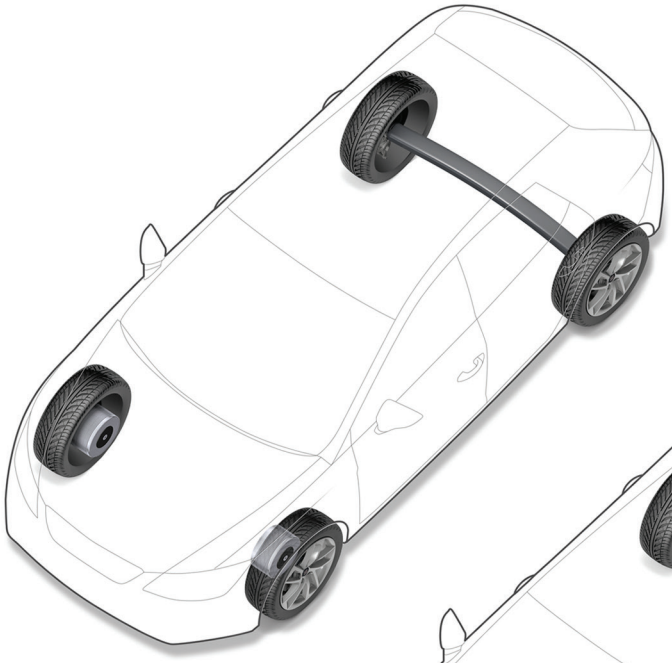
ELEKTROAUTO MIT BATTERIE (BEV)

KONFIGURATIONEN

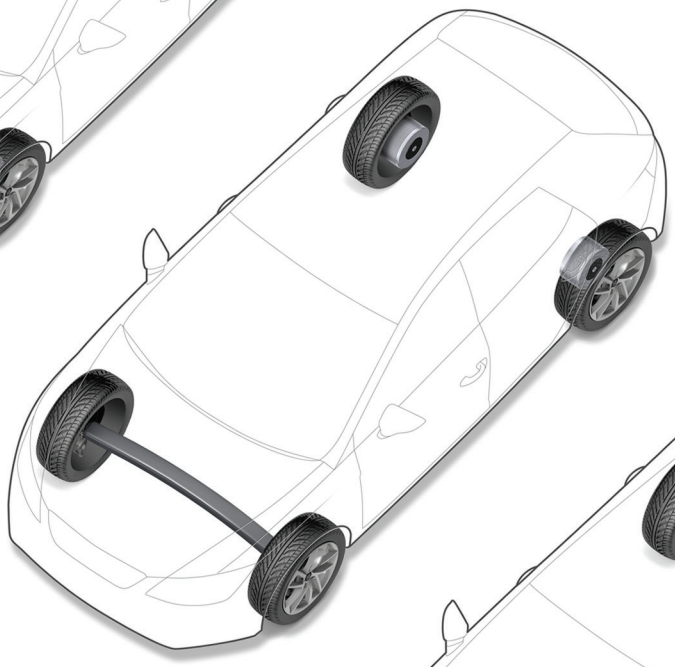
Bei Elektroautos mit Batterie (BEV) ist das Antriebsaggregat nicht besonders groß, weshalb unterschiedliche Konfigurationen möglich sind. Bei den Konfigurationsmöglichkeiten werden 2 Grundtypen unterschieden: Elektroantriebe in den Radnaben und zentraler Elektroantrieb.

Elektroantriebe in den Radnaben bieten die Vorteile des Wegfallens von Antriebswellen und Ausgleichsgetriebe und der besseren Drehmomentverteilung. Der Nachteil besteht jedoch in der ungefederten Masse in den Rädern sowie in der Rotationsträgheit.

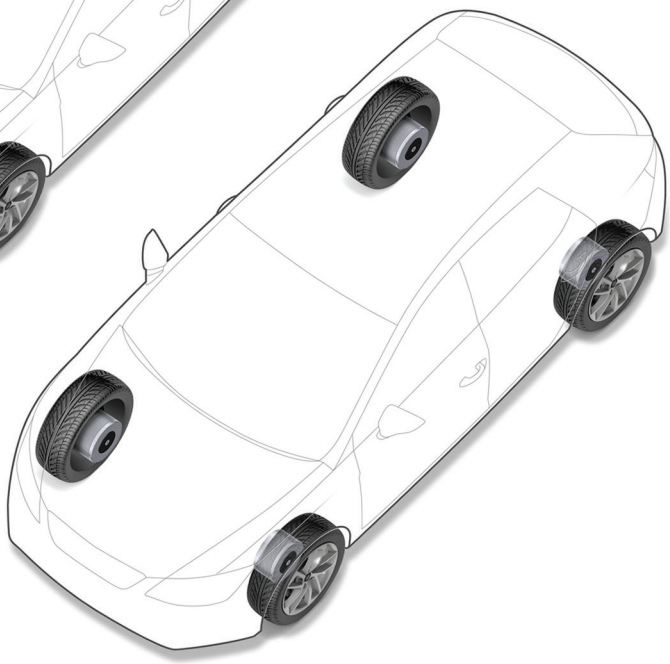
Elektroantriebe in den Radnaben



FRONTANTRIEB
Die Elektroantriebe sind in den Radnaben der Vorderachse untergebracht.



HECKANTRIEB
Die Elektroantriebe sind in den Radnaben der Hinterachse untergebracht.

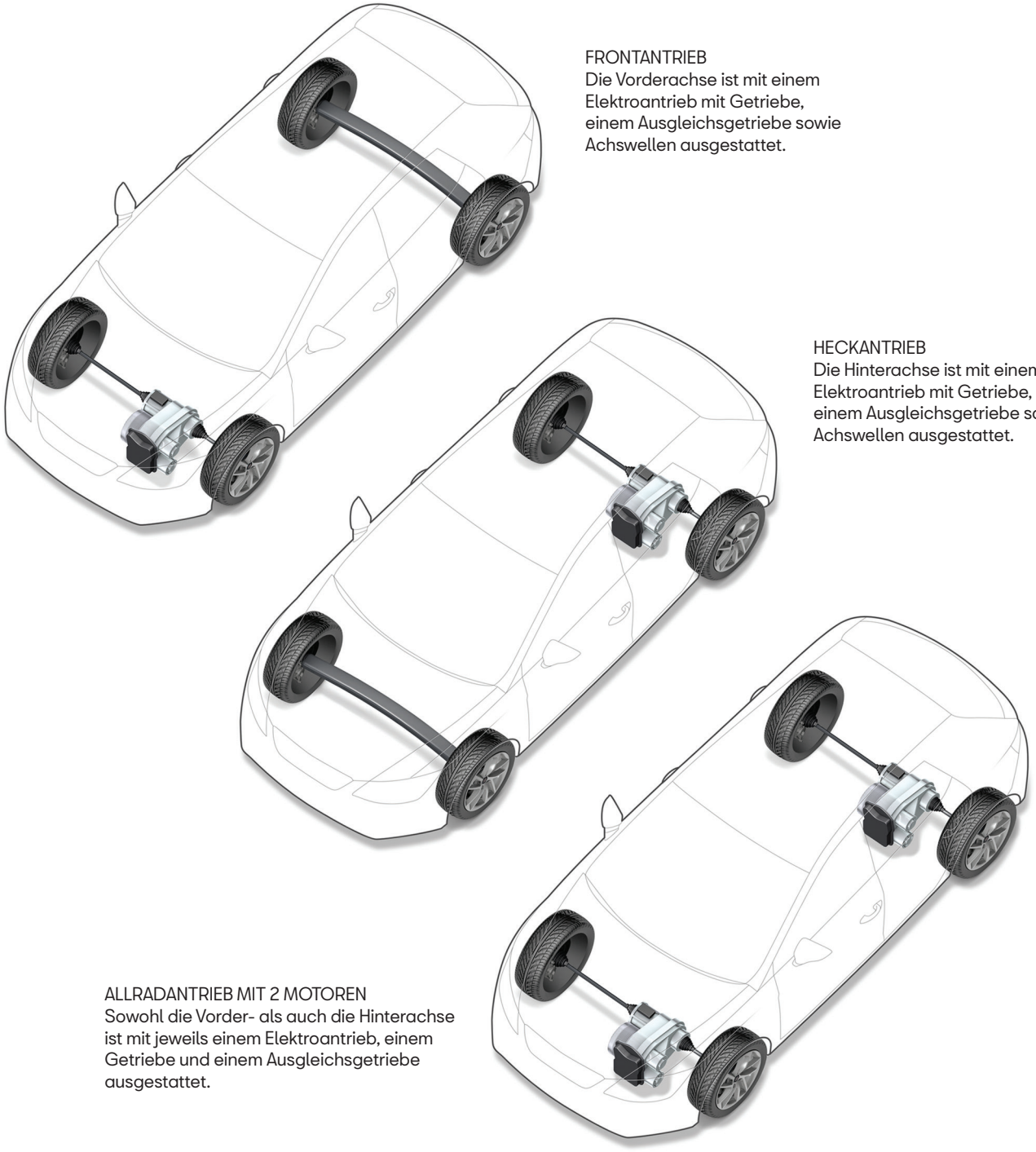


ALLRADANTRIEB
Jede Radnabe hat einen eigenen Elektroantrieb.

Zentrale Elektroantriebe bieten gegenüber den Elektroantrieben in den Radnaben den Vorteil der geringeren Konstruktionskomplexität. Als nachteilig erweist sich jedoch die Tatsache, dass das Fahrzeug ein Getriebe, ein Ausgleichsgetriebe sowie Antriebswellen benötigt.

Die nachstehende Abbildung zeigt die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten für das Antriebsaggregat in einem Elektroauto mit Batterie (BEV).

Zentraler Elektroantrieb



FRONTANTRIEB
Die Vorderachse ist mit einem Elektroantrieb mit Getriebe, einem Ausgleichsgetriebe sowie Achswellen ausgestattet.

HECKANTRIEB
Die Hinterachse ist mit einem Elektroantrieb mit Getriebe, einem Ausgleichsgetriebe sowie Achswellen ausgestattet.

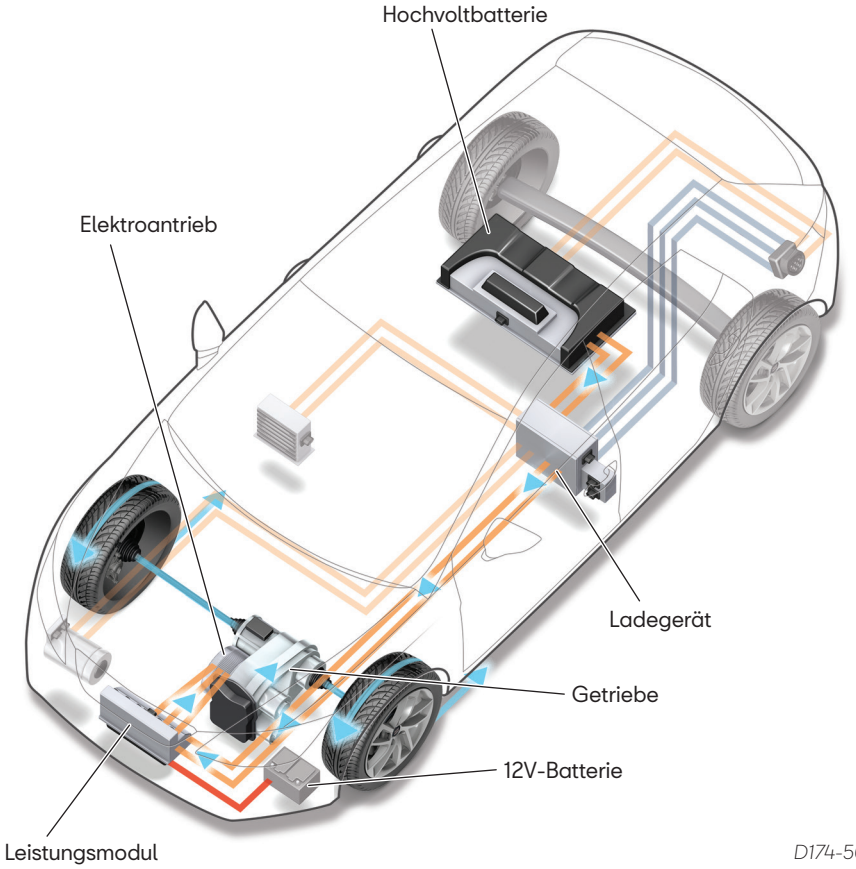
ALLRADANTRIEB MIT 2 MOTOREN
Sowohl die Vorder- als auch die Hinterachse ist mit jeweils einem Elektroantrieb, einem Getriebe und einem Ausgleichsgetriebe ausgestattet.

D174-49

ELEKTROAUTO MIT BATTERIE (BEV)

E-BETRIEB

Beim elektrischen Fahren liefert die Hochvoltbatterie den erforderlichen elektrischen Strom an das Ladegerät, das diesen wiederum an das Leistungsmodul weiterleitet, damit der Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt wird. Damit werden der Elektroantrieb, das Getriebe und die Räder betätigt.

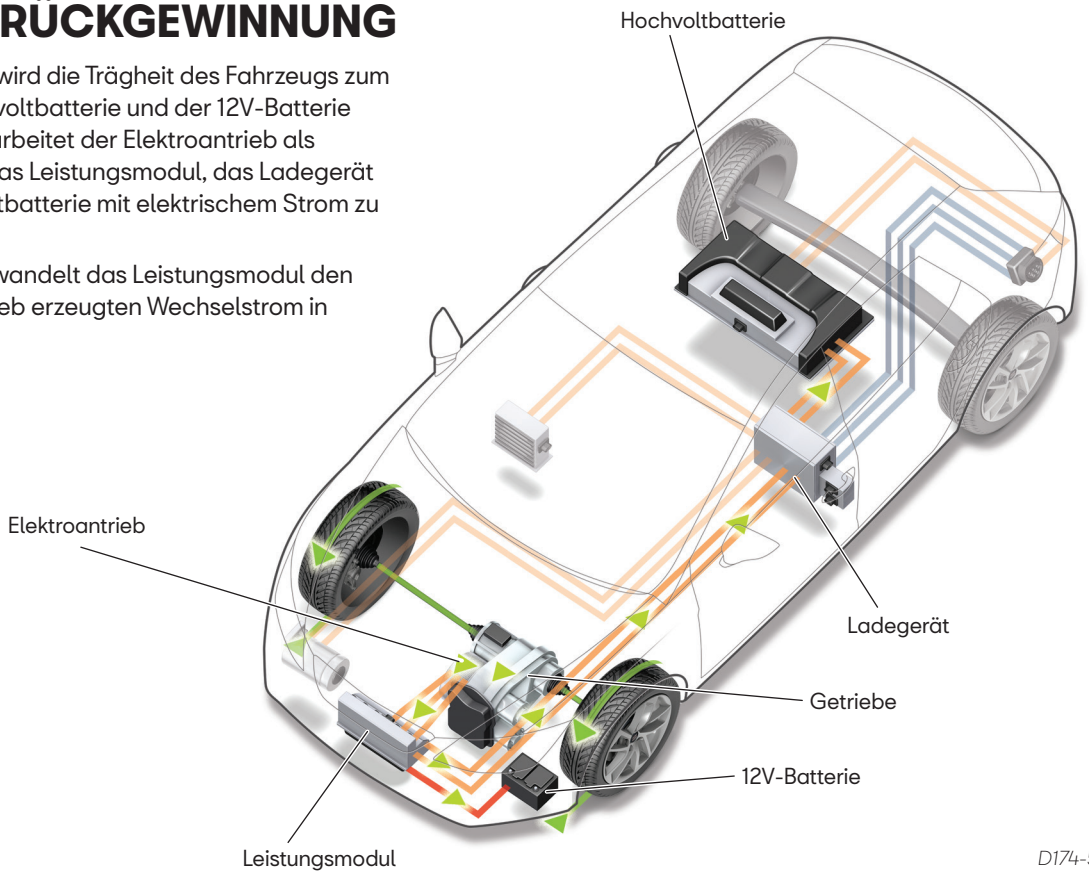


D174-50

ENERGIERÜCKGEWINNUNG

Beim Verzögern wird die Trägheit des Fahrzeugs zum Laden der Hochvoltbatterie und der 12V-Batterie genutzt. Hierzu arbeitet der Elektroantrieb als Generator, um das Leistungsmodul, das Ladegerät und die Hochvoltbatterie mit elektrischem Strom zu versorgen.

In dieser Phase wandelt das Leistungsmodul den vom Elektroantrieb erzeugten Wechselstrom in Gleichstrom um.

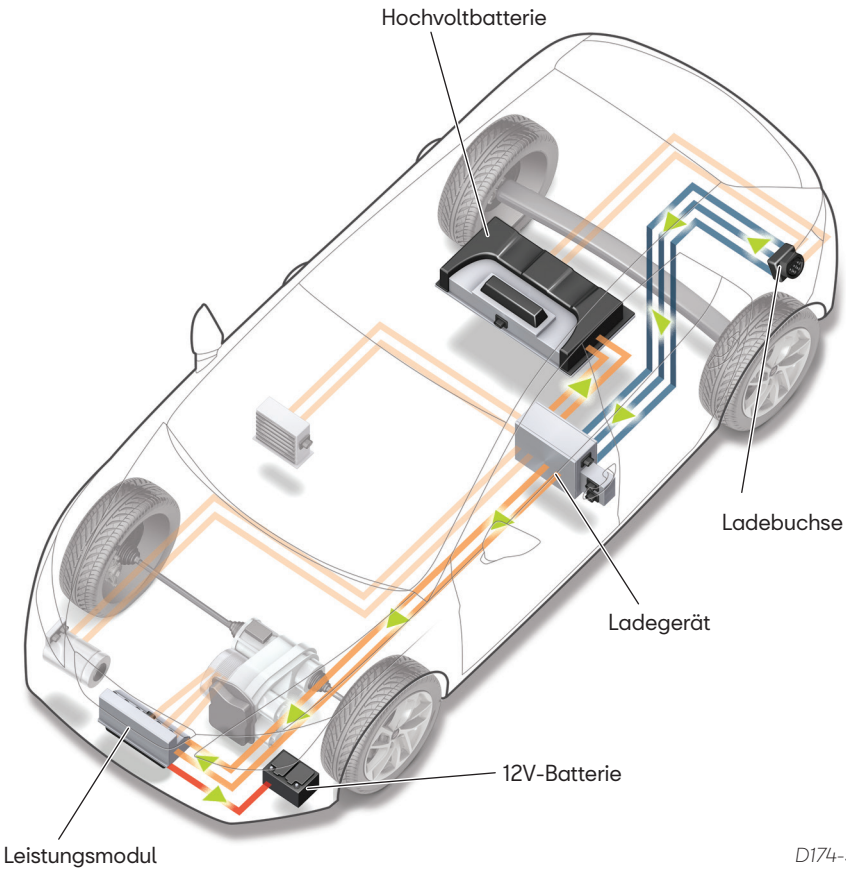


D174-51

LANGSAMES UND MÄSSIG SCHNELLES LADEN

Wenn eine mobile Ladestation oder eine Wallbox an die Ladebuchse angeschlossen wird, wird das Ladegerät gespeist, damit dieses wiederum die Hochvoltbatterie und das Leistungsmodul speist.

Das Leistungsmodul wird gespeist, damit die 12V-Batterie geladen werden kann.

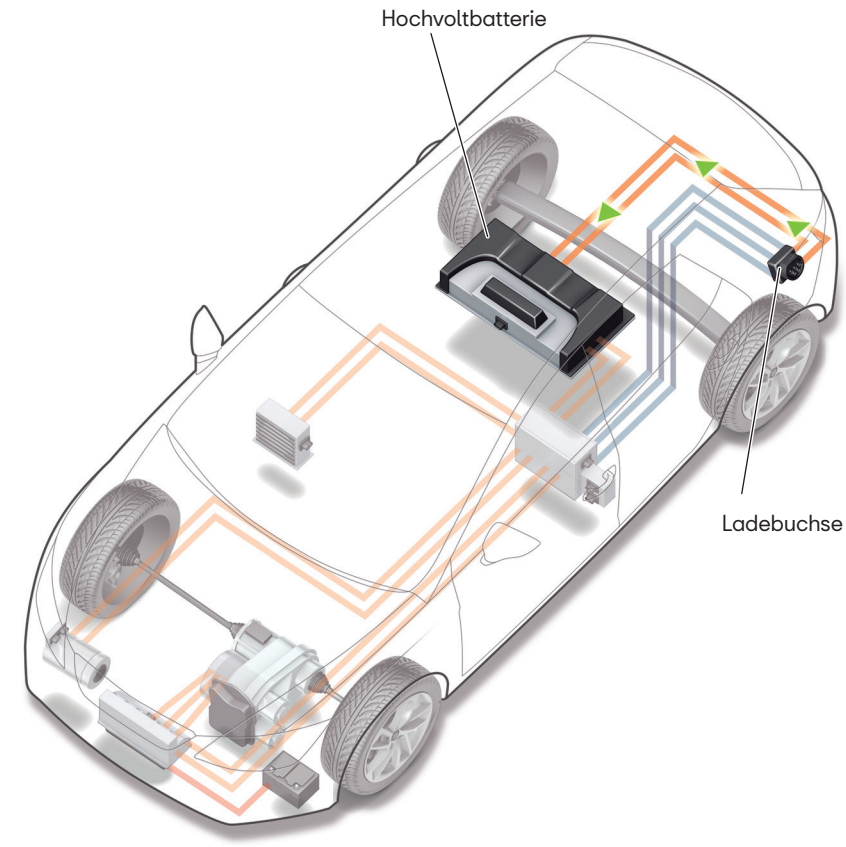


D174-52

SCHNELLES LADEN

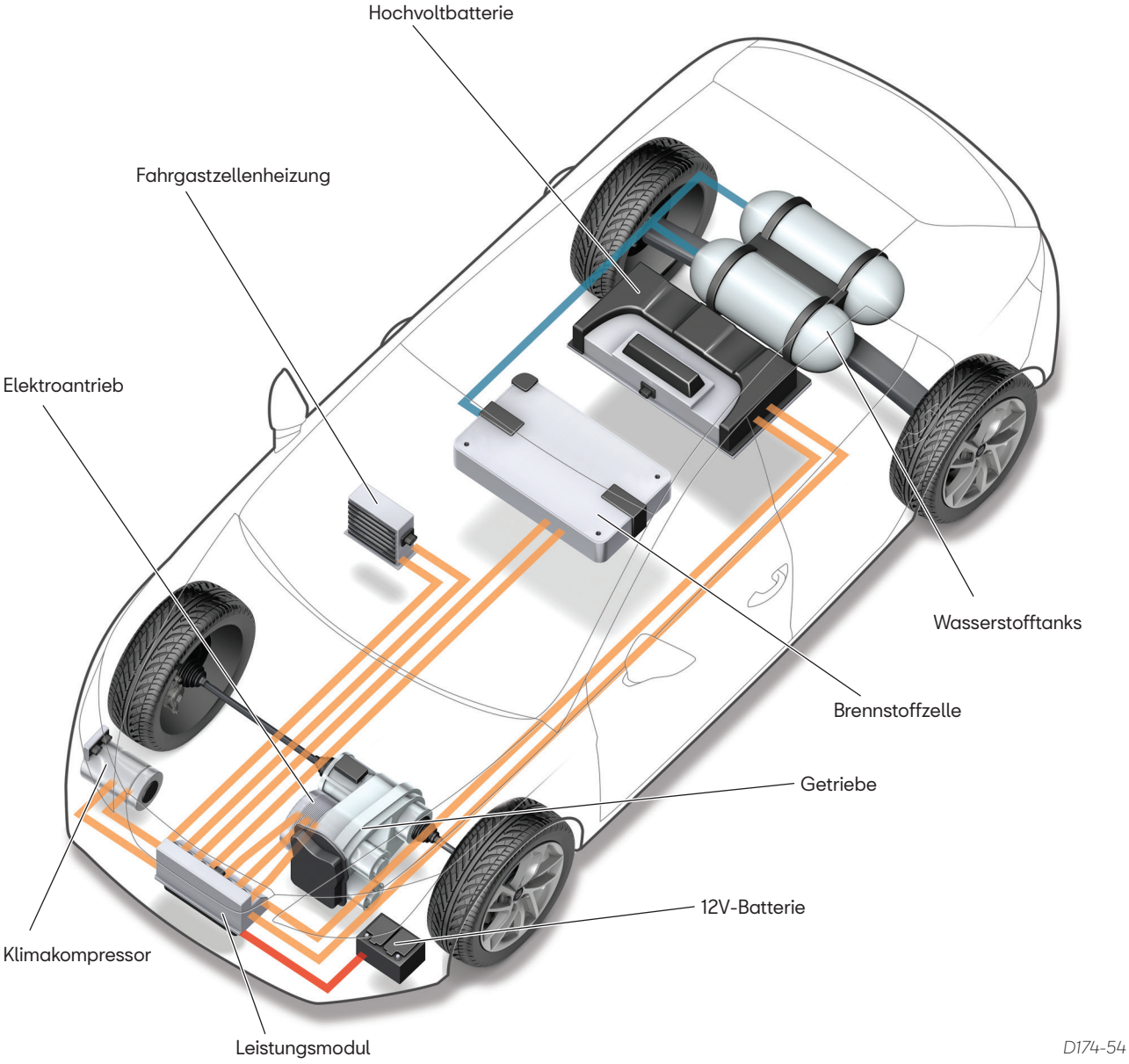
Wenn das Fahrzeug an eine Schnellladestation angeschlossen wird, wird die Hochvoltbatterie direkt mit Gleichstrom gespeist.

Dies ermöglicht das Aufladen der Hochvoltbatterie in schnellstmöglicher Zeit.



D174-53

ELEKTROAUTO MIT BRENNSTOFFZELLE (FCBEV)



D174-54

Elektroautos mit Brennstoffzelle (FCBEV) sind Elektrofahrzeuge, die **Wasserstoff** als Energiequelle nutzen.

Das Betanken mit Wasserstoff erfolgt an speziellen Tankstellen, wobei der Wasserstoff im Fahrzeug in speziellen Tanks gelagert wird.

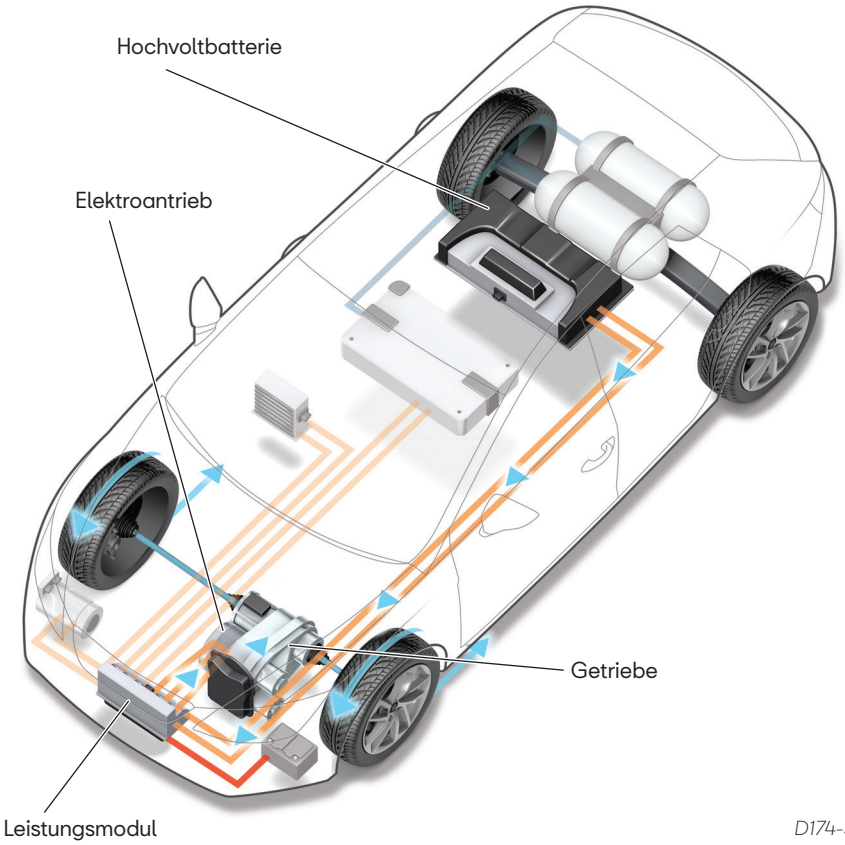
Elektrofahrzeuge mit Brennstoffzelle haben eine Hochvoltbatterie, verfügen jedoch weder über eine Ladebuchse noch ein Ladegerät, da die gesamte elektrische Energie aus der Brennstoffzelle gewonnen wird. Das heißt, sobald die Brennstoffzelle aktiviert wird, versorgt sie die Hochvoltbatterie, damit die Energie gespeichert und danach von den Komponenten im Hochvoltkreis genutzt werden kann.

Alle anderen Komponenten im Hochvoltkreis sind dieselben wie bei Elektroautos mit Batterie (BEV).

E-BETRIEB

Wenn die Hochvoltbatterie ausreichend geladen ist, versorgt sie den Elektroantrieb mit dem erforderlichen Strom.

Die Funktionsweise ist in dieser Phase identisch wie bei Elektroautos mit Batterie (BEV).



D174-55

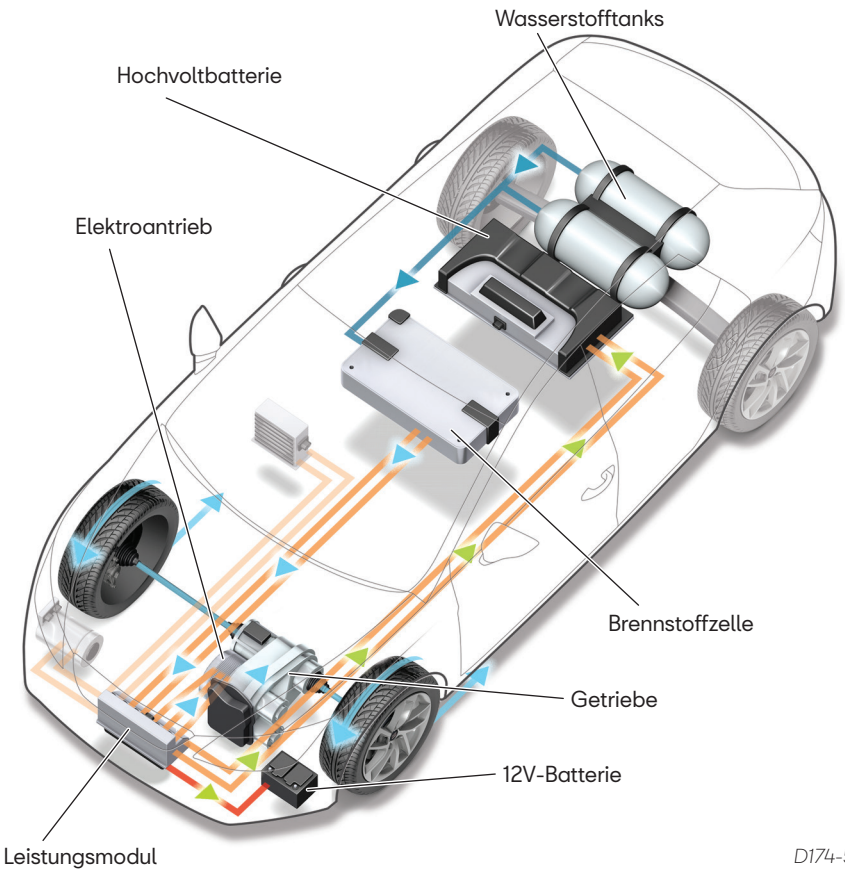
E-BETRIEB UND LADEN

Wenn die Hochvoltbatterie nur mehr wenig geladen ist und Leistung angefordert wird, aktiviert sich die Brennstoffzelle, um das Leistungsmodul zu versorgen.

In dieser Situation versorgt das Leistungsmodul den Elektroantrieb, die Hochvoltbatterie und die 12V-Batterie.

Zur Versorgung des Elektroantriebs wandelt das Leistungsmodul den Gleichstrom der Brennstoffzelle in Wechselstrom um.

Zur Versorgung der Batterien wandelt das Leistungsmodul den Gleichstrom der Brennstoffzelle für jede Batterie separat um.



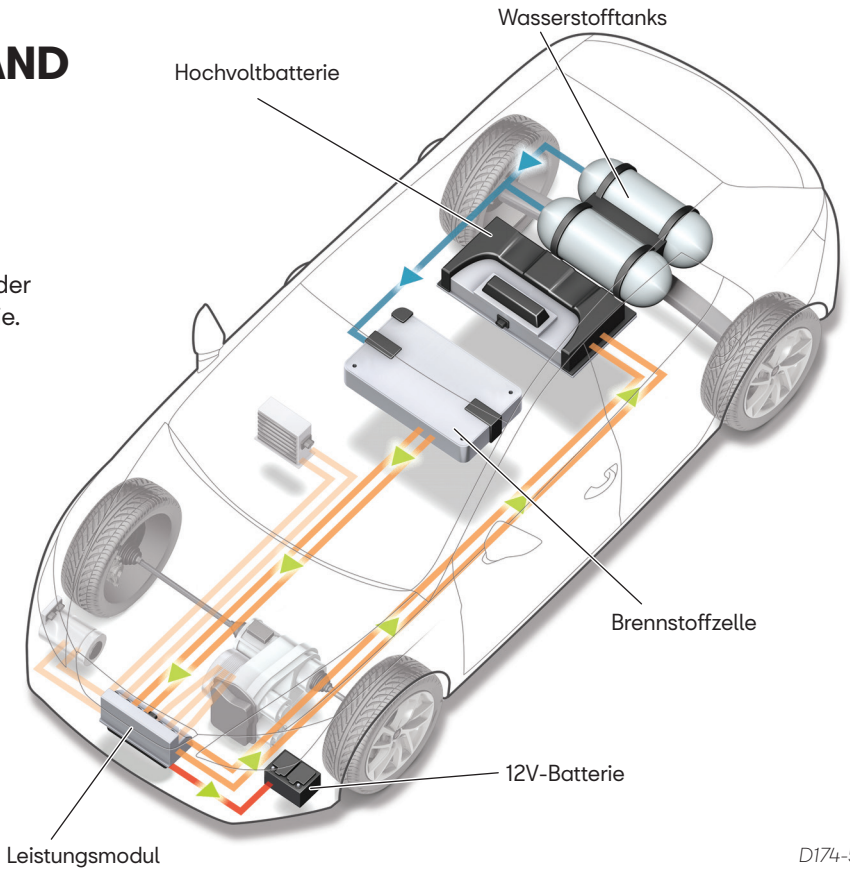
D174-56

ELEKTROAUTO MIT BRENNSTOFFZELLE (FCBEV)

LADEN BEI FAHRZEUGSTILLSTAND

Wenn das Fahrzeug steht, kann die Brennstoffzelle weiterlaufen, um die Hochvoltbatterie bei Bedarf weiter aufzuladen.

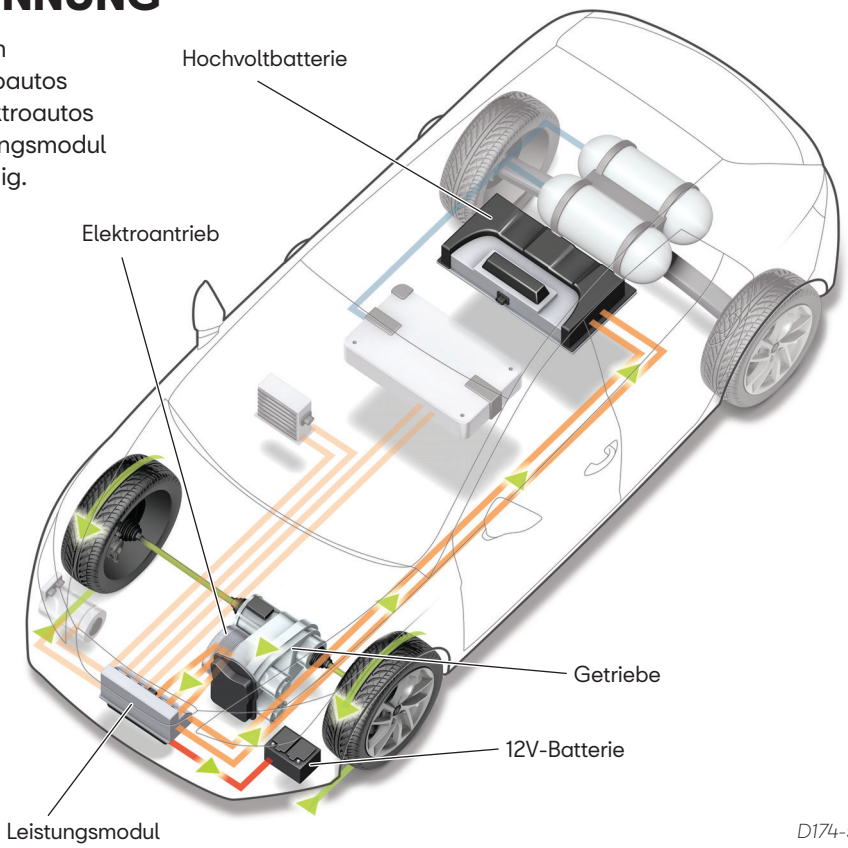
In dieser Phase adaptiert das Leistungsmodul den Gleichstrom aus der Brennstoffzelle für die jeweilige Batterie.



D174-57

ENERGIERÜCKGEWINNUNG

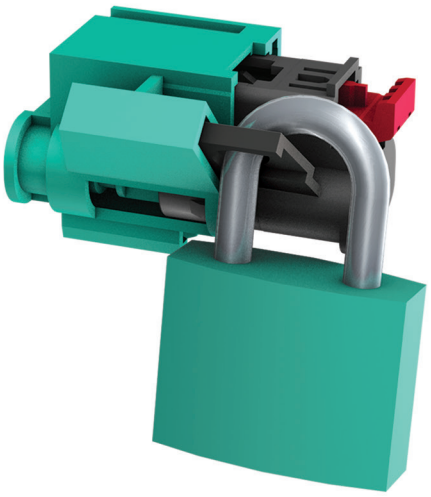
Die Energierückgewinnung findet beim Verzögern statt. Ebenso wie bei Elektroautos mit Batterie (BEV) ist auch bei den Elektroautos mit Brennstoffzelle (FCBEV) das Leistungsmodul für die Energierückgewinnung zuständig.

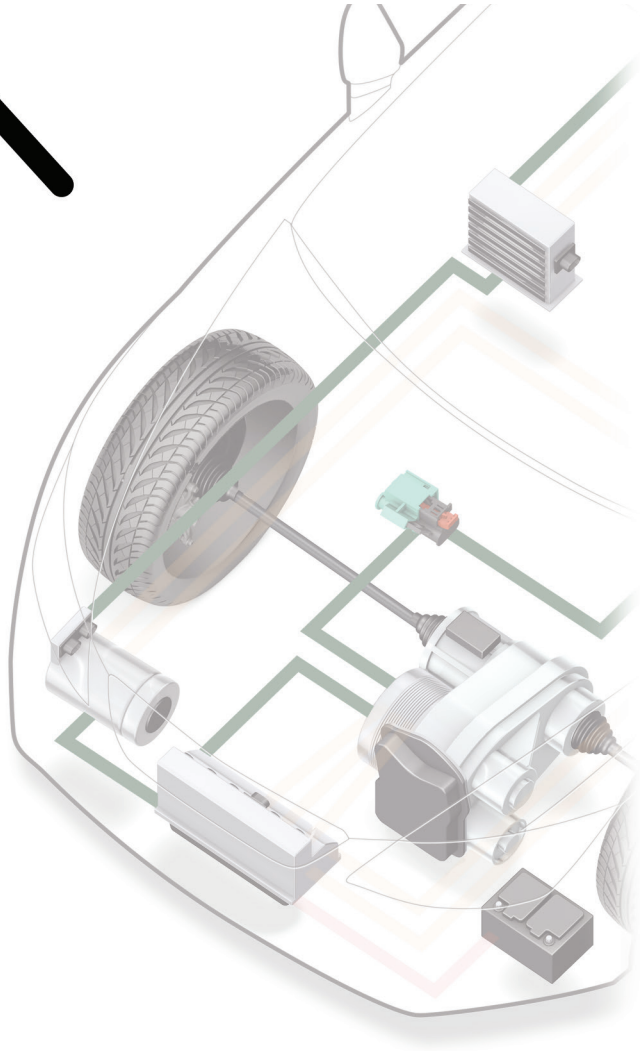


D174-58

SICHERHEIT IM HOCHVOLTKREIS







D174-59

Arbeiten im Hochvoltkreis bringen **elektrische Gefahren** mit sich, wobei unter einer elektrischen Gefahr jegliche Situation zu verstehen ist, die zu einem Unfall führen kann, der durch elektrischen Strom verursacht wird.

Wenn man mit Hochspannung in Berührung kommt, schließt der menschliche Körper den Stromkreis. Dies kann Kribbeln, Schmerzen oder sogar den Tod herbeiführen.

Zur technischen Vorbereitung und Minimierung der elektrischen Gefahren wurden 3 Qualifikationsstufen für das Fachpersonal festgelegt und es wurde eine Reihe von Sicherheitsmaßnahmen für Arbeiten im Hochvoltkreis implementiert.

Die verschiedenen **Qualifikationsstufen** werden durch ein spezifisches Schulungsprogramm erreicht:

- Elektrotechnisch unterwiesene Person - SEAT EiP
- Hochspannungstechniker - SEAT HVT
- Hochspannungsexperte - SEAT HVE

Elektrotechnisch unterwiesene Personen (EiP) sind zur Durchführung von Mechanik- und Elektroarbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen befugt, die von einem Hochspannungstechniker (HVT) zugewiesen werden.

Hochspannungstechniker (HVT) sind befugt, Arbeiten jeglicher Art an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen auszuführen, mit Ausnahme der Hochvoltbatterie.

Hochspannungsexperten (HVE) sind befugt, Arbeiten jeglicher Art an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen auszuführen, einschließlich der Hochvoltbatterie.

Die implementierten **Sicherheitsmaßnahmen** für Arbeiten im Hochvoltkreis werden auf den nachfolgenden Seiten erläutert und sind in folgende Hauptgruppen unterteilt:

- Sicherheitstechnische Vorrichtungen
- Sicherheitstechnische Funktionen
- Sicherheitsvorkehrungen
- Sicherheitsaufkleber

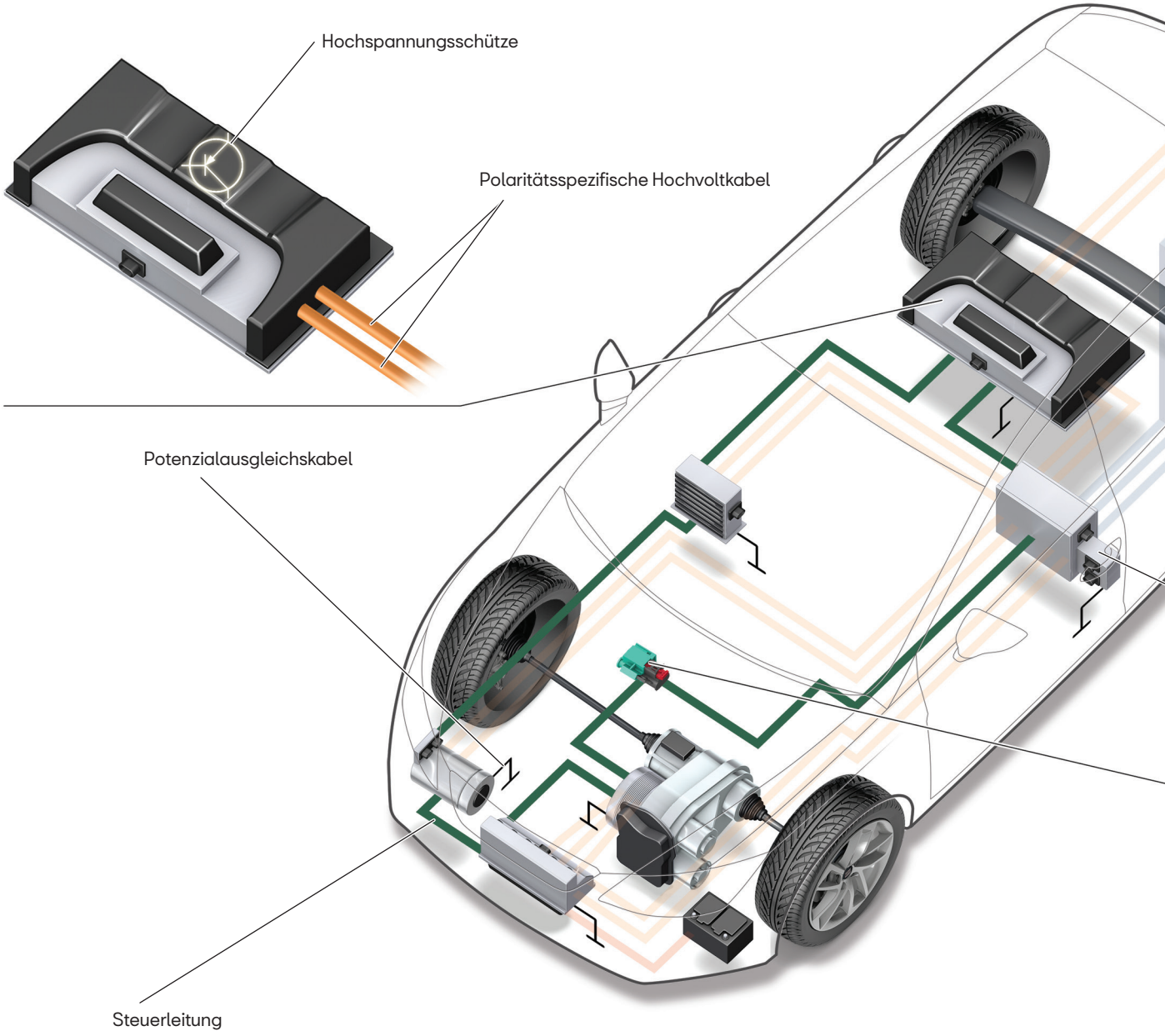
SICHERHEIT IM HOCHVOLTKREIS

SICHERHEITSTECHNISCHE VORRICHTUNGEN

Fahrzeuge mit Hochvoltkreis verfügen über eine Reihe spezifischer Vorrichtungen zur Minimierung der elektrischen Gefahren :

- Trennung zwischen Bordnetz und Hochvoltkreis
- Steuerleitung
- Wartungsschalter
- Hochspannungsschütze
- Potenzialausgleichskabel
- Schutzrelais im Ladekreis

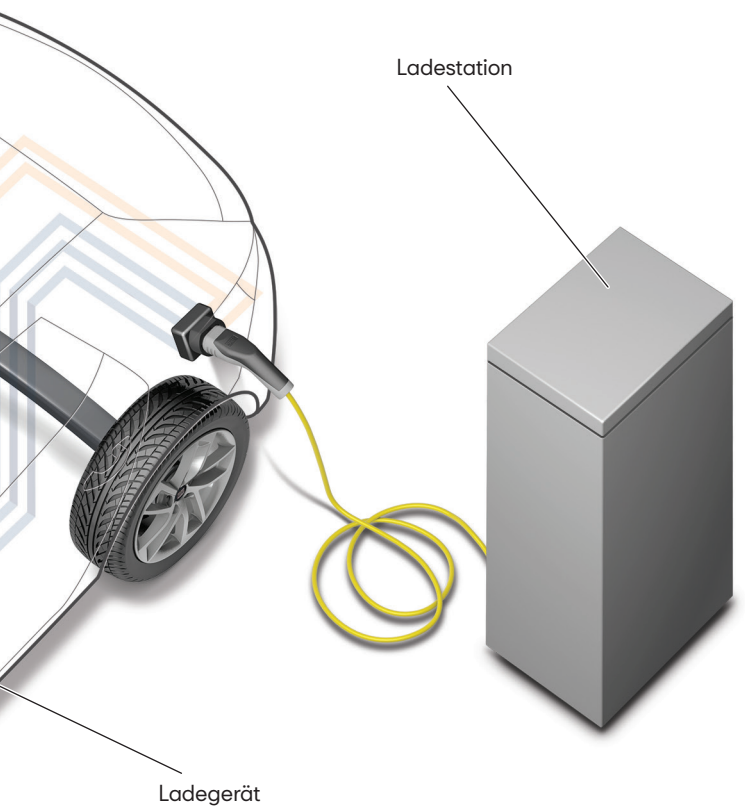
Die **Trennung zwischen Bordnetz und Hochvoltkreis** dient zur Vermeidung von Kurzschlüssen zwischen Hochvoltkreis und Fahrzeugmasse. Auf diese Weise werden etwaige Beschädigungen von Bordnetzkomponenten für den Fall eines Kurzschlusses im Hochvoltkreis vermieden. Zur Umsetzung der Trennung zwischen Bordnetz und Hochvoltkreis ist jede einzelne Komponente im Hochvoltkreis über polaritätsspezifische Kabel sowohl mit Plus als auch mit Minus verbunden.

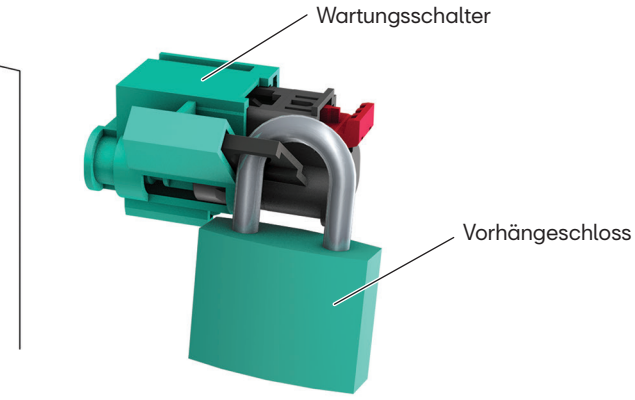


Die **Steuerleitung** dient zur Sicherstellung, dass alle Komponenten im Hochvoltkreis richtig angeschlossen sind und keine Falschkontakte vorliegen, die einen Kurzschluss verursachen könnten.

Die Steuerleitung ist so verlegt, dass alle Komponenten im Hochvoltkreis über ein Niederspannungskabel seriell miteinander verbunden sind. Die Steckverbinder im Hochvoltkreis sind mit einer Steuerleitung versehen.

Wird in der Steuerleitung eine Störung festgestellt, wird die Hochvoltbatterie abgeklemmt und der Hochvoltkreis spannungsfrei geschaltet.





D174-60

Der **Wartungsschalter** dient zur Trennung der Hochvoltbatterie vom übrigen Hochvoltkreis. Auf diese Weise können Arbeiten an allen übrigen Komponenten im Hochvoltkreis gefahrenfrei ausgeführt werden.

Durch Ziehen des Wartungsschalters wird die Steuerleitung unterbrochen, sodass der gesamte Hochvoltkreis in wenigen Sekunden spannungsfrei ist.

Der Wartungsschalter ist mit einem Ring versehen, an dem ein Vorhängeschloss befestigt werden kann, um eine versehentliche Wiederherstellung der Hochspannungsversorgung zu vermeiden.

Die Handhabung des Wartungsschalters ist ausschließlich befugten Fachkräften mit der entsprechenden Qualifizierung vorbehalten.

Mithilfe der **Hochspannungsschütze**, auch Hochvoltkreis-Schutzrelais genannt, kann die Hochvoltbatterie mit dem übrigen Hochvoltkreis verbunden bzw. von diesem getrennt werden.

Im Ruhezustand sind die Hochspannungsschütze geöffnet. Das heißt im Ruhezustand ist der Hochvoltkreis spannungsfrei.

Bei Einschalten der Zündung schließen sich die Hochspannungsschütze und verbinden die Batterie mit dem Hochvoltkreis zur Speisung der Komponenten.

Die **Potenzialausgleichskabel** dienen zur Vermeidung von Kurzschlüssen im Fall eines Versagens der Isolierung der Komponenten, die in den Hochvoltkreis eingebunden sind. Hierzu wird ein Kabel installiert, das mit der Fahrzeugkarosserie verbunden ist, und der Hochvoltkreis wird für jede in diesen eingebundene Komponente mit einer Sicherung ausgestattet.

Im Fall eines Isolierungsdefekts am Gehäuse einer der Komponenten, die in den Hochvoltkreis eingebunden sind, fließt der Strom durch die Potenzialausgleichskabel und es wird ein Kurzschluss ausgelöst. Gleichzeitig löst die Sicherung im Hochvoltkreis aus und das Fahrzeug wird so hochspannungsfrei geschaltet.

Die **Schutzrelais im Ladekreis** werden im Ladegerät und in der Ladestation installiert und dienen zum Schutz der Komponenten während des Ladevorgangs der Hochvoltbatterie.

Wird während des Ladens der Hochvoltbatterie eine Störung erkannt, öffnen sich die Relais und der Ladevorgang wird unterbrochen.

SICHERHEIT IM HOCHVOLTKREIS

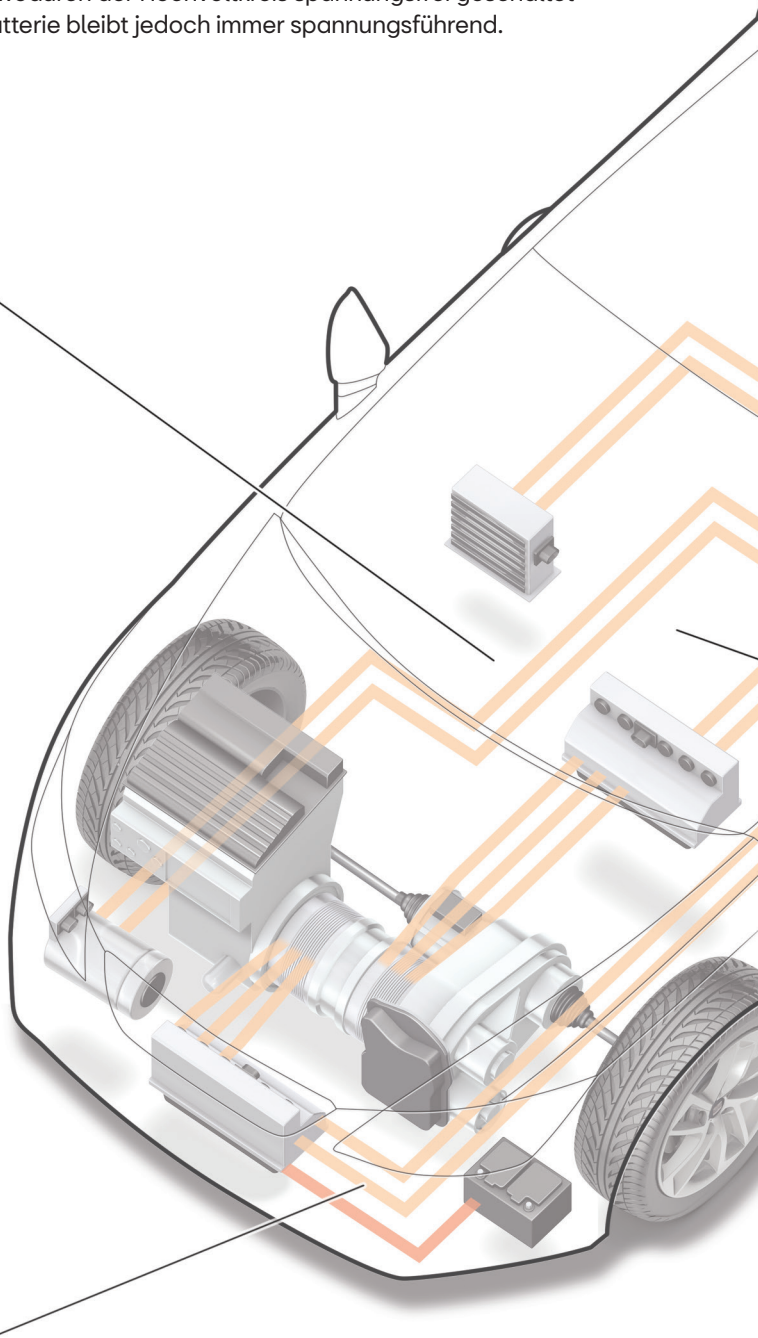
SICHERHEITSTECHNISCHE FUNKTIONEN

Die sicherheitstechnischen Funktionen werden von den verschiedenen Komponenten im Hochvoltkreis übernommen und auf den nachfolgenden Seiten erläutert.



TRENNUNG DER HOCHSPANNUNG BEI AUSGESCHALTETER ZÜNDUNG

Mit dieser Funktion wird vermieden, dass der Hochvoltkreis weiter spannungsführend bleibt, nachdem die Zündung ausgeschaltet wurde. Hierfür öffnen sich die Hochspannungsschütze, sobald die Zündung ausgeschaltet wird, wodurch der Hochvoltkreis spannungsfrei geschaltet wird. Die Hochvoltbatterie bleibt jedoch immer spannungsführend.

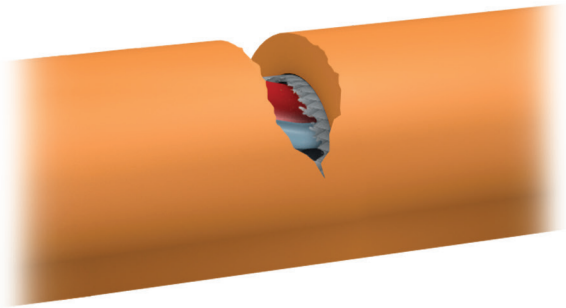


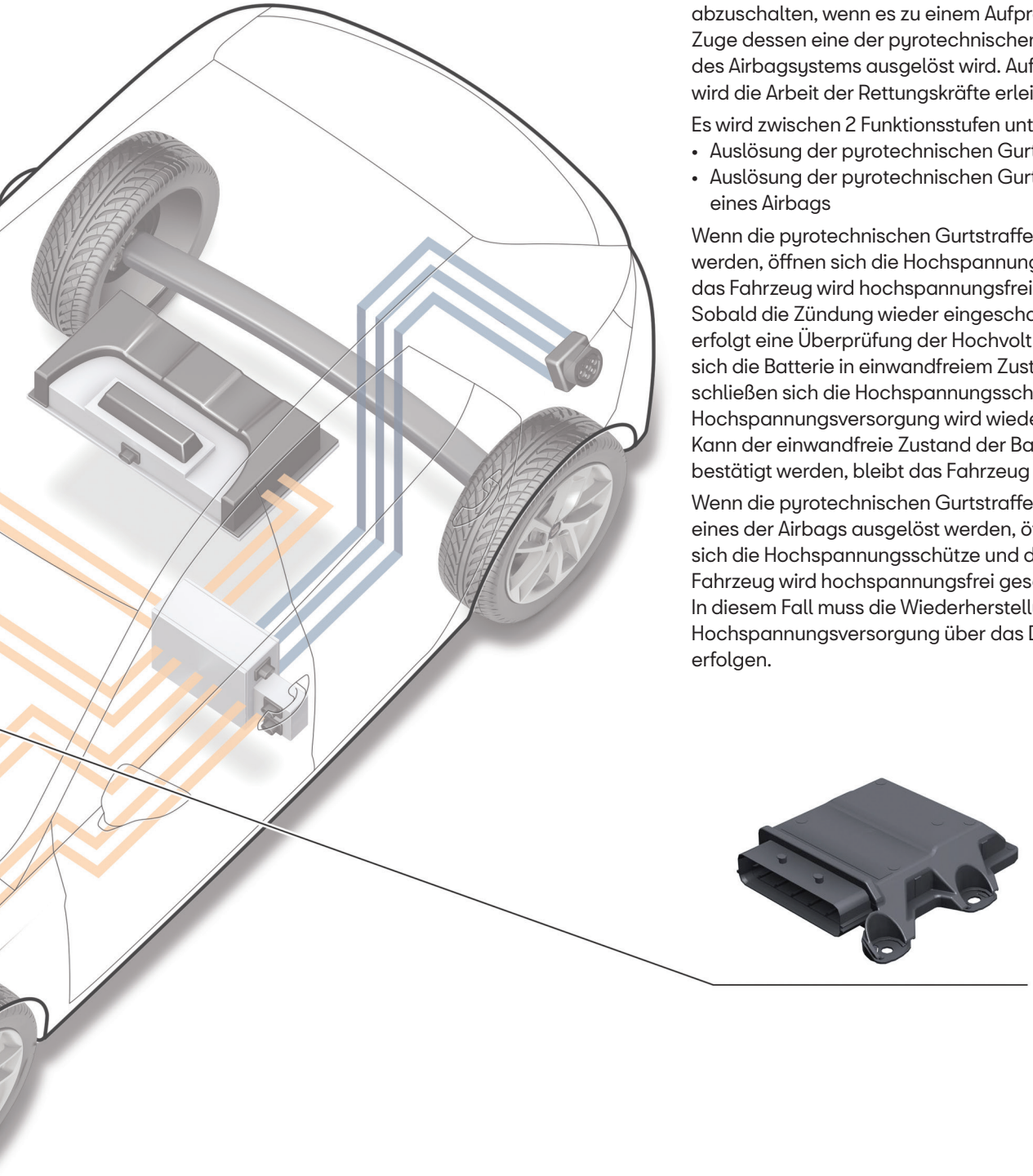
ÜBERWACHUNG DER ISOLIERUNG DER HOCHVOLTKABEL

Die Überwachung der Isolierung der Hochvoltkabel dient zur Überprüfung des ordnungsgemäßen Zustands der Hochvoltkabel.

Diese Funktion basiert auf der Überprüfung des Kabelwiderstands. Hierzu wird ein Hochspannungsimpuls mit sehr geringer Intensität abgegeben und mit einem vorgegebenen Wert verglichen.

Ist der Widerstandswert nicht korrekt, wird auf der Instrumententafel eine Reihe von Warnmeldungen angezeigt, je nachdem, wie stark der gemessene Wert vom theoretischen Wert abweicht. Bei einer beträchtlichen Abweichung des gemessenen Werts von der Vorgabe wird das Fahrzeug stillgelegt.





KOLLISIONSSCHUTZ

Der Kollisionsschutz dient dazu, den Hochvoltkreis abzuschalten, wenn es zu einem Aufprall kommt, im Zuge dessen eine der pyrotechnischen Komponenten des Airbagsystems ausgelöst wird. Auf diese Weise wird die Arbeit der Rettungskräfte erleichtert.

Es wird zwischen 2 Funktionsstufen unterschieden:

- Auslösung der pyrotechnischen Gurtstraffer
- Auslösung der pyrotechnischen Gurtstraffer und eines Airbags

Wenn die pyrotechnischen Gurtstraffer ausgelöst werden, öffnen sich die Hochspannungsschütze und das Fahrzeug wird hochspannungsfrei geschaltet. Sobald die Zündung wieder eingeschaltet wird, erfolgt eine Überprüfung der Hochvoltbatterie. Wenn sich die Batterie in einwandfreiem Zustand befindet, schließen sich die Hochspannungsschütze und die Hochspannungsversorgung wird wiederhergestellt. Kann der einwandfreie Zustand der Batterie nicht bestätigt werden, bleibt das Fahrzeug stillgelegt.

Wenn die pyrotechnischen Gurtstraffer und eines der Airbags ausgelöst werden, öffnen sich die Hochspannungsschütze und das Fahrzeug wird hochspannungsfrei geschaltet. In diesem Fall muss die Wiederherstellung der Hochspannungsversorgung über das Diagnosegerät erfolgen.

D174-61

SICHERHEIT IM HOCHVOLTKREIS

SICHERHEITSVORKEHRUNGEN

Der Hochvoltkreis birgt bestimmte Gefahren für die Ausführung von Wartungs- und Reparaturarbeiten. Deshalb war die Festlegung einer Reihe von Sicherheitsvorkehrung erforderlich, um das Fahrzeug entsprechend vorzubereiten, bevor Arbeiten am Hochvoltkreis vorgenommen werden. So kann ein Sicherheitsniveau gewährleistet werden, dass gestattet, dass praktisch alle Arbeiten im Servicebetrieb ausgeführt werden können.

Die Umsetzung der Sicherheitsvorkehrungen erfolgt durch strikte Befolgung der Anweisungen aus dem Reparaturhandbuch und der Anwendung ODIS und dürfen ausschließlich durch Personen mit folgender Qualifikation ausgeführt werden:

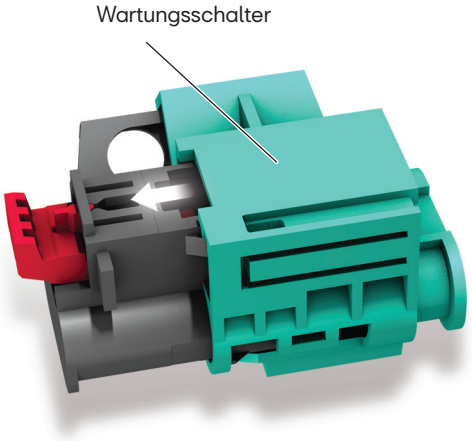
- Hochspannungstechniker - SEAT HVT
- Hochspannungsexperte - SEAT HVE

Es gibt insgesamt 5 Sicherheitsvorkehrungen:

- Spannungsfreien Zustand herstellen.
- System gegen Wiedereinschalten schützen.
- Spannungsfreiheit prüfen.
- Masseschluss und Kurzschluss herstellen.
- Spannungsführende Komponenten abdecken oder verriegeln.

1) SPANNUNGSFREIEN ZUSTAND HERSTELLEN

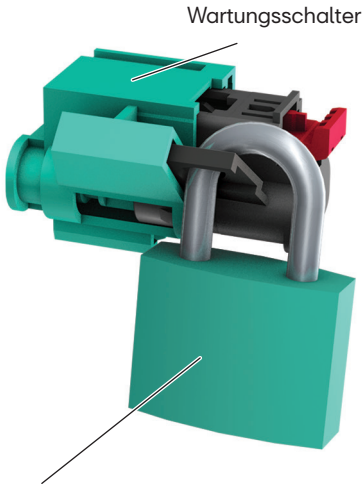
Um den Hochvoltkreis spannungsfrei zu schalten, muss der **Wartungsschalter** gezogen werden. Durch diese Maßnahme wird die Steuerleitung unterbrochen und die Hochspannungsschütze öffnen sich.



D174-62

2) SYSTEM GEGEN WIEDEREINSCHALTEN SCHÜTZEN

Um zu verhindern, dass der Wartungsschalter versehentlich wieder hineingedrückt wird, wird am Ring des Wartungsschalters das **Vorhängeschloss T40262/1** befestigt.



D174-63

Hinweis: Die Qualifikationsanforderungen für Personen, die Arbeiten am Hochstromkreis ausführen, sind landesabhängig unterschiedlich. Ausführlichere Informationen erhalten Sie von Ihrem Importeur.

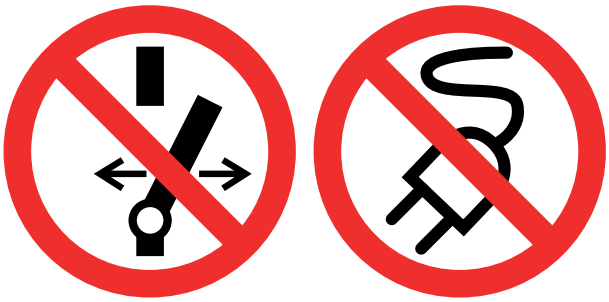
3) SPANNUNGSFREIHEIT PRÜFEN

Nach dem Anbringen des Vorhängeschlosses muss sichergestellt werden, dass der Hochvoltkreis tatsächlich spannungsfrei ist. Dies kann auf 2 unterschiedliche Arten mithilfe des Diagnosegeräts erfolgen:

- Per ODIS: mit einer speziellen angeleiteten Funktion
- Mit dem Messmodul: unter Nutzung der speziellen Adapterkabel

Nachdem die Hochspannungsfreiheit verifiziert wurde, muss das Fahrzeug folgendermaßen **beschildert** werden:

- Info-Schild VAS 6650 A „Hochvoltsystem nicht einschalten.“
- Info-Schild VAS 6871 „Laden verboten.“



Info-Schild VAS 6650 A „Hochvoltsystem nicht einschalten.“

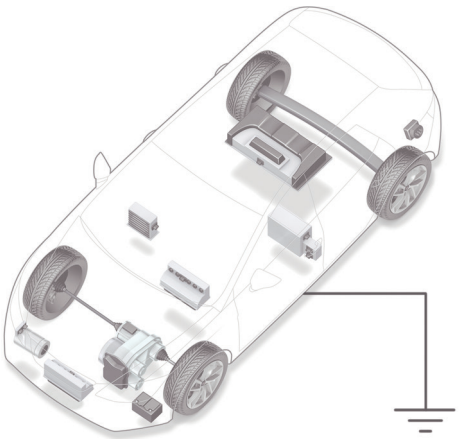
Info-Schild VAS 6871 „Laden verboten.“

D174-64

4) MASSESCHLUSS UND KURZSCHLUSS HERSTELLEN

Zur Gewährleistung einer optimalen Schutztrennung im Fahrzeug werden im Hochvoltkreis ein Masseschluss sowie ein Kurzschluss hergestellt.

Obwohl dies bereits vorgesehen ist, findet dieser Abschnitt momentan keine Anwendung bei der aktuellen Technik der Fahrzeuge mit Hochvoltkreis, da diese mit Gleichstrom arbeiten.

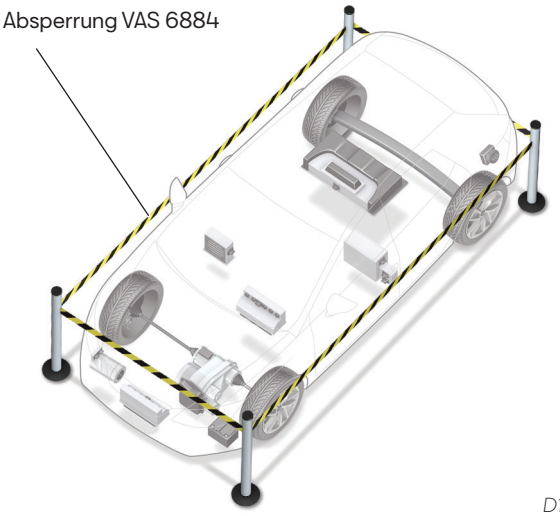


D174-65

5) SPANNUNGSFÜHRENDE KOMPONENTEN ABDECKEN ODER VERRIEGELN

Dieser Abschnitt findet nur in jenen Fällen Anwendung, in denen die Spannungsfreiheit nicht sichergestellt werden konnte.

Um in jenen Fällen, in denen die Spannungsfreiheit nicht hergestellt werden konnte, Fremdeinwirkungen zu vermeiden, muss das Fahrzeug getrennt abgestellt und mit der **Absperrung VAS 6884** versehen werden. Darüber hinaus muss es gemäß den geltenden gesetzlichen Vorschriften gekennzeichnet werden.



D174-66

SICHERHEIT IM HOCHVOLTKREIS

WARNAUFKLEBER

Warnaufkleber werden an allen Stellen in Hybridfahrzeugen oder Elektroautos angebracht, an denen eine elektrische Gefahr durch Hochspannung besteht.

Je nach Kennzeichnungsobjekt sind die Aufkleber mit unterschiedlichen Warnhinweisen versehen. Die nachstehende Abbildung zeigt einige Beispiele für Warnaufkleber und die zugehörigen Warnhinweise.

Aufkleber im Motorraum



Aufkleber auf Komponenten im Hochvoltkreis



Aufkleber auf der Hochvoltbatterie



D174-67

