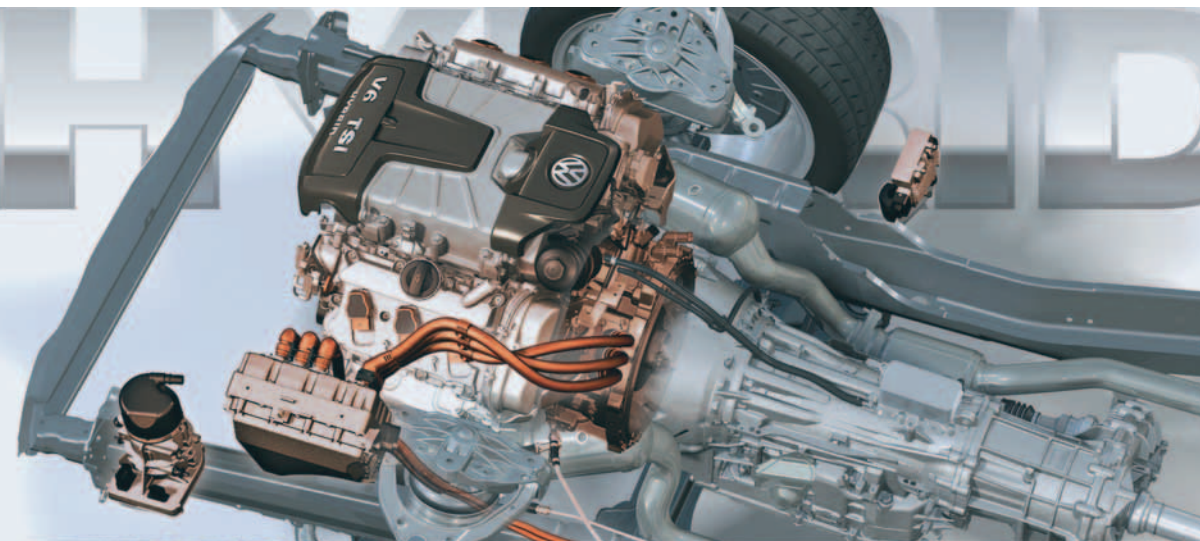




Selbststudienprogramm 450

**Der Touareg Hybrid**  
Konstruktion und Funktion

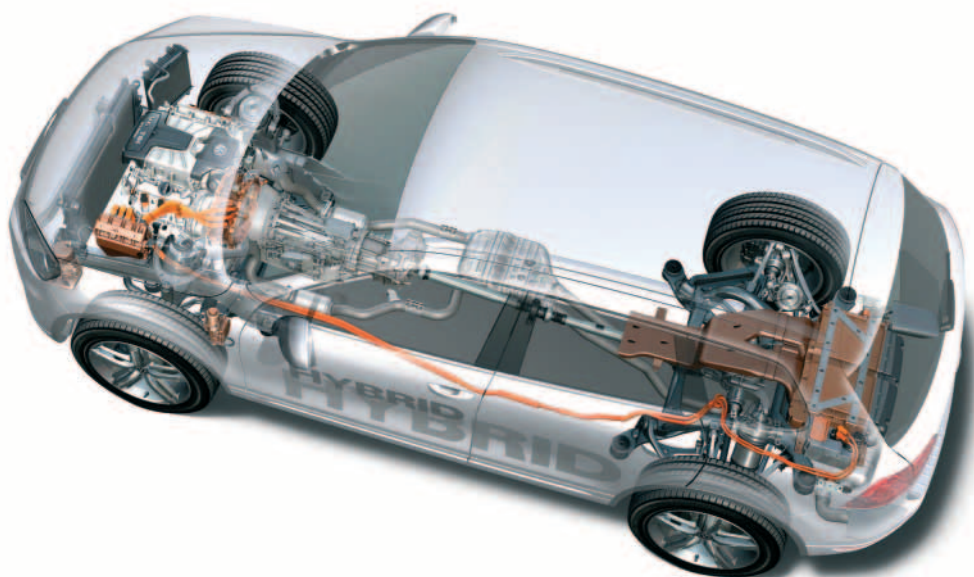


Mit dem Touareg 2011 steht zum ersten Mal bei Volkswagen ein elektrischer Hybridantrieb, das bedeutet eine Kombination aus Verbrennungsmotor und Elektromaschine, zum Serieneinsatz zur Verfügung.

Der Touareg Hybrid ist ein konventionelles Fahrzeugkonzept, das „hybridisiert“ wurde. Der Aufbau des Hybridsystems gliedert sich in die bestehende und bewährte Technik ein. Bei der Entwicklung des Fahrzeugs wurde ein Schwerpunkt auf die Sicherheit der Mitarbeiter im Umgang mit der Hochvolttechnik gelegt.

Zahlreiche Abschaltfunktionen und Reserveeinrichtungen im Hybridsystem verhindern ungewollte Gefahren für den Mitarbeiter in der Werkstatt.

Die Mischung aus neuen Hochvoltkomponenten und bewährter Technologie von Volkswagen macht den Touareg Hybrid zu einem Wegbereiter in eine zunehmend elektrifizierte Zukunft.



s450\_148



#### **Dringender Warnhinweis**

Bitte beachten Sie, dass Arbeiten am Hybridfahrzeug, die in der Nähe von oder an Hochvoltkomponenten durchgeführt werden, nur von qualifizierten und somit autorisierten Volkswagen Hochvolttechnikern ausgeführt werden dürfen.

Eine unsachgemäße Handhabung der Hochvolttechnik kann zu lebensgefährdenden Situationen durch einen elektrischen Schlag führen.





**Das Selbststudienprogramm stellt die Konstruktion und Funktion von Neuentwicklungen dar!  
Die Inhalte werden nicht aktualisiert.**

Aktuelle Prüf-, Einstell- und Reparaturanweisungen entnehmen Sie bitte der dafür vorgesehenen Service-Literatur.



**Achtung  
Hinweis**



<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>	
<b>Grundlagen der Hybridtechnik</b> .....	<b>6</b>	
Was bedeutet Hybridtechnik? .....	6	
Die Argumente für die Hybridtechnik .....	13	
Das Hybridkonzept von Volkswagen .....	14	
<b>Mechanischer Aufbau</b> .....	<b>17</b>	
Der Antriebsstrang im Überblick .....	17	
<b>Elektrische Bauteile</b> .....	<b>21</b>	
Die E-Maschine .....	21	
Die Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb .....	24	
Die Hochvoltbatterie .....	26	
Die Hochvolt-Leitungen .....	35	
Das Sicherheitskonzept .....	38	
Die Sensorik der E-Maschine .....	42	
Die elektrischen Komponenten in der Hybridtechnik .....	44	
<b>Systemmanagement</b> .....	<b>51</b>	
Die Datenbus-Kommunikation .....	51	
Das Systemschema .....	52	
Das innovative Thermomanagement .....	54	
Die Anzeige- und Bedienelemente für das Fahren im Hybridbetrieb .....	57	
Der Hochvolt-Funktionsplan .....	68	
<b>Service</b> .....	<b>70</b>	
Besondere Hinweise .....	70	
Spezialwerkzeuge .....	73	
<b>Prüfen Sie Ihr Wissen</b> .....	<b>77</b>	

# Einleitung



Im Zuge der CO<sub>2</sub>-Diskussion und der knapper werdenden fossilen Energieträger kommt dem Hybridantrieb bei Fahrzeugen der SUV-Klasse hinsichtlich der Akzeptanz eine hohe Bedeutung zu.

Die Ihnen vorliegende Information zur Hybridtechnik beschäftigt sich mit der Hybridisierung des Touareg Triebstranges, indem eine Beschreibung des Parallelhybrid-Antriebs von der Definition der Anforderungen über die Konzeptfindung bis zur Darstellung der Hybridkomponenten vorgestellt wird.

Wesentliches Kriterium bei der Wahl des parallelen Hybridkonzeptes war die Beibehaltung der Fahrleistungen des konventionellen Antriebsstranges in Kombination mit den weitgehend verfügbaren Technikkomponenten aus der Serienproduktion.

Die bewährten Eigenschaften des Serien-Touaregs werden beibehalten.

Dazu zählen

- die Steigfähigkeit,
- die Geländetauglichkeit,
- die Anhängelast,
- der leistungsstarke Antrieb,
- der Komfort für die Insassen.

s450\_211





Der Parallelhybrid ist die Kombination eines Verbrennungsmotors mit einer Elektromaschine.  
In der Technik wird diese Kombination „Elektrischer Hybridantrieb“ genannt.  
Folgende Zielsetzungen werden von Volkswagen für das Hybridsystem im Touareg festgelegt.

### Die Werte des Touareg Hybrid

- Integration der Hybridkomponenten ohne Rohbauänderung
  - weitgehende Nutzung von Serienkomponenten
  - weiterführende Verwendbarkeit neuer Bauteile innerhalb der Touareg-Plattform
  - Minimierung der hybridspezifischen Produktkosten
  - Wartungsfreiheit der Hybridkomponenten
  - volle Hybridfunktionalität, das heißt Umsetzung des rein elektrischen Fahrbetriebes
  - Erreichen einer marktkonformen Verbrauchsreduzierung
  - gleiches Komfortniveau wie vergleichbare Hybridsysteme der Mitbewerber
  - gleichzeitig Beibehaltung des gewohnten Touareg-Komforts
  - Robustheit des Hybridantriebes
  - keine Einbußen in der Fahr-Performance auf der Straße und im Gelände
  - Hybridbedingte, integrierte Start-Stopp-Funktion
  - Bevorzugung des elektrischen Fahrens bei ausreichendem Betriebszustand
  - Rückgewinnung der Bremsenergie zum Laden der Hochvoltbatterie
  - identische Anhängelast wie beim konventionell angetriebenen Touareg
  - keine Einschränkung der Dauersteigfähigkeit
  - im Anfahrbereich bessere Fahrleistung als bei konventionellem Antrieb
- Durch diese Kriterien wird ein moderater Aufpreis für die innovative Hochvolttechnik ermöglicht.
- Der Verbrennungsmotor wird nur bei Bedarf gestartet.

# Grundlagen der Hybridtechnik

## Was bedeutet Hybridtechnik?

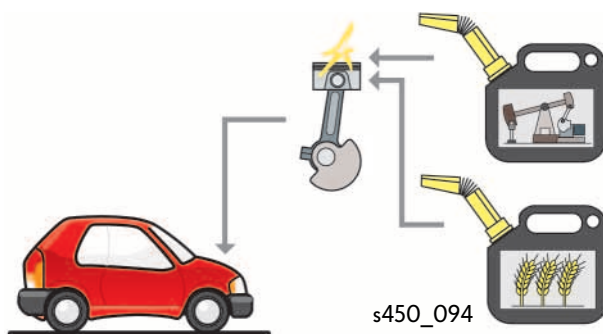
Der Begriff Hybrid leitet sich von dem lateinischen Wort „hybrida“ ab und bedeutet etwas Gekreuztes oder Gemischtes.

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:

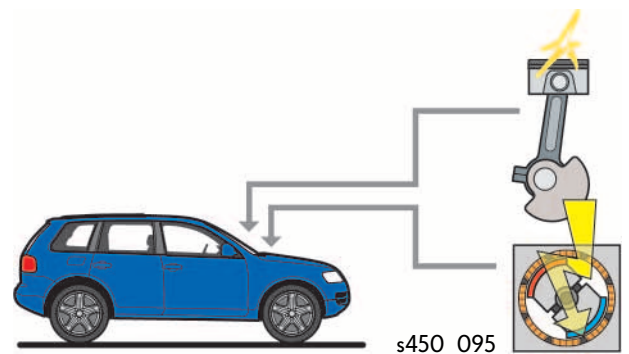
- der bivalente Antrieb und
- die Antriebs-Hybridtechnik

### Der bivalente Antrieb



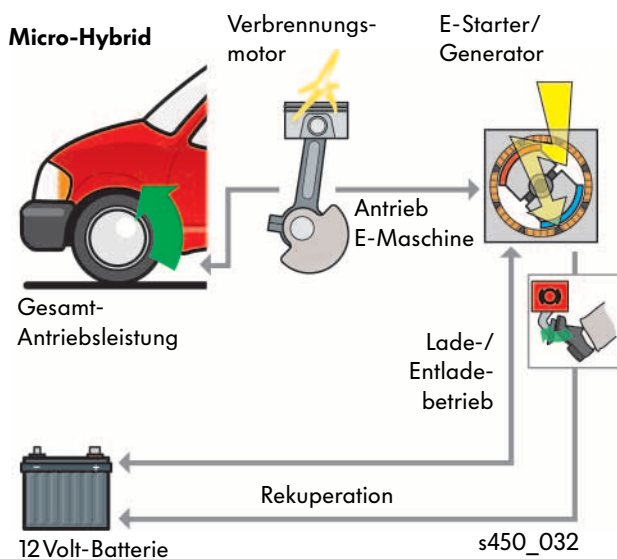
Unter einem bivalenten Antrieb versteht man Fahrzeuge, bei denen ein Verbrennungsmotor verschiedene Kraftstoffarten verbrennen kann, um Antriebsenergie zur Verfügung zu stellen. So sind Systeme, die fossile und nachwachsende Kraftstoffe (Diesel/Biodiesel) oder flüssige und gasförmige Kraftstoffe (Benzin/Erdgas/Autogas) verwenden, bekannt und zunehmend im Markt vertreten.

### Die Antriebs-Hybridtechnik



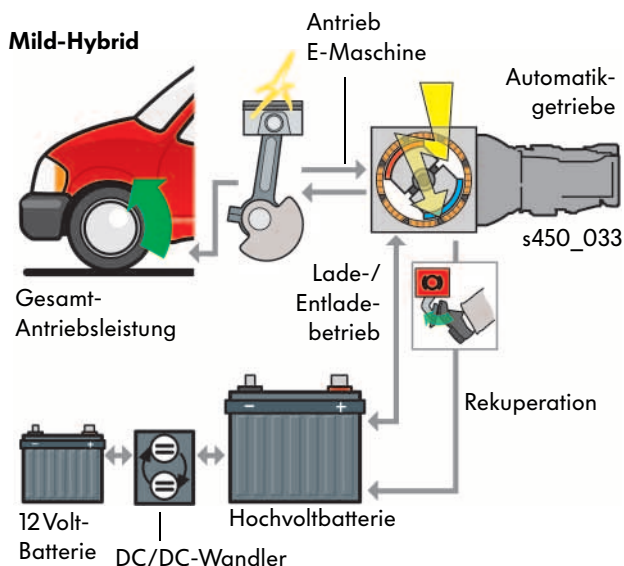
Bei Antriebshybriden spricht man von einer Kombination von zwei verschiedenen Antriebsaggregaten, die nach unterschiedlichen Funktionsprinzipien arbeiten. Zur Zeit versteht man unter Hybridtechnik die Kombination von einem Verbrennungsmotor und einer Elektromaschine (oder auch E-Maschine). Sie kann als Generator zum Erzeugen von elektrischer Energie, als Motor zum Fahren des Fahrzeugs und als Starter für den Verbrennungsmotor verwendet werden. Je nach Ausrichtung dieses Grundaufbaus werden drei Arten von Hybridantrieben unterschieden:

- der Micro-Hybridantrieb,
- der Mild-Hybridantrieb,
- der Voll-Hybridantrieb.



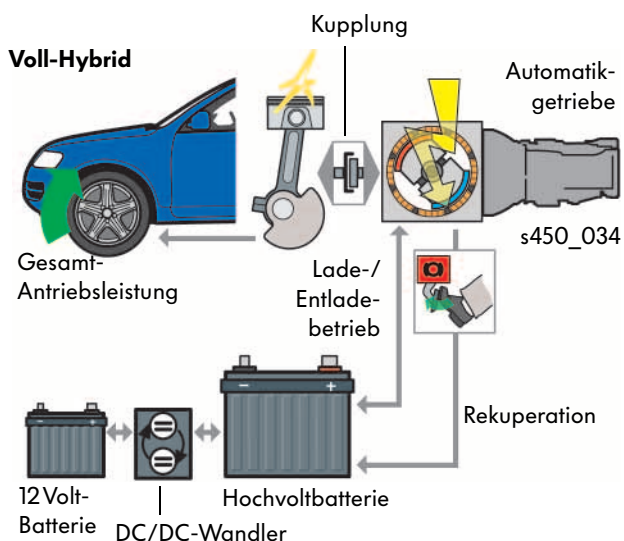
## Der Micro-Hybridantrieb

Bei diesem Antriebskonzept dient die Elektrokomponente (E-Starter/Generator) lediglich für die Umsetzung einer Start-Stopp-Funktion. Ein Teil der Bewegungsenergie lässt sich beim Abbremsen wieder als elektrische Energie nutzbar machen (Rekuperation). Ein rein elektrisches Fahren ist nicht vorgesehen. Die Eigenschaften der 12 Volt-Vlies-Batterie ist auf die häufigen Motorstarts angepasst.



## Der Mild-Hybridantrieb

Der Elektroantrieb unterstützt den Verbrennungsmotor. Ein rein elektrisches Fahren mit dem Fahrzeug ist nicht möglich. Beim Mild-Hybridantrieb wird ein größerer Teil der Bewegungsenergie beim Abbremsen zurück gewonnen und als elektrische Energie in der Hochvoltbatterie gespeichert. Die Hochvoltbatterie sowie die elektrischen Komponenten sind für eine höhere Spannung und somit eine höhere Leistung ausgelegt. Durch die Unterstützung der E-Maschine kann der Betriebspunkt des Verbrennungsmotors in den optimalen Wirkungsbereich gelegt werden. Dies wird als Lastpunktverschiebung bezeichnet.



## Der Voll-Hybridantrieb

Eine leistungsstärkere 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.



# Grundlagen der Hybridtechnik

Die Voll-Hybridantriebe teilen sich in drei Untergruppen auf:

- die Parallel-Hybridantriebe
- die leistungsverzweigten Hybridantriebe
- die seriellen Hybridantriebe

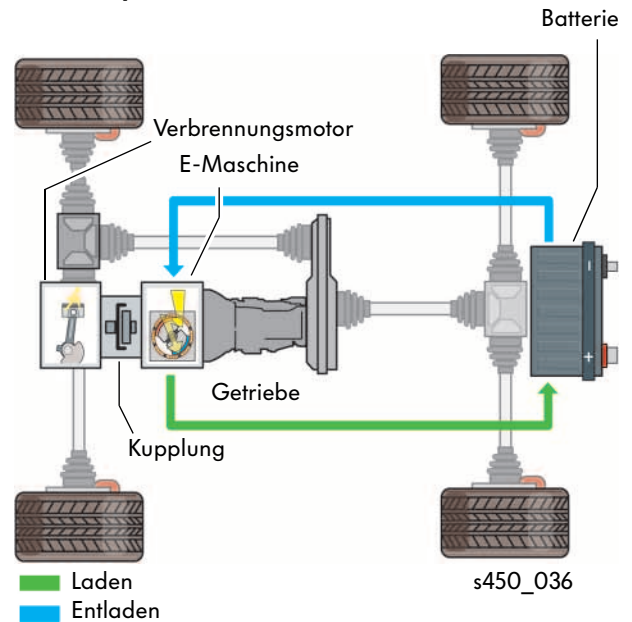


## Der Parallel-Hybridantrieb

Die Parallelbauweise zeichnet sich durch ihre Einfachheit aus. Sie kommt zum Einsatz, wenn ein bestehendes Fahrzeug „hybridisiert“ werden soll.

Verbrennungsmotor, Elektromaschine und Getriebe sitzen auf einer Welle. Der Parallelhybrid hat üblicherweise eine Elektromaschine. Die Summe der Einzelleistung des Verbrennungsmotors und der E-Maschine entspricht der Gesamtleistung. Dieses Konzept erreicht eine hohe Dichte an Übernahmteilen des ursprünglichen Fahrzeugs. Bei Allradfahrzeugen wird in der parallelen Hybridbauweise der Antrieb auf alle vier Räder über ein Torsendifferential und Verteilergetriebe dargestellt.

### Parallel-Hybrid

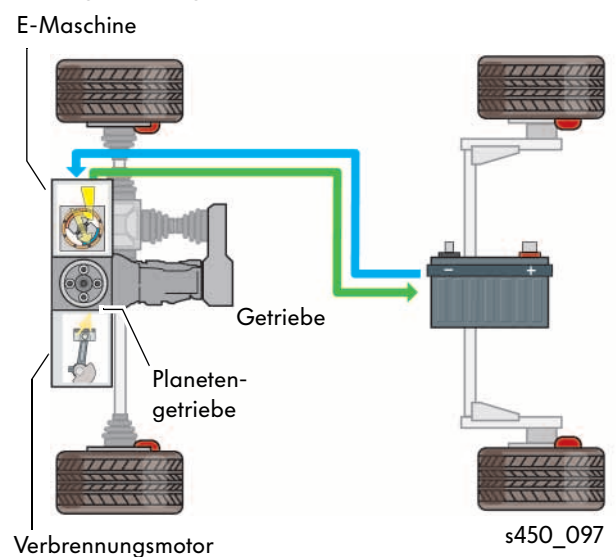


## Der leistungsverzweigte Hybridantrieb

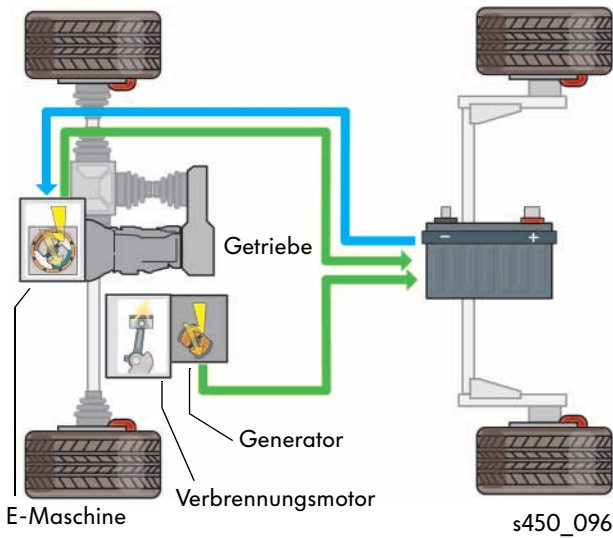
Der leistungsverzweigte Hybridantrieb hat neben einem Verbrennungsmotor eine Elektromaschine. Beide sitzen auf der Vorderachse.

Der Antrieb erfolgt vom Verbrennungsmotor wie auch von der E-Maschine über ein Planetengetriebe an das Fahrzeuggetriebe. Im Gegensatz zu der Parallelhybridbauweise kann somit nicht die Summe der Einzelleistungen der beiden Antriebsarten am Rad abgenommen werden. Die erzeugte Leistung wird zum einen Teil zum Fahren des Fahrzeuges verwendet und zum anderen Teil als elektrische Energie in der Hochvoltbatterie gespeichert.

### leistungsverzweigter Hybrid



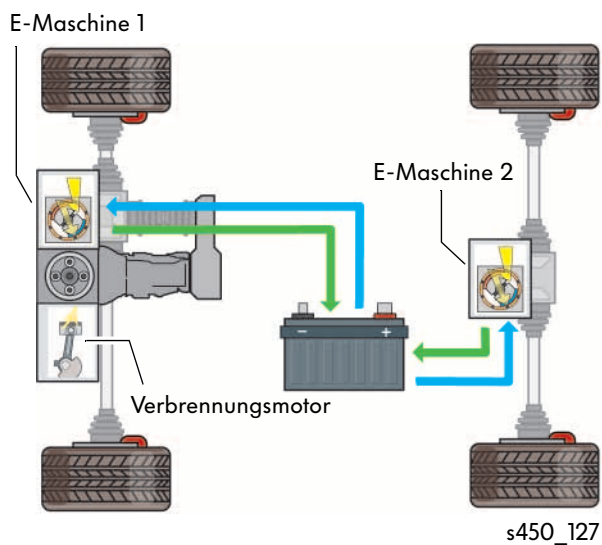
### serieller Hybrid



## Der serielle Hybridantrieb

Das Fahrzeug hat einen Verbrennungsmotor, einen Generator und eine E-Maschine. Der Unterschied zu den beiden vorher genannten Konzepten ist jedoch, dass der Verbrennungsmotor keine Möglichkeit hat, das Fahrzeug über eine Welle oder ein Getriebe selbst zu bewegen. Es kommt keine Leistung des Verbrennungsmotors am Rad an. Den Hauptantrieb des Fahrzeuges übernimmt die E-Maschine. Ist die Kapazität der Hochvoltbatterie gering, wird der Verbrennungsmotor gestartet. Über einen Generator lädt der Verbrennungsmotor die Hochvoltbatterie auf. Die E-Maschine kann wieder Energie aus der Hochvoltbatterie entnehmen.

### leistungsverzweigter, serieller Hybrid



## Der leistungsverzweigte, serielle Hybridantrieb

Der leistungsverzweigte, serielle Hybridantrieb ist eine Mischform aus den beiden vorgenannten Hybridantrieben. Das Fahrzeug hat einen Verbrennungsmotor und zwei E-Maschinen. Verbrennungsmotor und E-Maschine 1 sitzen auf der Vorderachse. Die E-Maschine 2 sitzt in der Hinterachse. Dieses Konzept gilt für ein Allrad-Fahrzeug. Verbrennungsmotor und E-Maschine 1 können über ein Planetengetriebe das Fahrzeuggetriebe betätigen. Auch hier gilt, dass die Einzelleistungen der Antriebsvarianten nicht als Gesamtleistung am Rad abgenommen werden kann. Die E-Maschine 2 in der Hinterachse wird bei Bedarf aktiviert. Die Hochvoltbatterie sitzt konzeptbedingt zwischen den beiden Fahrzeugachsen.



# Grundlagen der Hybridtechnik

## Weitere Begriffe

An dieser Stelle werden weitere Begriffe, die im Zusammenhang mit der Hybridtechnik häufig genutzt werden, kurz erläutert.



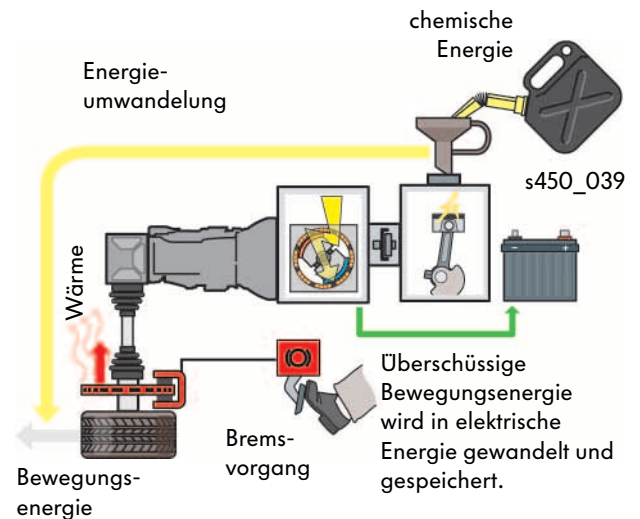
## Rekuperation

Allgemein bezeichnet dieser Begriff in der Technik ein Verfahren zur Energierückführung.

Bei der Rekuperation wird eine vorliegende Energieform in eine andere, weiter nutzbare Energieform, umgewandelt.

Die im Kraftstoff gebundene chemische Energie wird im Antriebsstrang in Bewegungsenergie umgewandelt. Wird das Fahrzeug nun über konventionelle Bremsen abgebremst, wird überschüssige Bewegungsenergie über die Reibung der Bremse in Wärmeenergie umgewandelt. Die entstehende Wärme wird an die Umgebung abgegeben und ist damit nicht weiter nutzbar.

Wird dagegen, wie in der Hybridtechnik, zusätzlich zu den klassischen Bremsen ein Generator als Motorbremse verwendet, kann ein Teil der Bewegungsenergie in Form elektrischer Energie zurückgeführt werden und steht damit wieder zur Verfügung. Die Energiebilanz des Fahrzeuges verbessert sich. Diese Art der regenerativen Bremsung wird auch als Nutzbremse bezeichnet.



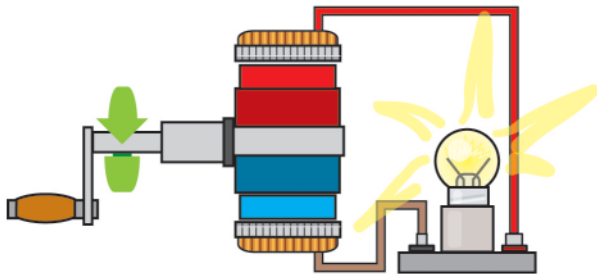
Sobald das Fahrzeug während des Schubbetriebes

- die Geschwindigkeit des Fahrzeugs durch Abbremsen mit dem Bremspedal verringert  
oder
- ausrollt  
oder
- bergab fährt

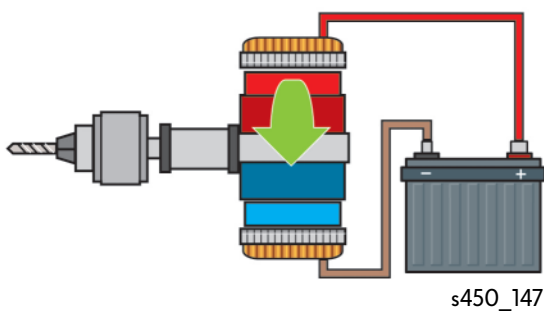
schaltet das Hybridsystem die E-Maschine um und nutzt sie als Generator. Sie lädt dann die Hochvoltbatterie auf. Es ist somit möglich, einen elektrischen Hybriden während des Schubbetriebs mit elektrischer Energie „aufzutanken“.

Beim Ausrollen des Fahrzeugs wird nur soviel Energie aus der Bewegung über die E-Maschine als Generator umgewandelt, wie das 12Volt-Bordnetz für seinen Betrieb benötigt.

### Elektromotor als Generator



### Elektromotor als Antriebsmotor

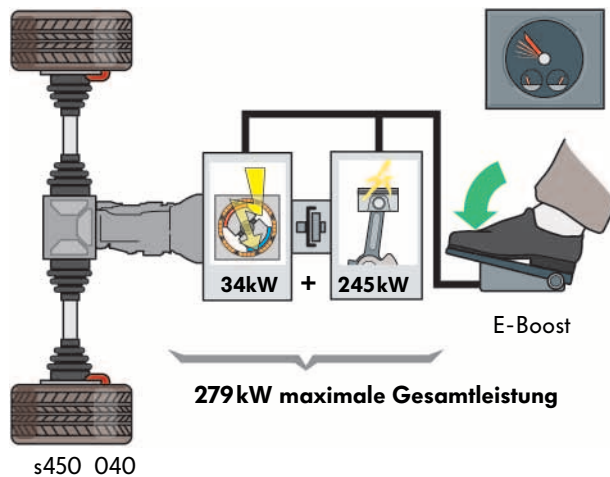


s450\_147

## 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).



s450\_040

## Elektrischer Boost (E-Boost)

Analog zu der Kickdown-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.

Die Antriebsleistung oder die mechanische Leistung der E-Maschine liegt bei 34kW. Die Generatorleistung oder die elektrische Leistung der E-Maschine liegt bei 31kW.

Im Touareg Hybrid hat der Verbrennungsmotor eine Leistung von 245kW und die E-Maschine als Generator von 31kW. Die E-Maschine leistet als Elektromotor 34kW. Gemeinsam entwickeln der Verbrennungsmotor und die E-Maschine als Elektromotor eine Leistung von 279kW.



# Grundlagen der Hybridtechnik

## Start-Stop-Funktion

Aufgrund der Hybridtechnik kann bei diesem Fahrzeugkonzept eine Start-Stop-Funktion integriert werden. Bei einem herkömmlichen Fahrzeug mit Start-Stop-Anlage muss das Fahrzeug stillstehen, um den Verbrennungsmotor zu deaktivieren (Beispiel: Passat BlueMotion).

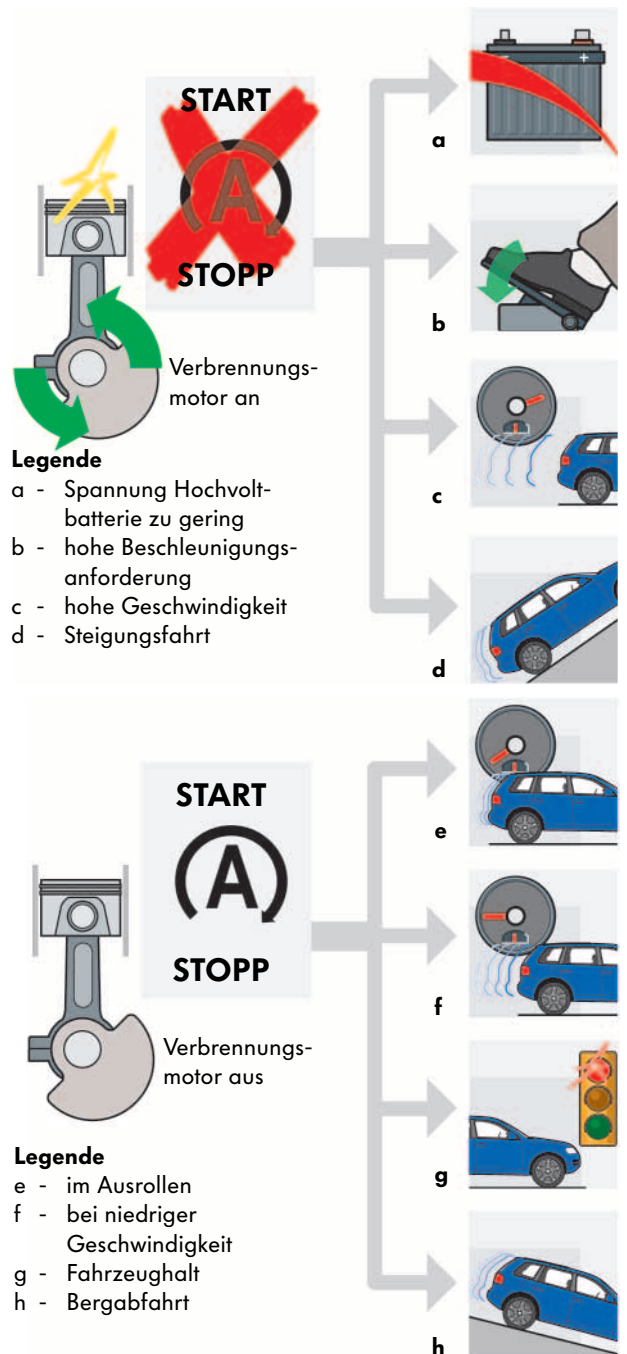
Bei einem Voll-Hybridfahrzeug kann jedoch das Fahrzeug elektrisch gefahren werden. Diese Eigenschaft erlaubt der Start-Stop-Funktion den Verbrennungsmotor auch bei fahrendem oder rollendem Fahrzeug zu deaktivieren. Der Motor wird bedarfsgerecht angesteuert. Dies kann der Fall bei einer hohen Beschleunigung, hohen Geschwindigkeit, hohen Last oder geringem Ladezustand der Hochvoltbatterie sein. Bei niedrigem Ladezustand der Hochvoltbatterie kann das Hybridsystem den Verbrennungsmotor mit der E-Maschine als Generator dazu nutzen, die Hochvoltbatterie aufzuladen.

In anderen Fällen kann das Voll-Hybridfahrzeug elektrisch gefahren werden. Der Verbrennungsmotor befindet sich dann in einer Stopp-Phase. Diese gilt auch für den langsam fließenden Straßenverkehr, den Stillstand vor einer roten Ampel, den Schubbetrieb bei Bergabfahrten oder das Ausrollen des Fahrzeugs.

Wenn der Verbrennungsmotor nicht läuft, verbraucht er keinen Kraftstoff und erzeugt keine Emissionen.

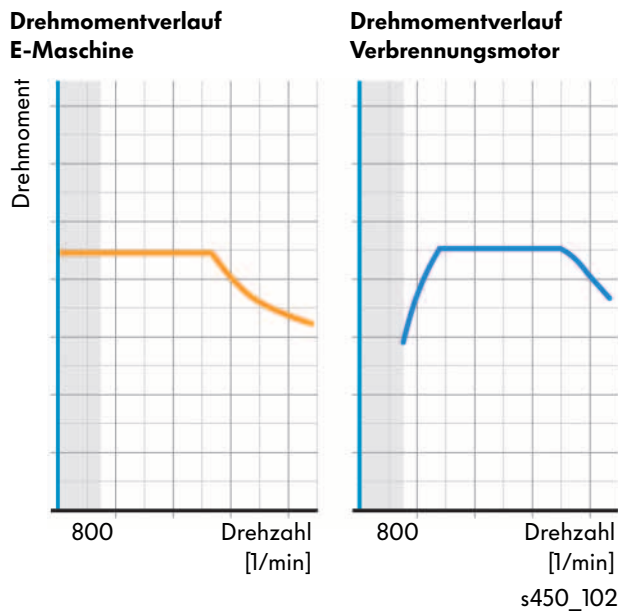
Die im Hybridsystem integrierte Start-Stop-Funktion erhöht den Wirkungsgrad und somit die Umweltfreundlichkeit des Fahrzeugs.

Während der Stopp-Phase des Verbrennungsmotors kann die Klimaanlage weiterhin betrieben werden. Der Klimakompressor ist Teil der Hochvoltanlage.



s450\_130, s450\_131

# Die Argumente für die Hybridtechnik



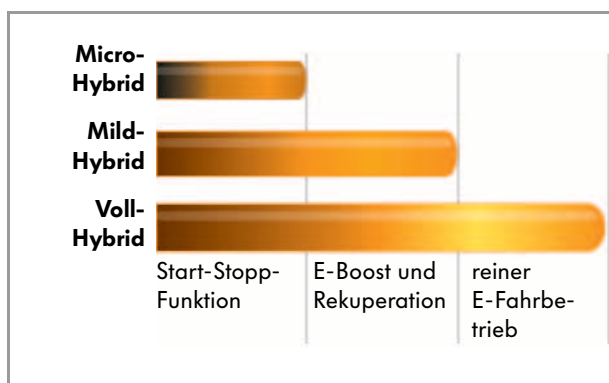
## Warum kombinieren wir eine E-Maschine mit einem Verbrennungsmotor?

Der Verbrennungsmotor benötigt zum Abgeben eines Drehmoments eine Leerlaufdrehzahl. Der Motor kann kein Drehmoment bei Stillstand abgeben. Bei Anhebung der Drehzahl des Verbrennungsmotors steigt sein Drehmoment.

Die E-Maschine hat ab der ersten Umdrehung ihr maximales Drehmoment. Sie benötigt keine Leerlaufdrehzahl. Bei steigender Drehzahl sinkt ihr Drehmoment.

Die E-Maschine unterstützt den Verbrennungsmotor dort, wo seine konzeptionellen Schwächen liegen: unter der Leerlaufdrehzahl.

Durch die Unterstützung der E-Maschine kann der Verbrennungsmotor im optimalen Wirkbereich genutzt werden. Diese Lastpunktverschiebung erhöht den Wirkungsgrad des Antriebskonzeptes.



## Warum Vollhybrid-Antrieb?

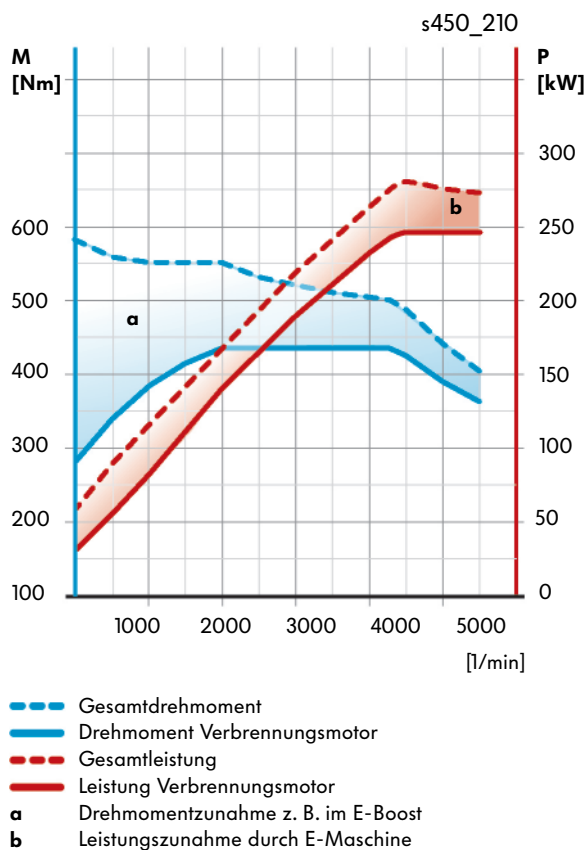
Der Vollhybrid-Antrieb vereint gegenüber den übrigen Hybridantrieben die Funktion der integrierten Start-Stopp-Anlage, den E-Boost, die Rekuperation und das rein elektrische Fahren (E-Fahrbetrieb).





## Technische Daten zum Touareg Hybrid

Verbrennungsmotor	3,0 I-V6-TSI-Motor mit Kompressoraufladung
Leistung des Verbrennungsmotors	245kW
E-Maschine	3-Phasen-Drehstrom-Motor/-Generator
Leistung der E-Maschine	31kW Generatorleistung (elektrische Leistung) 34kW Motorleistung (mechanische Leistung)
Maximale Leistung im E-Boost	279kW
Maximales Drehmoment im E-Boost	550Nm
Spannung der Hochvoltbatterie	288V (2x144V)
Kapazität der Hochvoltbatterie	6,5Ah entspricht 1,87kW/h
Höchstgeschwindigkeit	240km/h
Beschleunigung von 0 auf 100km/h	6,6 Sekunden
zusätzliches Gewicht durch die Hybridkomponenten	175kg



### Drehmoment-/Leistungsdiagramm

Die E-Maschine kompensiert gerade im unteren Drehzahlbereich den langsamen Drehmomentanstieg des Verbrennungsmotors. Der Touareg Hybrid besitzt daher für seine Gewichtsklasse eine ungewöhnlich hohe Beschleunigung aus dem Stillstand. In der Leistungskurve addieren sich die Antriebsleistung von Verbrennungsmotor und E-Maschine zu einer maximalen Gesamtleistung von 279kW. Das bedeutet, dass die Leistungskurve um den Betrag der Antriebsleistung der E-Maschine von 34kW angehoben ist. Dies geschieht über fast das gesamte Drehzahlband. Es gibt während des Laufs des Verbrennungsmotors einen Mischbetrieb.

Dadurch lässt sich der Verbrennungsmotor in seinem optimalen Wirkbereich steuern. Diese Lastpunktverschiebung erhöht den Wirkungsgrad des Voll-Hybridfahrzeugs.

# Grundlagen der Hybridtechnik

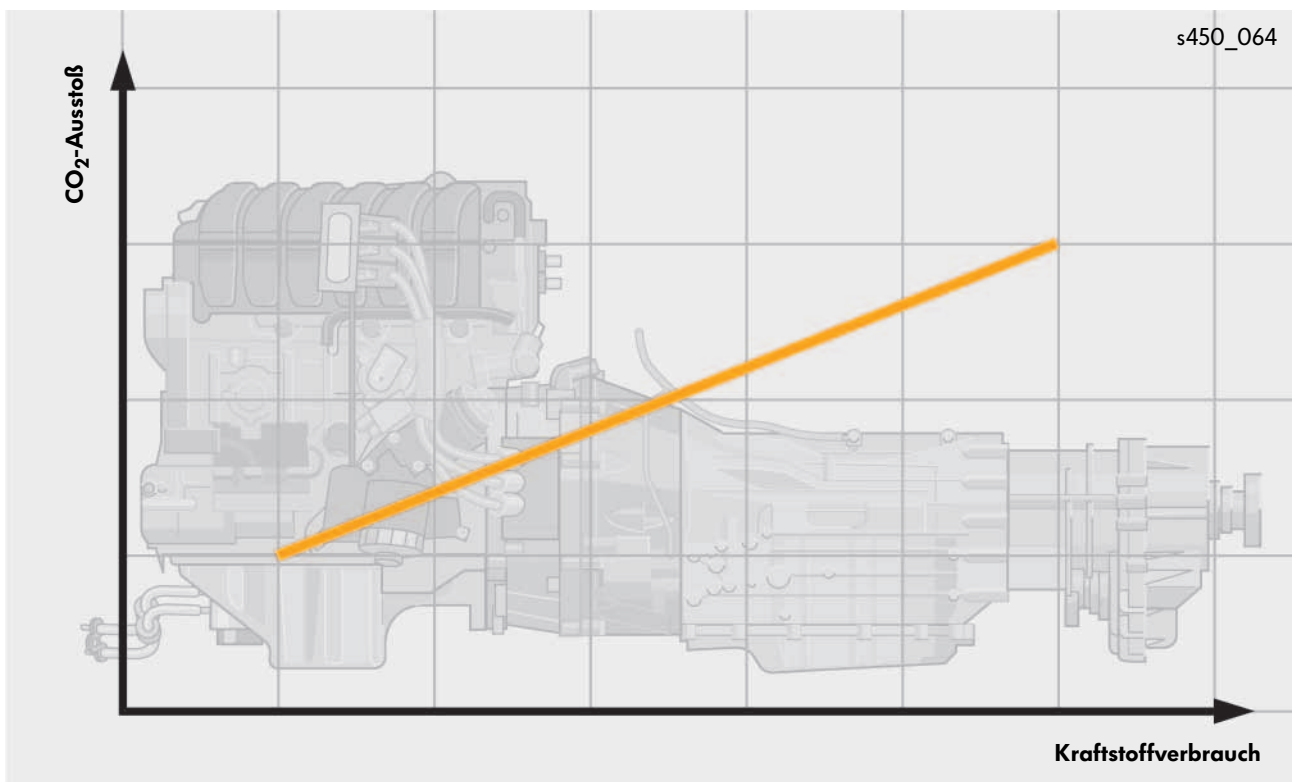
## Die gesetzliche Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß und der Verbrauch eines Fahrzeuges bilden einen fast proportionalen Zusammenhang. Je höher der Kraftstoffverbrauch, desto mehr CO<sub>2</sub> wird an die Umwelt abgegeben.

Daher zielen die gesetzlichen Vorgaben zur Begrenzung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes vor allem auf die großvolumigen Fahrzeuge mit hoher Leistung.

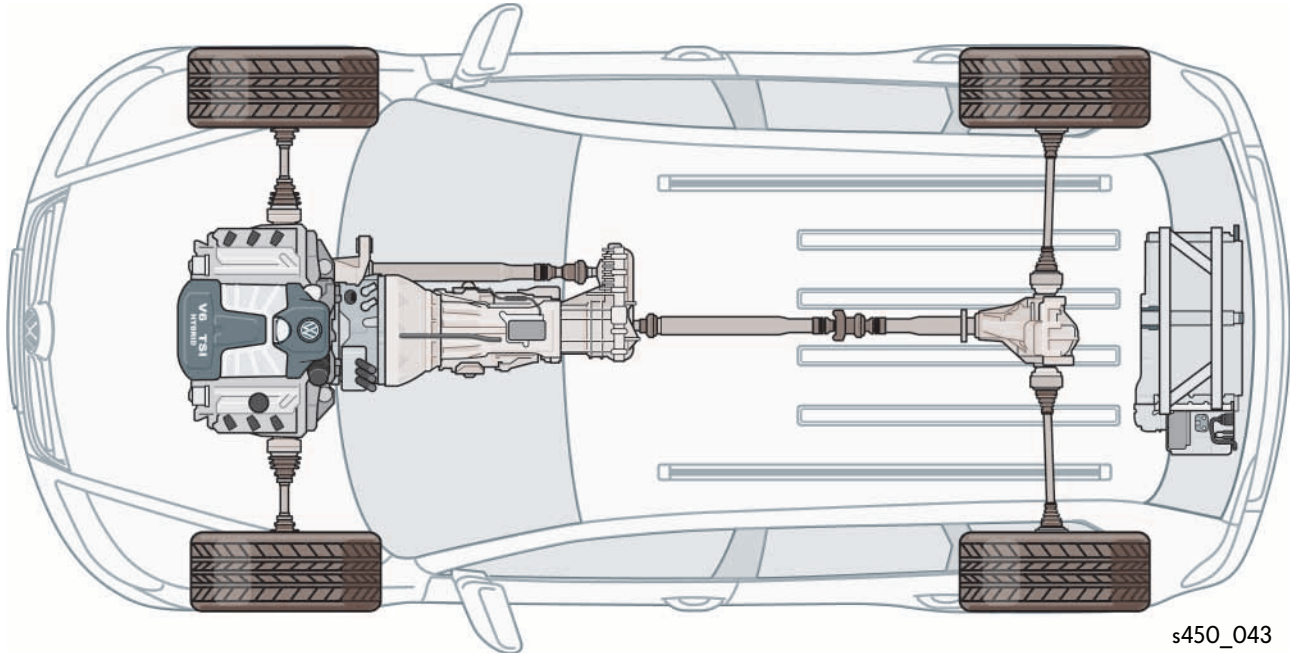
Die Hybrid-Technologie bietet eine Möglichkeit, auch mit hoher Leistung unter den gesetzlichen Grenzwerten zu bleiben, da der Wert für das abgegebene CO<sub>2</sub> als Durchschnittswert in Gramm CO<sub>2</sub> pro gefahrenem Kilometer gebildet wird.

Mit Einbeziehung der im reinen E-Fahrbetrieb gefahrenen Kilometer sinkt der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Wert pro Kilometer.



Mit steigendem Kraftstoffverbrauch erhöht sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

## Der Antriebsstrang im Überblick



s450\_043

Der Antriebsstrang des Touareg Hybrid besteht aus:

- dem 3,0l-245 kW-TSI-Motor, mit Kompressoraufladung,
- einer Trennkupplung zwischen Verbrennungsmotor und E-Maschine,
- der E-Maschine,
- dem automatischen 8-Ganggetriebe OC8 von Aisin,
- den Antriebswellen,
- dem Verteilergetriebe an Hinter- und Vorderachse,
- dem Torsendifferential.

Der Verbrennungsmotor, die Kupplung, die E-Maschine und das automatische Getriebe sind hintereinander auf einer gemeinsamen Welle angeordnet. Auf diese Weise konnte Bauraum und Gewicht durch zusätzliche Hybridkomponenten gespart werden.

Eine Anpassung des Kardantunnels aus der Serienfertigung des Touareg war nicht erforderlich.

Im Folgenden wollen wir die mechanischen Komponenten kurz vorstellen.



Weitere Informationen zu Verbrennungsmotor, Getriebe und das Fahrzeug erhalten Sie in den Selbststudienprogrammen:

- 449 „Der Touareg 2011“,
- 452 „Der 3,0 l-245kW-TSI-Motor mit Kompressoraufladung“,
- 466 „Das 8-Gang Automatikgetriebe OC8“ und
- 469 „Der Touareg 2011 Fahrwerk und Allradkonzept“.

## Der 3,0l-245kW-TSI-Motor mit Kompressoraufladung

Der Motor ist ein 3,0l-V6-TSI mit Kompressor.  
Der Kompressor wird über einen Riemen angetrieben.  
Der zweite Riemen am Motor treibt die geschaltete Wasserpumpe an. Sie ist Teil des Thermomanagements des gesamten Antriebsstrangs.

Durch die E-Maschine sind der Starter und der Generator für das 12Volt-Bordnetz entfallen.  
Der TSI-Motor hat somit keinen Riemen für den Generator.

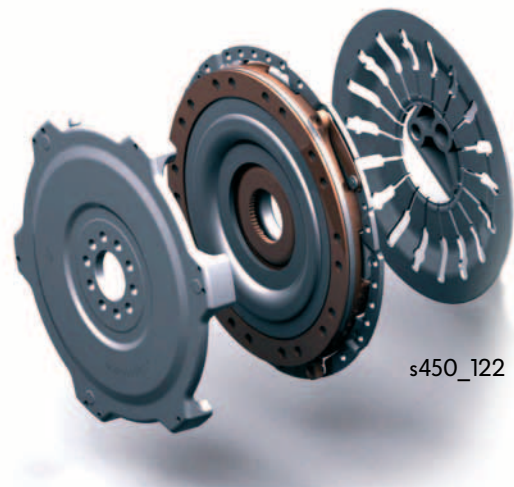


s450\_209

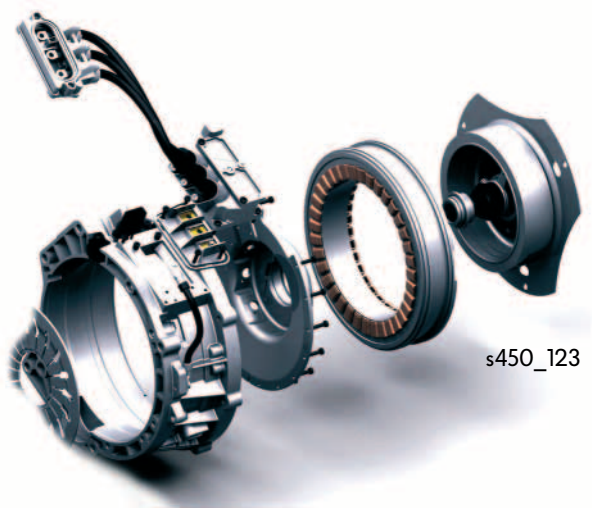
## Die Trennkupplung K0 zum Verbrennungsmotor

Diese Einscheiben-Trocken-Kupplung sitzt zwischen Motor und E-Maschine. Hinter der vorderen linken Radhausschale befindet sich der Kupplungsaktuator (Drucksteller für Trennkupplung N511) für diese Kupplung. Sie wird vom Hybridsystem gesteuert. Der Fahrer hat keinen direkten Einfluss auf diese Kupplung. Die Hydraulikflüssigkeit wird vom Vorratsbehälter der Bremsflüssigkeit zur Verfügung gestellt.

Wenn der Verbrennungsmotor läuft, ist die Kupplung geschlossen. Wird das Fahrzeug elektrisch gefahren, befindet es sich im Rekuperationsmodus oder im Stillstand, so ist der Verbrennungsmotor deaktiviert und die Kupplung geöffnet. Wenn der Ladezustand der Hochvoltbatterie gering ist, lässt das Hybridsystem den Verbrennungsmotor zum Laden der Hochvoltbatterie laufen. In diesem Fall ist die Kupplung geschlossen.



s450\_122



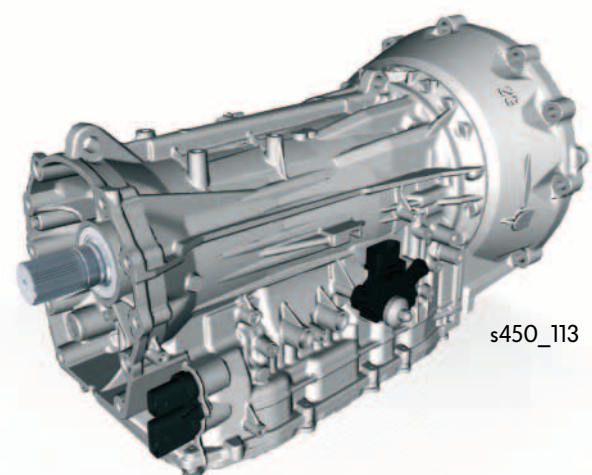
## Die E-Maschine

Das Herzstück des Hybridantriebes ist die E-Maschine. Sie übernimmt drei wesentliche Aufgaben im Hybridsystem:

1. Starter des Verbrennungsmotors,
2. Generator zum Laden der Hochvoltbatterie,
3. Elektrischer Motor zum Bewegen des Fahrzeugs.

Der Rotor läuft berührungslos im Stator. Im Generatorbetrieb hat die E-Maschine eine Leistung von 38kW. Als Motor leistet die E-Maschine 34kW. Die Differenz ergibt sich aus der Verlustleistung, die konstruktivbedingt jede E-Maschine aufweist.

Ein rein elektrisches Fahren auf ebenem Gelände ist bei dem Touareg Hybrid bis etwa 50km/h möglich. Die maximale Geschwindigkeit ist abhängig von den Fahrwiderständen und dem Ladezustand der Hochvoltbatterie. Die K0-Kupplung liegt im Gehäuse der E-Maschine.



## Das 8-Gang-Automatikgetriebe

Dieses Getriebe entspricht weitestgehend dem bereits im Markt befindlichen 6-Gang-Automatikgetriebe 09D. Zur Realisierung der acht Gänge wird ein zusätzliches Reibelement und ein Druckregelventil verwendet.

Das Getriebe verfügt über eine elektrische Druckpumpe, die den Öldruck aufrechterhält, wenn sich das Fahrzeug im Stillstand oder im E-Fahrbetrieb befindet. Für die Druckbereitstellung im Verbrennerbetrieb ist eine herkömmliche mechanische Druckpumpe im Getriebe verbaut.

# Mechanischer Aufbau

## Torsendifferential, Ausgleichsgetriebe und Antriebswellen

Diese Bauteile sind Übernahmeteile aus dem Touareg. Sie werden unverändert für den Hybridantrieb verwendet.

Der Touareg wird prinzipiell in zwei Antriebsstrangauslegungen angeboten: „4motion“ und „4Xmotion“.

Der Touareg Hybrid ist ausschließlich in der „4motion“-Version verfügbar.

Das bedeutet, er besitzt ein selbstsperrendes Torsen-Verteilergetriebe.

Die Antriebswellen sind gewichtsoptimiert und besitzen getriebeseitig eine Steckverbindung.

Die Verzahnungen der Antriebswellen für die Übertragung des Drehmomentes sind selbstzentrierend.



Detaillierte Informationen zum Antriebsstrang finden Sie in den Selbststudienprogrammen:

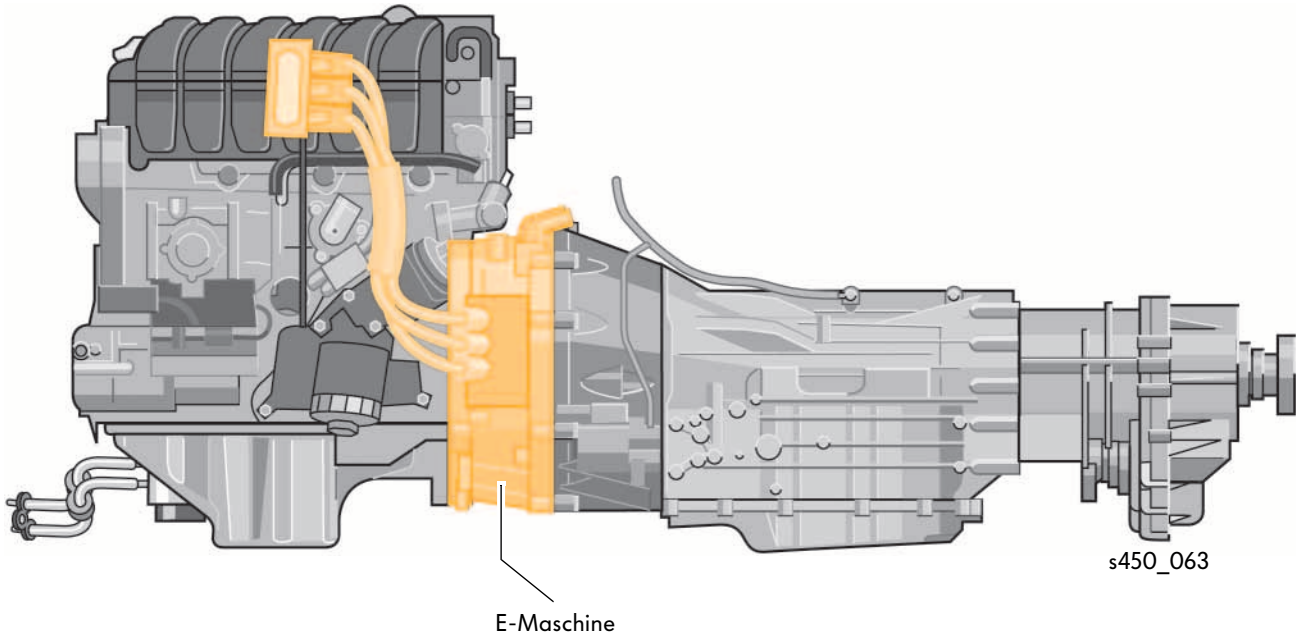
449 „Der Touareg 2011“,

452 „Der 3,0 l-245kW-TSI-Motor mit Kompressoraufladung“,

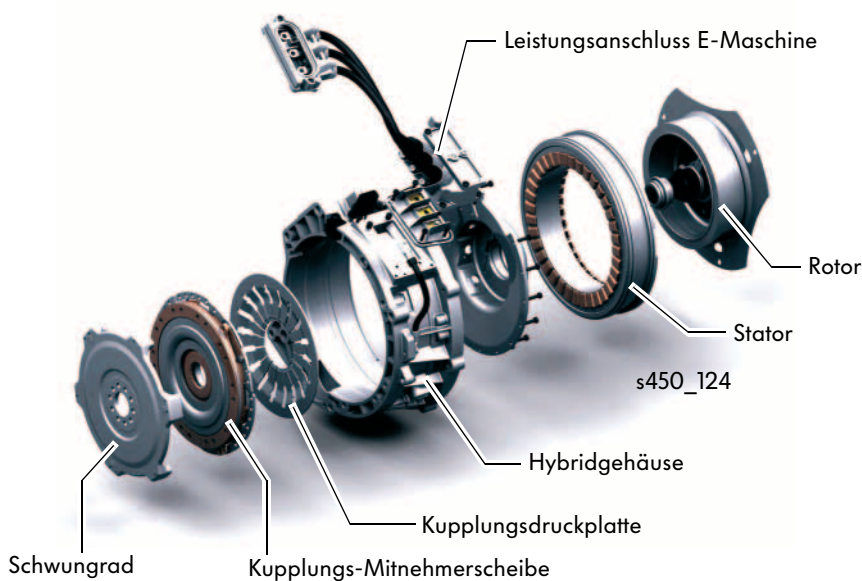
466 „Das 8-Gang Automatikgetriebe OC8“ und

469 „Der Touareg 2011 Fahrwerk und Allradkonzept“.

## Die E-Maschine



Die E-Maschine befindet sich zwischen Verbrennungsmotor und Automatikgetriebe. Sie ist ein Drehstrom-Synchronmotor und wird von einem 3-Phasenfeld angetrieben. Über die Leistungselektronik wird die 288V-Gleichspannung zu einer Wechselspannung mit drei Phasen umgewandelt. Diese 3 Phasen bauen in der E-Maschine ein elektromagnetisches 3-Phasenfeld auf. Die E-Maschine wird in der Serviceliteratur als „Fahrmotor für Elektroantrieb V141“ bezeichnet.



# Elektrische Bauteile

---

## Aufgaben

Je nach Fahrsituation und Betriebsart nimmt die E-Maschine unterschiedliche Aufgaben wahr. Beim Wechsel von E-Antrieb auf Verbrennungsbetrieb arbeitet die E-Maschine als Starter für den Verbrennungsmotor. Im weiteren Verbrennungsbetrieb wird die E-Maschine vom Hybridsystem zum Generator umgeschaltet. Die dabei gewonnene elektrische Energie wird über Spannungswandler zum Laden der Hochvoltbatterie (288V) und der 12 Volt-Bordnetzbatterie verwendet.

Beim Abbremsen des Fahrzeuges liefert die E-Maschine elektrische Energie durch Rekuperation an die Hochvoltbatterie und gewinnt so einen Teil der überschüssigen Bewegungsenergie als elektrische Energie zurück. An dem Bremspedal befindet sich der Pedalwegsensoren. Wird eine leichte Abbremsung erkannt, schaltet das Hybridsystem die E-Maschine um, damit sie als Generator die Hochvoltbatterie auflädt. Energie, die mit herkömmlichen hydraulischen Bremsen in Wärme umgewandelt wird, kann nun in der Hochvoltbatterie gespeichert werden.

Später wird diese Energie zum Fahren des Fahrzeuges verwendet. Es wird bei der Rekuperation mindestens soviel Energie umgesetzt, wie das 12 Volt-Bordnetz benötigt. Während dieses Vorgangs ist der Verbrennungsmotor deaktiviert. Die E-Maschine setzt somit das Konzept einer Start-Stopp-Anlage für den Hybridantrieb um.

Im E-Fahrbetrieb wechselt die E-Maschine von der Funktion eines Generators wieder in die Funktion des Elektromotors.

Bei ausgekuppeltem Verbrennungsmotor sorgt die E-Maschine nun für den Antrieb des Fahrzeuges. In Abhängigkeit der Fahrwiderstände (Luft-, Roll-, Steigungs-, Reibungswiderstände) kann die E-Maschine als elektrischer Motor das Fahrzeug bis etwa 50km/h antreiben. Wird jedoch vom Fahrer eine größere Beschleunigung gewünscht, reicht die Leistung der E-Maschine nicht mehr aus, um den Fahrerwunsch umzusetzen. Das Hybridsystem startet daher selbsttätig den Verbrennungsmotor.

Die E-Maschine wird über ein Drei-Phasenkabel von der Leistungselektronik gespeist.

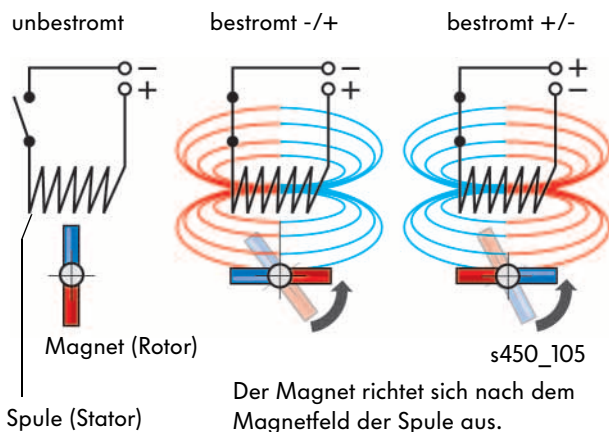


## Aufbau

Die E-Maschine besteht aus:

- dem Gehäuse aus Aluminium-Druckguss,
- dem innen liegenden, magnetischen Rotor,
- dem Stator mit Magnetspulen,
- einer Zwischenplatte zur Anbindung an den Drehmomentenwandler des Automatikgetriebes,
- dem Hauptlager der E-Maschine,
- dem Hochvoltanschluss mit drei Phasen.

Motorseitig schließen sich die Kupplung zum Verbrennungsmotor und eine Schwungscheibe an. Die drei Phasenanschlüsse sind so auf die Magnetspulen geschaltet, dass jeweils drei nebeneinander liegende Spulen mit unterschiedlichen Phasen verbunden sind.

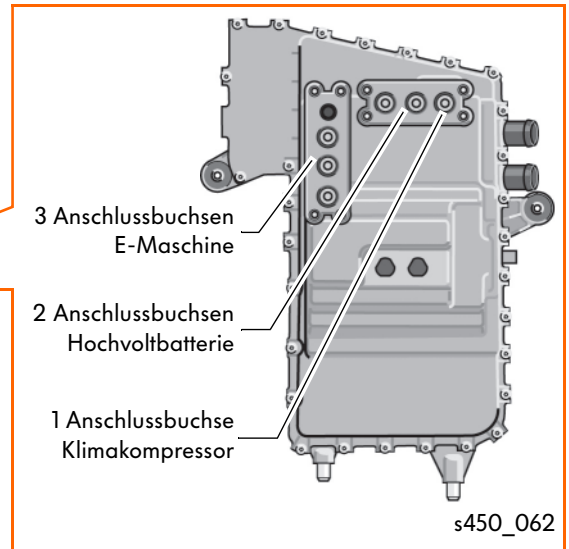
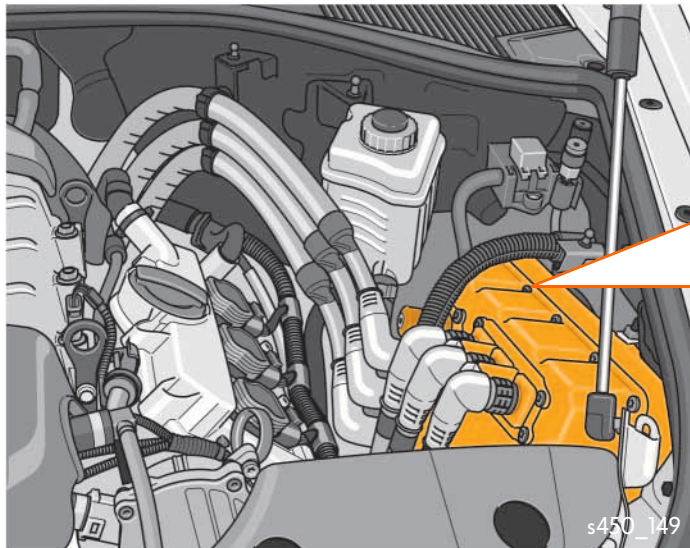


## So funktioniert es

Die E-Maschine besitzt eine Statorwicklung, die als Motor ein magnetisches Drehfeld erzeugt. Läuft die E-Maschine als Motor, erzeugt die Statorwicklung ein sich drehendes Magnetfeld. Der Rotor trägt zur Felderzeugung Permanentmagnete. Über die Frequenz des zugeführten Drehstroms ist die Drehzahl des Synchronmotors exakt vorgegeben. Um einen Synchronmotor stufenlos in der Drehzahl regeln zu können, wird ein Frequenzumrichter verwendet. Die Rotorlagesensoren messen ständig die Rotorstellung. Daraus ermittelt die Steuerungselektronik die tatsächliche Drehzahl.

Arbeitet die E-Maschine als Generator, so wird der Rotor von Außen durch eine Antriebskraft über das Getriebe in Bewegung gesetzt. Dadurch, dass das Magnetfeld des Rotors an den Spulen des Stators vorbeiläuft, wird nun in den Spulen für jede Phase eine Spannung induziert. Die Spulen werden nacheinander von dem Magnetfeld des Rotors durchlaufen. Die Leistungselektronik wandelt die gewonnene elektrische Energie zu einer Lade-Gleichspannung von 288V für die Hochvoltbatterie.

## Die Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb



Die Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1 wird zum einfacheren Verständnis im Folgenden mit dem verkürzten Begriff „Leistungselektronik“ bezeichnet.

Die Leistungselektronik ist der Energieumwandler des Elektroantriebes. In dem Aluminiumgehäuse, das auf der Fahrerseite zwischen Antriebsaggregat und Radhaus untergebracht ist, befinden sich unterschiedliche Komponenten der Hochvoltanlage und des Elektroantriebes.

Es sind:

- das Steuergerät für Leistungselektronik,
- der Temperatugeber für Leistungselektronik,
- ein 288 Volt-DC/12 Volt-DC-Spannungswandler,
- ein bidirektionaler DC/AC-Spannungswandler für die E-Maschine,
- den Hochvolt-Netzverteiler,
- die zwei Hochvoltanschlüsse für die Leitungen von der Hochvoltbatterie,
- die drei Hochvoltanschlüsse für die Leitungen zur E-Maschine,
- der eine Hochvoltanschluss für die Leitung zum Klimakompressor,
- den Niedervoltanschluss zum 12 Volt-Bordnetz,
- eine im Gehäuse integrierte Kühlung mit Anschlussstutzen zum Niedertemperaturkühlkreislauf,
- die Sicherheitslinie mit Sicherheitsstecker.



Die Leistungselektronik darf nicht geöffnet werden und wird im Schadensfall komplett ausgetauscht. Sie kann zu einem späteren Zeitpunkt als Austauschteil bezogen werden.

## Die Spannungswandler

In der Leistungselektronik sind zwei Spannungswandler integriert. Sie verarbeiten die 288 Volt-Gleichspannung der Hochvolt-Batterie für die E-Maschine und das 12 Volt-Bordnetz.

### Spannungswandler A19

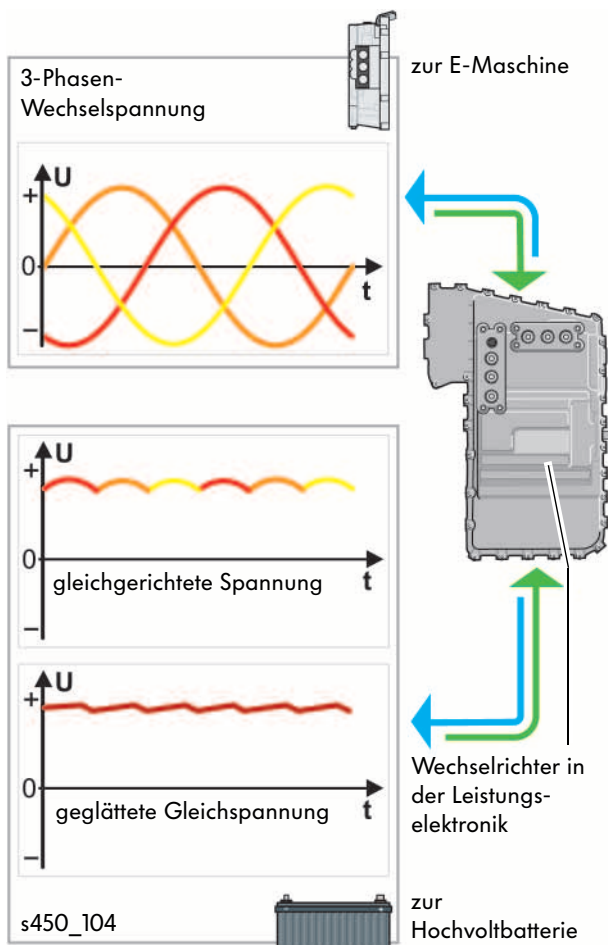
Dieser Spannungswandler ist die Schnittstelle zwischen der Hochvolt-Anlage und 12 Volt-Anlage des Fahrzeuges.

#### Aufgabe

Da die Lichtmaschine entfallen ist, kann die Ladung der 12 Volt-Batterie des Bordnetzes nur über die E-Maschine erfolgen. Hierzu müssen die 288 Volt der Gleichspannung aus der Hochvolt-Anlage in eine Ladespannung für die 12 Volt-Bordnetzbatterie transformiert werden. Die 12 Volt-Bordnetzbatterie befindet sich, wie beim Touareg Basisfahrzeug, unter dem Fahrersitz.



### Wechselrichter für Fahrmotor A37



Da die E-Maschine ein Drehstrom-Synchrongenerator ist, Batterien aber nur Gleichspannung speichern können, ist in der Leistungselektronik auch ein AC/DC-Spannungswandler integriert.

#### Aufgabe

Dieser Spannungswandler transformiert die 288 Volt-Gleichspannung der Hochvolt-Batterie für die Versorgung der E-Maschine in eine Wechselspannung mit drei Phasen.

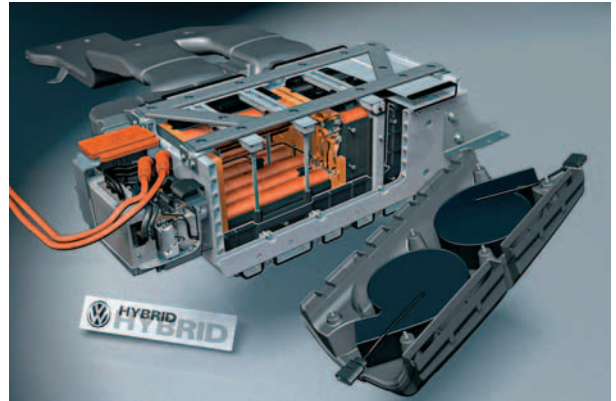
Läuft die E-Maschine als Generator, wandelt er die Wechselspannung in eine 288 V-Gleichspannung zum Laden der Hochvolt-Batterie. Die Glättung der gleichgerichteten Spannung erfolgt für das Hochvolt-Netz über die Hochvolt-Batterie und für das 12 V-Bordnetz über die 12 V-Batterie unter dem Fahrersitz und Kondensatoren in der Leistungselektronik.

# Elektrische Bauteile

## Die Hochvoltbatterie

Der Zugang zur Hochvoltbatterie erfolgt über die Bodenabdeckung des Kofferraums. Sie ist als Modul ausgeführt und beinhaltet verschiedene Komponenten der Hochvoltanlage des Touareg. Das gesamte Modul der Hochvoltbatterie wiegt 85kg und darf nur komplett getauscht werden.

Die Hochvoltbatterie wird in der Serviceliteratur als „Hybridbatterie A38“ bezeichnet.



s450\_058



### Warnhinweis

Schon Wechselspannungen von 25Volt und Gleichspannungen von 60Volt sind für den Menschen gefährlich. Beachten Sie daher unbedingt die Sicherheitsanweisungen in der Service-Literatur, in der geführten Fehlersuche und die Warnhinweise auf dem Fahrzeug. Nur hochvolt-sensibilisiertes und qualifiziertes Personal darf an Hochvoltfahrzeugen Arbeiten verrichten.

Die Hochvoltbatterie ist nicht mit einer herkömmlichen 12 Volt Batterie zu vergleichen. Im regulären Betrieb wird die Hochvoltbatterie zwischen den lockeren Grenzen des Ladezustands von 20% und 85% betrieben. Diese Belastung würde eine 12Volt-Batterie nicht dauerhaft vertragen können.

Die Hochvoltbatterie muss daher als Kurzspeicher des elektrischen Antriebs verstanden werden. Sie kann, wie ein Kondensator, Energie aufnehmen und wieder abgeben. Im Grunde kann also das Rekuperieren, die Energierückgewinnung, als eine Möglichkeit gesehen werden, das Fahrzeug während der Fahrt aufzutanken.

Die Verwendung der Hochvoltbatterie in einem Hybridfahrzeug zeichnet sich durch ein Wechselspiel von Hochvoltbatterie laden (Rekuperation) und entladen (Elektrisch fahren) aus.

### Ein Beispiel:

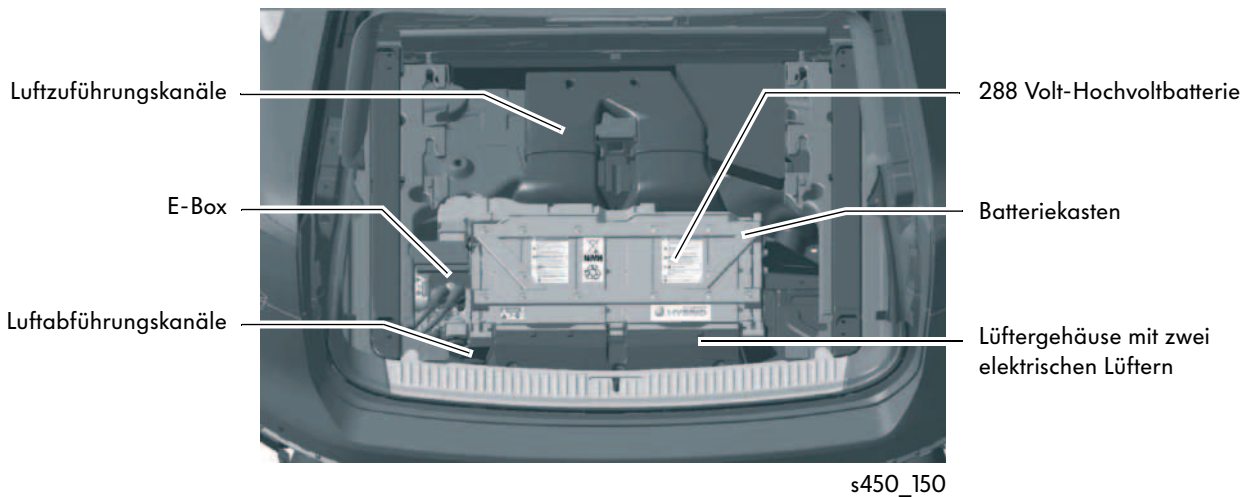
Vergleicht man die Energie der Hochvoltbatterie mit der Energie, die entsteht, wenn Kraftstoff verbrannt wird, so entspricht die Energie, die die Batterie zur Verfügung stellen kann, etwa 200ml Kraftstoff.

Dies zeigt, dass die Batterie auf dem Weg zum reinen Elektrofahrzeug aus Sicht der Speicherfähigkeit von Energie noch optimierungsfähig ist.

## Aufbau

Das Modul der Hochvoltbatterie besteht aus:

- der 288 Volt-Hochvoltbatterie,
- dem Batteriekasten,
- dem Anschluss- und Verteilerkasten (E-Box),
- den Luftzu- und Luftabführungskanälen,
- dem Lüftergehäuse mit zwei elektrischen Lüftern (12V).



Die Hochvoltbatterie ist eine Nickel-Metallhydrid-Batterie. Das Elektrolyt ist gelförmig. Selbst bei großen Löchern im Gehäuse der Batterie würde keine Flüssigkeit austreten.

Die Batterie besteht aus zwei Batteriebanken, die jeweils eine Spannung von 144V besitzen.

Über Schutzschalter werden diese beiden Batteriebanken verbunden und liefern zusammen 288V.

Bei einem Ladezustand von 75% hat sie eine Spannung von etwa 288V.

Die elektrische Ladung beträgt etwa 6,5Ah. Damit beträgt der geladene Energieinhalt der Hochvoltbatterie 1,87kWh.

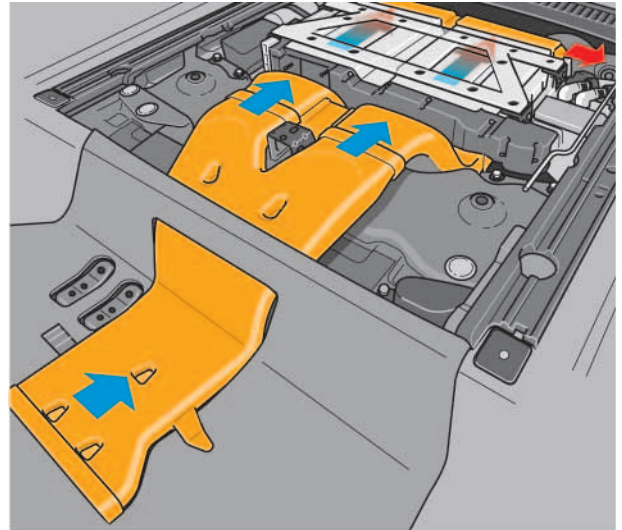
Die Hochvoltbatterie ist luftgekühlt. Zwei Lüfter saugen einen geringen Teil der Luft aus dem Innenraum des Fahrzeuges. Die Abfuhr der angewärmten Luft wird über eine Zwangsentlüftung im hinteren Stoßfänger gewährleistet.

An die Hochvoltbatterie ist die E-Box angeflanscht.

## Die Batteriekühlung

### Aufgabe

Beim Laden einer Batterie werden die chemischen Prozesse, die beim Entladen spontan ablaufen umgekehrt. Bei diesem thermodynamisch erzwungenen Prozess wird Wärme frei, was zu einem Aufheizen der Batterie führt. Kann die Wärme nicht in ausreichendem Maße an die Umgebung abgeführt werden, droht eine Zerstörung der Batterie. Da die Hochvoltbatterie des Touareg einem ständigen Entladen und Laden ausgesetzt ist, können auch hier beträchtliche Wärmemengen entstehen. Dabei ergibt sich neben der möglichen Schädigung der Batterie vor allem ein erhöhter elektrischer Widerstand der beteiligten Leiter, der dazu führt, dass elektrische Energie nicht in Arbeit umgesetzt, sondern als Wärme abgegeben wird. Deshalb besitzt die Hochvoltbatterie eine eigene elektrische Kühlung.



s450\_151

### Aufbau

Kernstück dieses Kühlsystems sind zwei elektrische Kühlerlüfter, die vom Steuergerät für Batteriemangement angesteuert werden. Die beiden Lüfter sind Teil des Hochvoltbatteriemoduls und ziehen einen Teil der Luft aus dem Innenraum durch die Batterie. Sie arbeiten mit der Bordnetzspannung von 12 Volt.

Die Lüfter werden in der Serviceliteratur als:

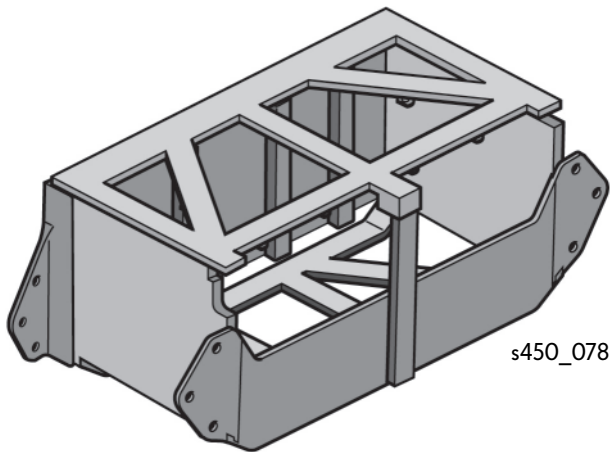
- Lüfter 1 für Hybridbatterie V457 und
  - Lüfter 2 für Hybridbatterie V458
- bezeichnet.

### So funktioniert es

Ermittelt das Steuergerät für Batteriemangement eine zu hohe Batterietemperatur über den Sensorcluster am Batterieanschlusspol, steuert es die beiden Kühlerlüfter an.

Die Luft wird über den Zuführungskanal, der sich unter der Fondsitze befindet, angesogen und der Hochvoltbatterie zugeführt. Die Zellen der Hochvoltbatterie haben zueinander kleine Zwischenräume, durch welche die Luft strömen kann.

Im Anschluss drücken die beiden Lüfter die erwärmte Luft jeweils seitlich in den Kofferraum.



s450\_078

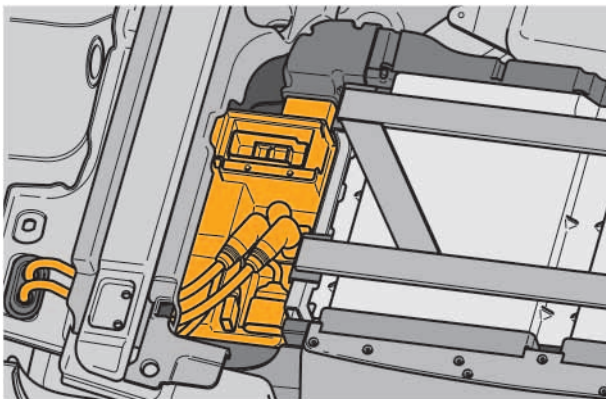
## Der Batteriekasten

Um die Hochvoltbatterie besonders bei einem Heckaufprall zu schützen sind die beiden Batteriebanken von einem Batteriekasten umgeben. Der Rahmen besteht aus geschweißten und geschraubten Aluminiumprofilen. Sie leiten die Aufprallenergie in die Fahrzeugstruktur weiter.

Der Rahmen dient ebenfalls dazu, die gesamte Batterie mit Werkstattmitteln aus dem Kofferraumboden zu heben.



## Der Anschluss- und Verteilerkasten SX1



s450\_057

Der Anschluss- und Verteilerkasten, im Weiteren kurz E-Box genannt, ist links an der Hochvoltbatterie angeflanscht.

### Aufgabe

Über die E-Box wird die Hochvoltbatterie mit der 288Volt-Anlage des Fahrzeuges verbunden. Sie beinhaltet einen Teil der Sicherungssysteme für die Hochvoltanlage und die Überwachungseinrichtung für die Hochvoltbatterie.

### Aufbau

Der Anschluss- und Verteilerkasten (E-Box) beinhaltet:

- das Steuergerät für Batterieregelung J840,
- den Sicherheitsstecker 1 TV44,
- den Wartungsstecker für Hochvoltsystem TW,
- die Schutzrelais (Schütze),
- die Anschlüsse für die zwei Hochvoltleitungen von der Hochvoltbatterie zur Leistungselektronik.

# Elektrische Bauteile

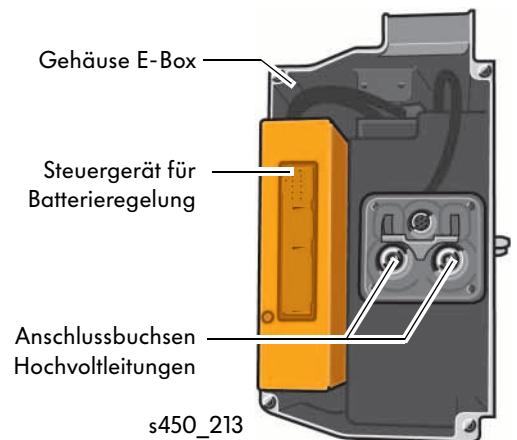
## Steuergerät für Batterieregelung J840

Das Steuergerät befindet sich auf der linken Seite in der E-Box.

### Aufgabe

Das Steuergerät für Batterieregelung überwacht den Lade- und Betriebszustand der Batterie.

Das Steuergerät ermittelt Werte für die Ladung, Entladung und Temperatur der Hochvoltbatterie. Es erfasst die Batterietemperatur und regelt die Batteriekühlung über die elektrischen Kühlerlüfter. Für die Fahrzeugdiagnose legt es auftretende Fehler an der Batterie oder in der E-Box in seinem Fehlerspeicher ab.



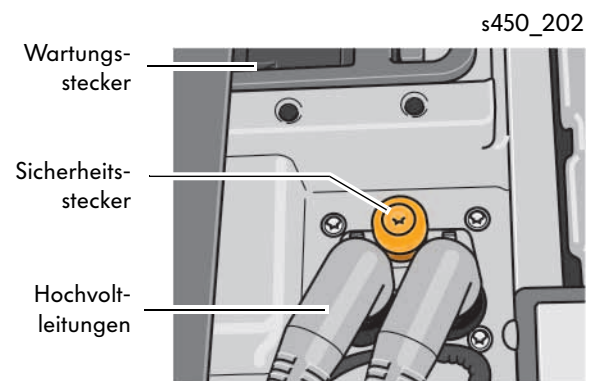
Als Tuningschutz werden von dem Steuergerät alle batterie relevanten Daten gespeichert. Eine Tiefenentladung oder Überhitzung der Hochvoltbatterie kann somit auch später nachvollzogen werden.

## Sicherheitsstecker 1 TV44

Der Sicherheitsstecker befindet sich zwischen dem Wartungsstecker und den Anschlusselementen für die beiden Hochvoltleitungen zur Leistungselektronik.

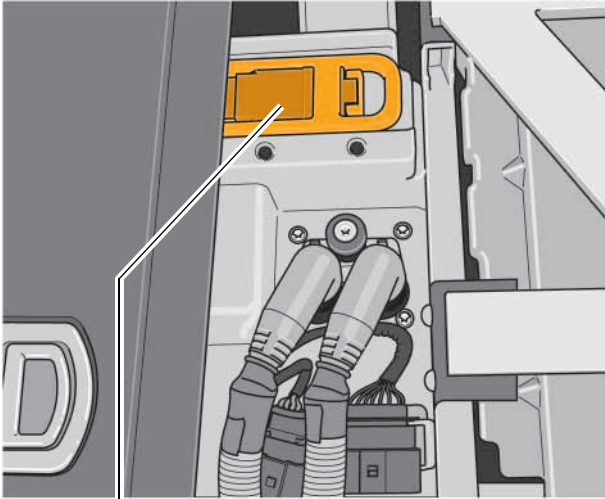
### Aufgabe

Der Sicherheitsstecker funktioniert wie ein Schalter, der in einer elektrischen Schaltung sitzt. Wird der Sicherheitsstecker abgezogen, so ist der Schalter geöffnet und die Sicherheitslinie unterbrochen. Das Hochvoltsystem ist nun deaktiviert. Ist der Sicherheitsstecker gesteckt, so ist der Schalter und damit die Sicherheitslinie geschlossen. Das Überwachungssystem geht davon aus, dass die beiden Hochvoltleitungen an der Hochvoltbatterie gesteckt sind. Das Hybridsystem ist lauffähig.



Der Sicherheitsstecker ist mechanisch mit den Verschlussklinken der Hochvoltleitungen verbunden. Müssen die Leitungen abgezogen werden, muss der Sicherheitsstecker entfernt werden.

## Der Wartungsstecker für Hochvoltssystem TW



Der Wartungsstecker auf der E-Box

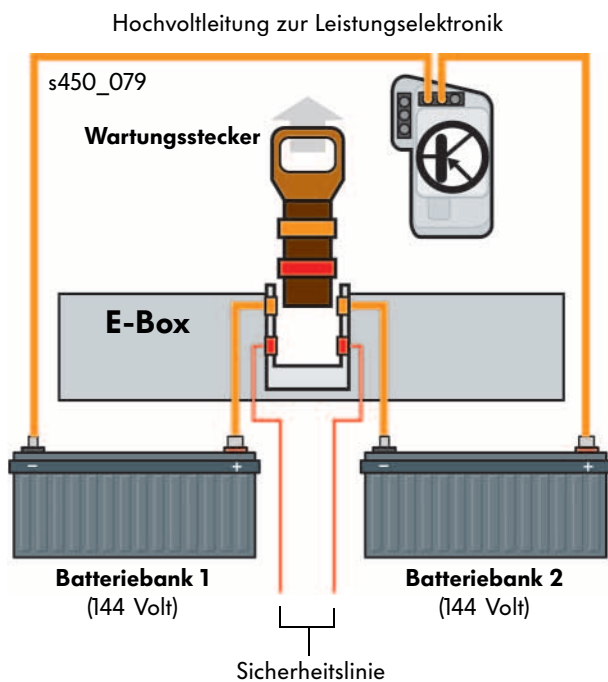
s450\_155

Er befindet sich unter der orangefarbenen Abdeckung in der E-Box.

### Aufgabe

Der Wartungsstecker ist eine elektrische Brücke zwischen den beiden Batteriebänken der Hochvolt-batterie.

Wird der Stecker gezogen, wird die Verbindung getrennt. Die Restspannung im Hochvoltnetz baut sich ab. Das Hochvoltsystem ist dann spannungsfrei. Der Wartungsstecker wird immer dann gezogen, wenn an Hochvoltkomponenten oder in der Nähe von Hochvoltkomponenten mit spannabhebenden, verformenden oder scharfkantigem Werkzeug gearbeitet werden muss.



### So funktioniert es

Entfernen Sie die orangefarbene Gummiabdeckung auf der E-Box.

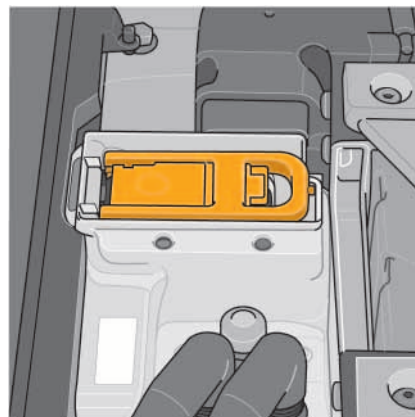
Der Wartungsstecker liegt nun frei. Entriegeln Sie den Wartungsstecker, indem Sie das obere Stück zur Seite ziehen. Dann klappen Sie die Steckeroberseite nach oben. Der Wartungsstecker ist nun entriegelt und kann entfernt werden.

Zur Wiederinbetriebnahme des Hochvoltsystems bringen Sie den Wartungsstecker wieder in Position. Genaue Angaben zum Durchführen der Messungen für die Wiederinbetriebnahme finden Sie in der geführten Fehlersuche.

# Elektrische Bauteile

## Das Entfernen des Wartungssteckers

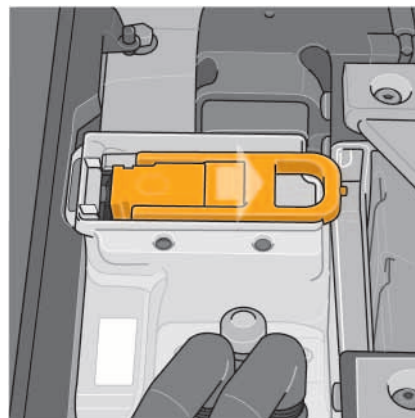
Ein Weg, um die Hochvoltanlage zu deaktivieren, ist den Wartungsstecker zu betätigen, weil er als elektrische Brücke zwischen den beiden Batteriehälften funktioniert. Der Vorgang erfolgt mit zwei definierten Schaltstellungen.



Wartungsstecker gesteckt

s450\_184

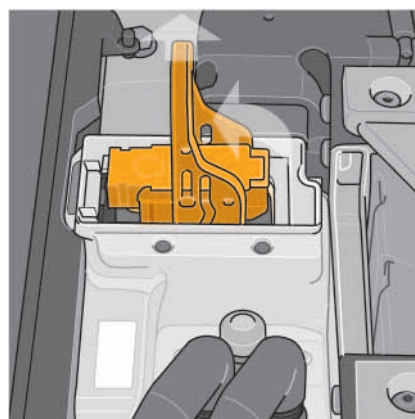
In der ersten Stellung wird die Sicherheitslinie getrennt. Die Schutzrelais (Schütze) werden dann als Notabschaltung geöffnet. Die Sicherheitslinie dient hauptsächlich dem Lichtbogenschutz.



Wartungsstecker in Stellung 1

s450\_185

In der zweiten Stellung wird die Reihenschaltung der zwei Batteriehälften getrennt. Nun kann der Wartungsstecker aus der Halterung gezogen werden. Die Hochvoltanlage ist nun deaktiviert und die Spannungsfreiheit ist zu prüfen.



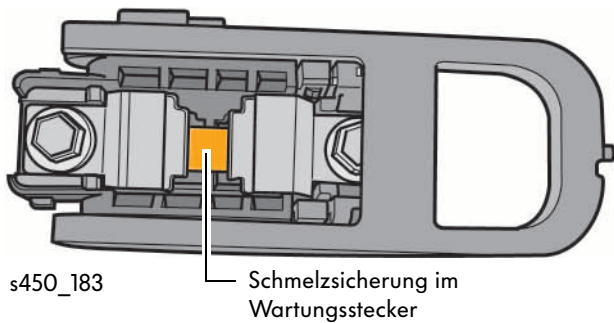
Wartungsstecker in Stellung 2

s450\_186



### Warnhinweis:

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



### Die Sicherung im Wartungsstecker

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

Um die Sicherung zu wechseln, muss der Deckel auf der Oberseite des Wartungssteckers entriegelt werden.



#### Warnhinweis:

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



### Die Schutzrelais

Neben dem Steuergerät für Batterieregelung befinden sich in der E-Box die Schutzrelais oder auch Schütze genannt.

Die Schütze sind eine technische Vorkehrung aus der Elektrotechnik, mit denen das Hochvoltnetz und somit das elektrische Fahrzeugsystem vor Fehlern in einzelnen Netzteilen geschützt wird.

Wird ein Fehlerfall vom Hybrid-Überwachungssystem festgestellt, werden die Schütze geöffnet.

Dies ist zum Beispiel bei einem Unfall mit dem Hybridfahrzeug notwendig. Hier löst das Airbagsteuergerät die Schütze aus.

#### Aufgabe

Die beiden Schutzrelais verbinden die Hochvoltbatterie mit dem Hochvoltnetz. Neben dem Wartungsstecker dienen sie zur Trennung der beiden Bereiche voneinander.

# Elektrische Bauteile

---

## Aufbau

Jedes Relais ist ein elektromagnetisch betätigter Schalter über den ein großer Arbeitsstrom mit einem geringen Steuerstrom an- und abgeschaltet werden kann. Wird die Spule des Relais vom Steuergerät bestromt, wird ein Anker in die Spule gezogen. Durch diese Bewegung wird ein mechanischer Schalter für den Arbeitsstrom geschlossen.

Ist die Spule nicht bestromt, bleibt der Schalter für den Arbeitsstrom geöffnet.

## So funktioniert es



Wird das Bordnetz des Touareg aktiviert, steuert das Steuergerät für Batterieregelung die Schutzrelais an und schaltet so die 288Volt-Anlage ein. Ist die Zündung (Klemme 15) nicht aktiviert, sind die Schütze offen.

Wird die Zündung eingeschaltet werden die Schütze geschlossen.

Eine Abschaltung des 12Volt-Bordnetzes öffnet die Schütze.

## Auswirkungen bei Ausfall

Lassen sich die Schütze nach Einschalten der Zündung nicht schließen, kann das Hochvoltsystem nicht aktiviert werden. Zum einen leuchtet der „Ready“-Schriftzug im Kombiinstrument nicht auf. Zum anderen wird der Verbrennungsmotor nicht starten, da sich die E-Maschine nicht einschalten lässt.

Lassen sich die Schütze nicht öffnen, kann das Hochvoltsystem nicht spannungsfrei geschaltet werden.

Eine mögliche Ursache ist ein „Kleben“ der 288Volt-Schaltkontakte der Schutzrelais.

Dies ist der einzige Fall, bei dem sich das Fahrzeug nicht spannungsfrei schalten lässt.

## Die Hochvolt-Leitungen

Die elektrischen Leitungen der Hochvoltanlage unterscheiden sich deutlich von den Leitungen des übrigen Bordnetzes und der 12Volt-Fahrzeugelektrik. Aufgrund der hohen Spannung und Stromstärken besitzen sie einen deutlich größeren Querschnitt und werden über spezielle Steckkontakte verbunden.

Das Hochvoltssystem besitzt kein elektrisches Potenzial zur Karosserie wie das 12Volt-Bordnetz.

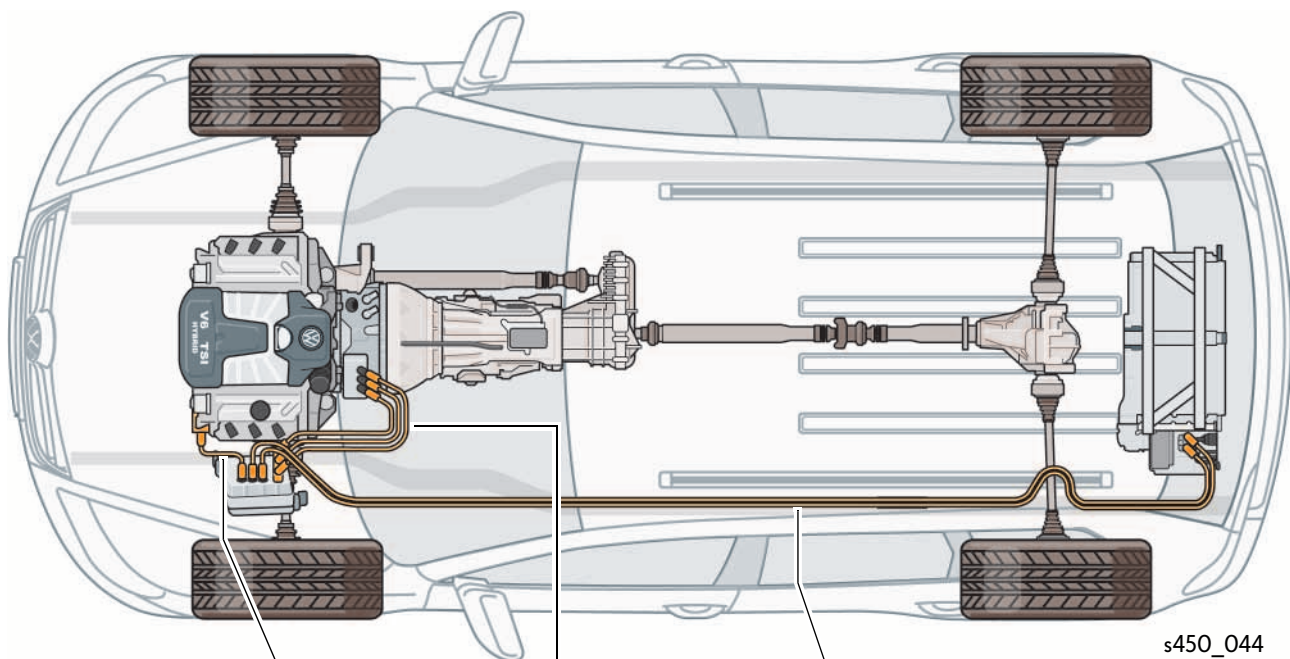
Um auf die Gefahr der hohen Spannung aufmerksam zu machen, sind alle Kabel der Hochvoltanlage komplett orange eingefärbt. Unter allen Herstellern von elektrischen Fahrzeugen ist es abgesprochen, dass alle hochvolt-führenden Leitungen in orange gefärbt sind. Die Hochvoltleitungen sind gegen ein Verpolen gesichert.

Sie können nicht falsch montiert werden, da sie farblich und mechanisch codiert sind.

Das Hochvoltssystem hat eine Potenzialausgleichsleitung. Diese Leitung wird vom Hybridsystem überwacht.

In der Hochvoltanlage werden folgende Leitungsabschnitte gebildet:

- zwei Hochvoltleitungen von der Hochvoltbatterie zur Leistungselektronik,
- drei Hochvoltleitungen von der Leistungselektronik zur E-Maschine,
- eine zweiadrige Hochvoltleitung von der Leistungselektronik zum Klimakompressor.



s450\_044

eine Hochvoltleitung  
von der Leistungselektronik zum Klimakompressor

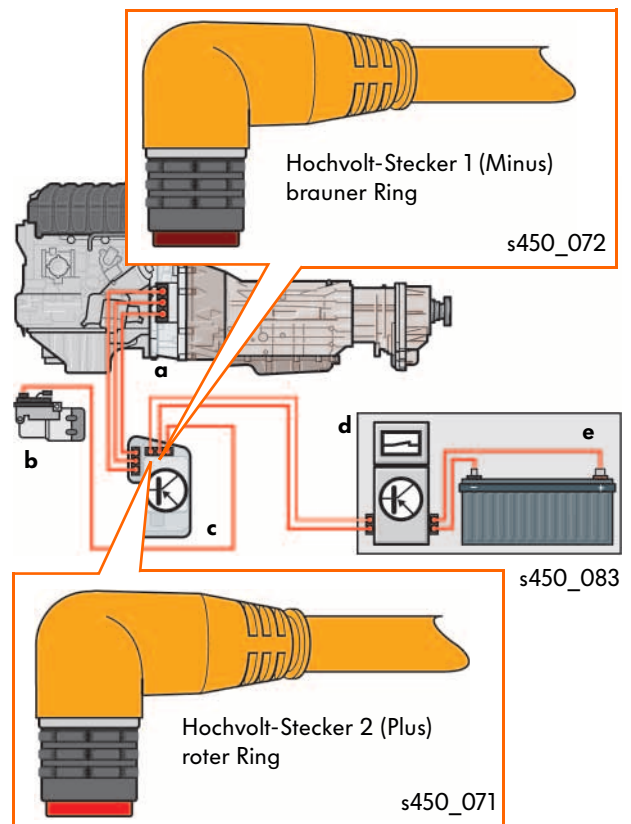
drei Hochvoltleitungen  
von der Leistungselektronik zur E-Maschine

zwei Hochvoltleitungen  
von der Hochvoltbatterie zur Leistungselektronik

# Elektrische Bauteile

## Von der Hochvoltbatterie zur Leistungselektronik

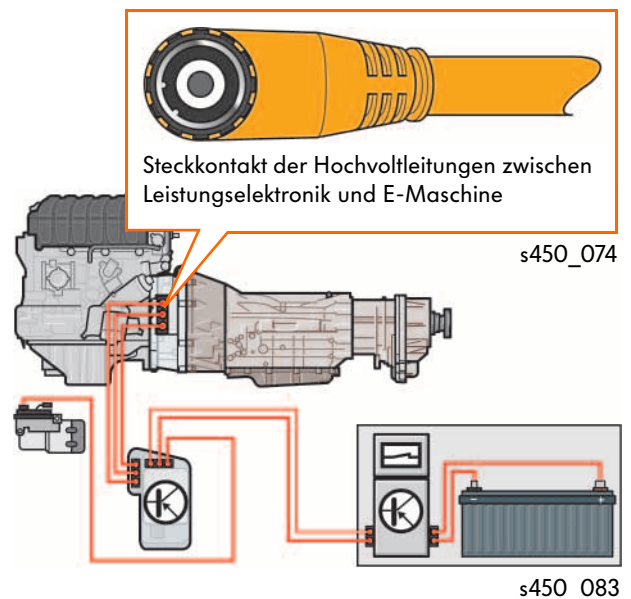
Zwischen der Hochvoltbatterie und der Leistungselektronik werden die elektrischen Ladungen über zwei orangefarbene Hochvoltleitungen ausgetauscht. Beide Leitungen führen ein Potenzial. Es liegt eine Gleichspannung von 288 Volt an. Die Leitungen sind einpolig mit einer Abschirmung ausgeführt.



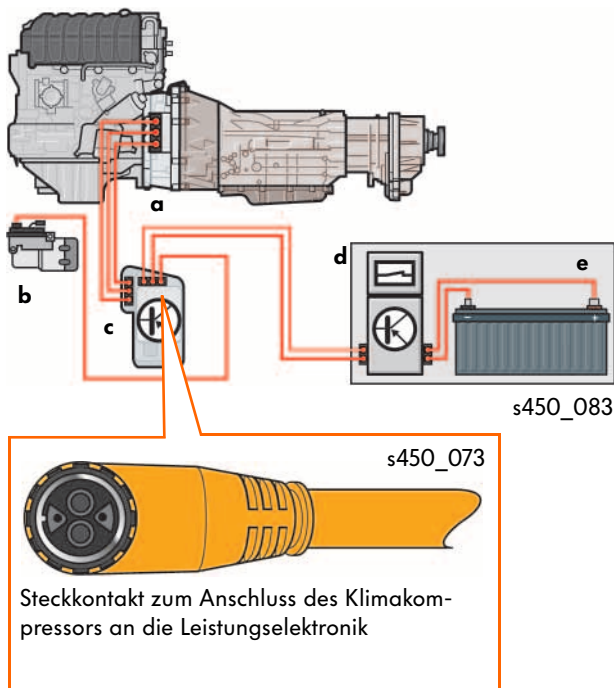
## Von der Leistungselektronik zur E-Maschine

In der Leistungselektronik wird die 288 Volt-Gleichspannung der Hochvoltbatterie durch einen DC/AC-Spannungswandler in eine dreiphasige Wechselspannung (Drehstrom) für den Betrieb der E-Maschine gewandelt. Der Anschluss der E-Maschine an die Leistungselektronik erfolgt über drei kurze Hochvoltkabel. Die Drei-Phasenleitungen sind wie alle anderen farblich und mechanisch markiert und codiert, so dass sie nicht miteinander vertauscht werden können.

Die entsprechenden Bezeichnungen der Leitungen in der Serviceliteratur entnehmen Sie bitte dem Teilekatalog.



## Von der Leistungselektronik zum Klimakompressor



### Legende

- a - Fahrmotor für Elektroantrieb V141 (E-Maschine)
- b - Elektrischer Klimakompressor V470
- c - Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb JX1
- d - Anschluß- und Verteilerkasten SX1 (E-Box)
- e - Hochvoltbatterie

Die Klimaanlage ist durch den Klimakompressor ein Teil der Hochvoltanlage des Touareg Hybrid. Diese neuartige Ansteuerung des Kompressors hat den Vorteil, dass der Fahrzeuginnenraum auch bei Stillstand des Verbrennungsmotors klimatisiert werden kann. In Abhängigkeit des Batterieladestands bleibt die Klimaanlage aktiv. Sinkt die Ladung der Hochvoltbatterie weiter ab, startet das System automatisch den Verbrennungsmotor.

Der Klimakompressor ist über eine Leitung mit der Leistungselektronik verbunden. Durch farbliche und mechanische Markierungen ist ein Vertauschen der Hochvoltleitungen nicht möglich.

Diese Leitung ist zweipolig mit Abschirmung und der Leitung der Sicherheitslinie ausgeführt. Wird einer der beiden Stecker dieser Leitung abgezogen, entspricht dies einem Entfernen eines Sicherheitssteckers. Das Hochvoltsystem wird deaktiviert.



## Das Sicherheitskonzept

Bei unsachgemäßer Handhabung geht von dem Hochvoltstromnetz aufgrund der hohen Spannung von 288 Volt eine Gefährdung aus. Um das Gefahrenpotenzial zu senken und unsachgemäße Arbeiten an der Anlage oder einen unbeabsichtigten Kontakt mit der Hochvoltspannung zu vermeiden, verfügt der Touareg Hybrid über ein umfassendes Sicherheitskonzept

Zu den Komponenten des Sicherheitskonzeptes gehören:

- die elektrische Sicherheitslinie mit Sicherheitsstecker,
- das Zündschloss,
- die Schutzrelais in der E-Box,
- das Airbag Steuergerät,
- der Wartungsstecker,
- das Steuergerät für Batterieregelung.



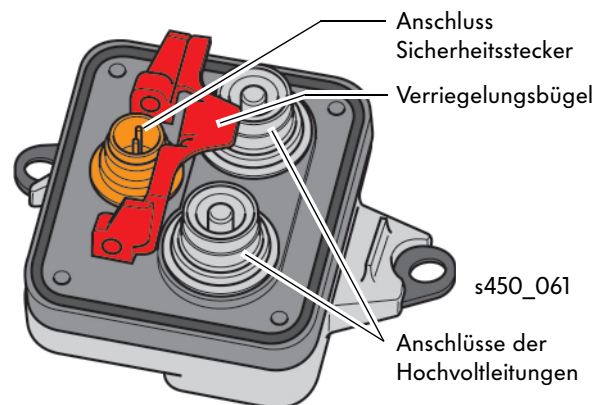
## Die elektrische Sicherheitslinie mit Sicherheitsstecker

Die Sicherheitslinie ist ein Sicherheitskonzept, das eine mechanische und eine elektrische Komponente beinhaltet.

### Aufgabe

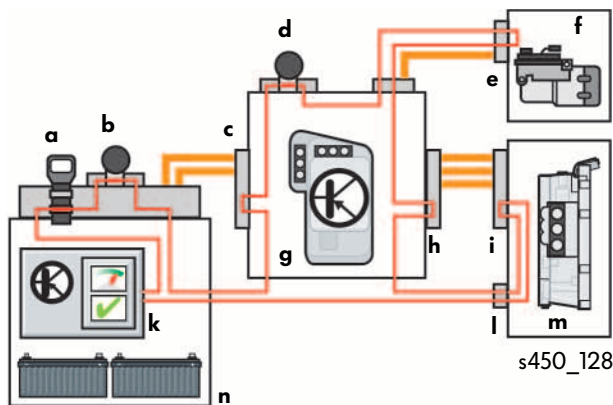
Die Sicherheitslinie gewährleistet, dass das komplette Hochvoltnetz spannungslos geschaltet ist, sobald ein Hochvoltbauteil vom Netz getrennt wird. Zusätzlich bildet der Sicherheitsstecker zusammen mit einem Verriegelungsbügel eine mechanische Verriegelung, die verhindert, dass die Hochvoltleitungen bei anliegender Spannung abgezogen werden.

Die Sicherheitslinie ist wie eine elektrische Schaltung, die durch ihre Sicherheitsstecker geschlossen wird. Wird diese Schaltung durch Entfernen der Sicherheitsstecker geöffnet, schaltet sich das Hochvoltsystem ab. Die Sicherheitsstecker müssen entfernt werden, bevor Hochvoltleitungen aus den Hochvoltkomponenten abgezogen werden können. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass das System nicht unter Spannung steht, wenn die Leitungen gezogen werden.



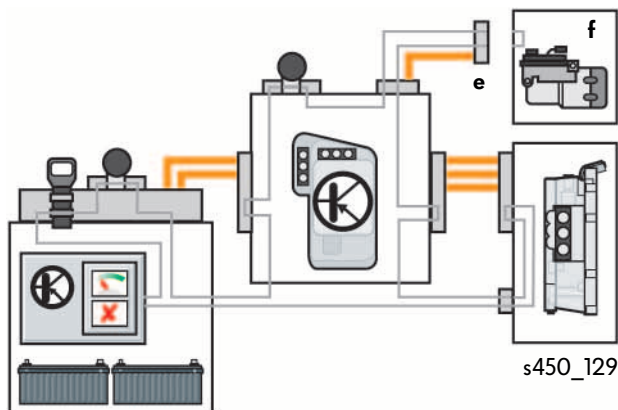
Die Konsole des Sicherheitssteckers mit dem mechanischen Verriegelungsbügel (rot) auf der E-Box bei gezogenem Sicherheitsstecker und abgezogenen Hochvoltleitungen

### Sicherheitslinie geschlossen



Alle Hochvolt-Bauteile sind betriebsbereit.

### Sicherheitslinie unterbrochen



Beispiel: Abziehen der Hochvoltleitung am Kompressor

### Legende

- a - Wartungsstecker
- b - Sicherheitsstecker 1
- c - Traktionsnetz-Verteilerdeckel
- d - Sicherheitsstecker 2
- e - Steckerverbindung Klimakompressor
- f - Klimakompressor
- g - Leistungselektronik
- h - 3-Phasendeckel Leistungselektronik
- i - Anschlussbox E-Maschine
- k - Steuergerät für Batterieregelung
- l - 14-poliger Sensorstecker Motorverkabelung
- m - E-Maschine
- n - Hochvoltbatterie mit E-Box

## So funktioniert die Sicherheitslinie

Alle Bauteile der Hochvoltanlage sind über eine separate Niedervolt-Leitung als Ringleitung miteinander verbunden.

Dabei ist die Verbindung des Bauteils mit der Sicherheitslinie als Unterbrecherkontakt ausgeführt. Sind alle Bauteile betriebsbereit, sind die Unterbrecherkontakte geschlossen. Wird nun eine Spannung an die Sicherheitslinie angelegt, kann Strom fließen, weil die Leitung nicht unterbrochen ist. Der messbare Strom ist also ein Zeichen dafür, dass alle Bauteile der Sicherheitslinie betriebsbereit sind. Die Sicherheitslinie ist in ihrer Funktion vergleichbar mit der Kaltüberwachung bei Glühlampen.



Wird ein Unterbrecherkontakt geöffnet, weil ein Bauteil nicht betriebsbereit ist oder weil der Sicherheitsstecker entfernt worden ist, so ist die Sicherheitslinie unterbrochen. Bei Anlegen einer Spannung kann kein Strom fließen. Dies ist ein Anzeichen dafür, dass die Hochvoltanlage nicht betriebsbereit ist.

Die Überprüfung, ob die Sicherheitslinie geschlossen oder unterbrochen ist, wird von dem Steuergerät für Batterieregelung in der E-Box durchgeführt. Stellt das Steuergerät fest, dass die Linie unterbrochen ist, steuert es die Schutzrelais nicht an und unterbricht so die Verbindung der Hochvoltbatterie mit der Hochvoltanlage.

# Elektrische Bauteile

## So funktioniert die mechanische Verriegelung mit dem Sicherheitsstecker

Zu Beginn dieser Arbeit muss in jedem Fall der Wartungsstecker gezogen werden.  
Diese Arbeit ist nur für einen von Volkswagen qualifizierten Hochvolttechniker zulässig.  
Wird die Hochvoltleitung zur Leistungselektronik mit der E-Box verbunden, muss ein Verriegelungsbügel über die beiden Steckkontakte geschwenkt werden, bevor sich der Sicherheitsstecker einsetzen lässt.  
Das bedeutet im Zusammenspiel mit der Sicherheitslinie, dass die Hochvoltanlage erst bestromt wird, wenn der Sicherheitsstecker gesteckt ist.  
Das Einstecken der Hochvoltanschlüsse geschieht also auf jeden Fall stromlos.

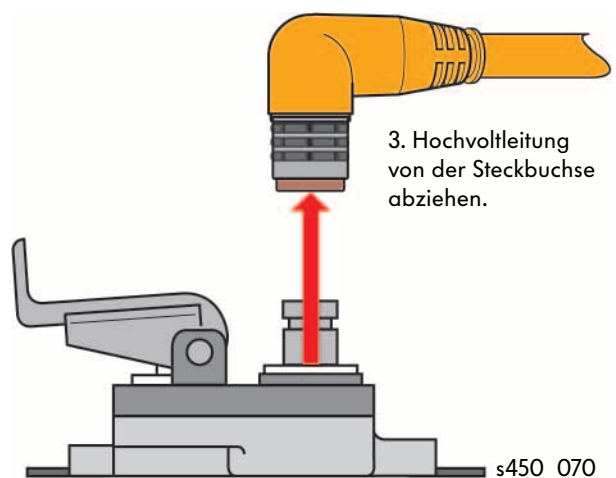
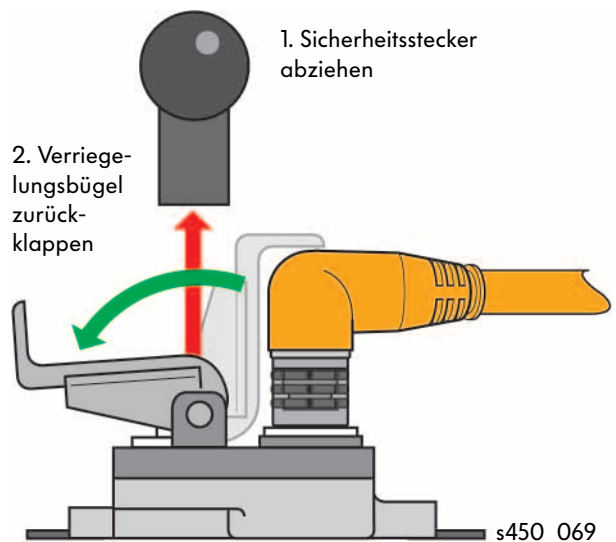
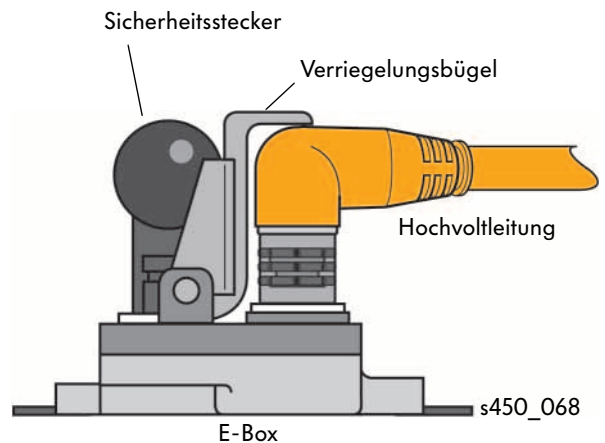
Umgekehrt kann die Hochvoltleitung nur von der E-Box getrennt werden, wenn zuvor der Sicherheitsstecker entfernt worden ist. Erst dann kann der Verriegelungsbügel zurückgeschwenkt werden, um die Steckkontakte der Hochvoltleitung abzuziehen.

Da zuvor der Sicherheitsstecker entfernt werden musste, ist damit die Sicherheitslinie unterbrochen und das Steuergerät für Batteriemangement hat die Hochvoltbatterie über die Schutzrelais abgekoppelt. Dadurch liegt an den Kontakten für die Hochvoltleitung keine Spannung mehr an und es kann nicht zu Stromschlägen beim Abziehen der Hochvoltleitung kommen.



### Achtung!

Diese Arbeit darf nur von einem qualifizierten Volkswagen Hochvolttechniker durchgeführt werden.



## Das Zündschloss

Über die Information „Zündschlüssel ist gesteckt“ gibt das Zündschloss die Anforderung an die Hochvoltanlage in Fahrbereitschaft zu gehen. Für das Steuergerät für Batteriemanagement ist die Information „Zündschlüssel ist gesteckt“ eine Bedingung, die erfüllt sein muss, damit das Steuergerät die Schutzrelais zum Ankoppeln der Hochvoltbatterie an das Hochvoltstromnetz ansteuert. Wird der Zündschlüssel abgezogen, trennt das Steuergerät die Hochvoltbatterie automatisch vom Hochvoltnetz.

## Abschaltmaßnahmen des Steuergeräts für Batterieregelung

Das Steuergerät für Batterieregelung schließt die Schütze sobald die Klemme 15 (Zündung ein) eingeschaltet wurde. Wird die Spannungszufuhr für das Steuergerät für Batterieregelung getrennt, werden die Schütze geöffnet. Bordnetz aus bedeutet, dass die Hochvoltanlage aus ist. Die Feuerwehren können vor Ort Maßnahmen zur Deaktivierung des Hochvoltsystems einleiten.

Die Schütze werden vom Steuergerät für Batterieregelung J840 geöffnet wenn:

- die Zündung deaktiviert wird
- die Sicherheitslinie getrennt wird
- der Gurtstraffer ausgelöst hat
- der Airbag ausgelöst wurde
- die 12V-Batterie vom Bordnetz getrennt wird

## Das Airbag-Steuergerät

Um eine Gefährdung der Insassen und Rettungskräfte durch die Hochvoltanlage im Crashfall zu vermindern, wird das Signal der Crasherkenkung vom Airbag-Steuergerät auch vom Steuergerät für Batterieregelung J840 ausgewertet. Wird ein Crash erkannt, trennt das Steuergerät für Batterieregelung über die Schutzrelais die Hochvoltbatterie vom Hochvoltstromnetz.

In der ersten Crashstufe, nur der Gurtstraffer hat ausgelöst, werden die Schutzrelais geöffnet. Dieser Vorgang ist reversibel. Das heißt, nach Zündungswechsel können die Schutzrelais wieder geschlossen werden.

Wenn in der zweiten Crashstufe die Gurtstraffer und Airbags ausgelöst wurden, ist die Trennung der Hochvoltbatterie zum Hochvoltnetz irreversibel. Das heißt, die Schutzrelais können nicht durch einen Zündungswechsel wieder geschlossen werden. Dieser Vorgang muss mit dem Werkstatt-Testgerät durchgeführt werden.

Die ausgelösten Airbags dienen den Rettungskräften so als Indikator dafür, dass die Schütze im Crashfall geöffnet wurden und das Hochvoltnetz damit von der Hochvoltbatterie abgetrennt ist.



## Die Sensorik der E-Maschine

### Die Geber für Rotorposition

Da der Verbrennungsmotor mit seinen Drehzahlgebern im E-Betrieb von der E-Maschine mechanisch entkoppelt ist, benötigt die E-Maschine eine eigene Sensorik zur Ermittlung der Rotorposition und der Rotordrehzahl. Hierfür sind drei Drehzahlsensoren in die E-Maschine integriert.

Es sind:

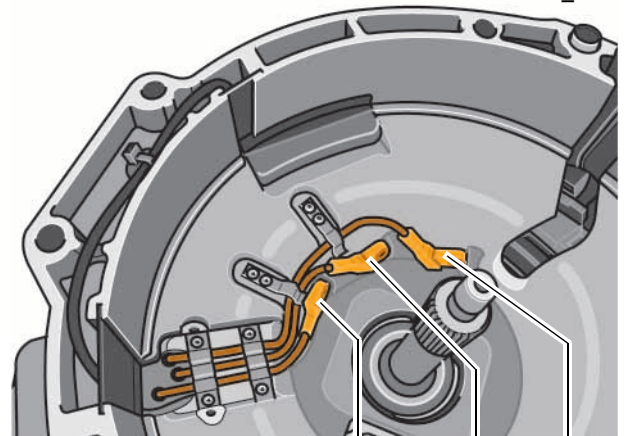
- der Geber 1 für Rotorposition Fahrmotor G713
- der Geber 2 für Rotorposition Fahrmotor G714
- der Geber 3 für Rotorposition Fahrmotor G715

### Signalverwendung

Anhand der Signale dieser insgesamt drei einzelnen Sensoren erhält das Motor- und das Getriebemanagement Informationen darüber, ob und mit welcher Drehzahl sich die E-Maschine dreht. Das Signal wird verwendet, um folgende Komponenten des Hochvoltantriebs zu steuern:

- E-Maschine als Generator
- E-Maschine als Motor
- E-Maschine als Starter des Verbrennungsmotors

s450\_203



Geber 1 für Rotorposition  
Fahrmotor G713

Geber 2 für Rotorposition  
Fahrmotor G714

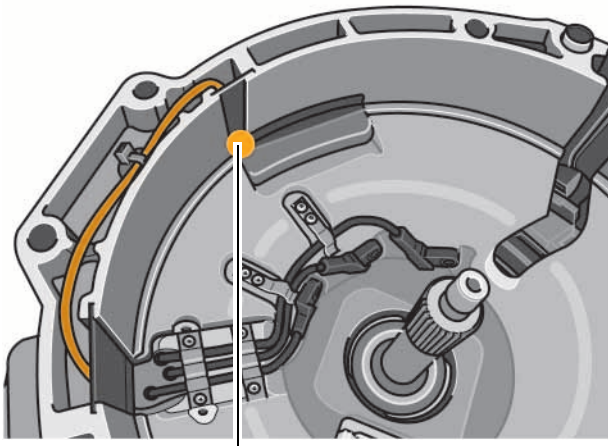
Geber 3 für Rotorposition  
Fahrmotor G715

### Auswirkungen bei Ausfall

Bei Ausfall der Sensoren erscheint im Kombiinstrument die Warnleuchte für das Hybridsystem. Die nächste Werkstatt muss aufgesucht werden. Ein erneuter Motorstart ist nicht mehr möglich. Im Kombiinstrument erscheint außerdem die Aufforderung, den Verbrennungsmotor nicht abzuschalten, um noch eine Werkstatt erreichen zu können.

## Geber für Temperatur Fahrmotor G712

Dieser Sensor ist im Gehäuse der E-Maschine in Kunstharz eingegossen.



Geber für Temperatur Fahrmotor G712,  
eingegossen im Gehäuse der E-Maschine

s450\_204

### Signalverwendung

Er erfasst die Temperatur der E-Maschine. Die Kühlkreisläufe sind Bestandteil des innovativen Thermomanagements. Das Signal des Temperatursensors der E-Maschine wird zur Steuerung der Kühlleistung des Hochtemperaturkreislaufes verwendet. Über eine elektrische Kühlwasserzusatzpumpe und die geschaltete Wasserpumpe des Verbrennungsmotors kann vom stehenden Kühlwasser bis zur vollen Kühlleistung geregelt werden.



### Auswirkungen bei Ausfall

Bei Ausfall des Sensors erscheint im Kombiinstrument die Warnleuchte für das Hybridsystem.  
Die nächste Werkstatt muss aufgesucht werden.  
Das Fahrzeug ist weiterhin fahrbereit, jedoch mit sehr eingeschränktem Hybridantrieb.



### Warnhinweis

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 auf dem Fahrzeug. Nur hochvolt-sensibilisiertes und qualifiziertes Personal darf an Hochvoltfahrzeugen Arbeiten verrichten.

## Die elektrischen Komponenten in der Hybridtechnik

Aufgrund des Fahrbetriebes mit E-Maschine bei ausgekuppeltem und deaktiviertem Verbrennungsmotor müssen die Komponenten, die komfort- und sicherheitsrelevante Aufgaben für den Betrieb des Fahrzeugs haben, elektrisch angetrieben werden. Alle Funktionen, die ein drehender Verbrennungsmotor in einem herkömmlich angetriebenen Fahrzeug gewährleistet, wird im Touareg Hybrid durch Elektromotoren und -pumpen ausgeführt.

Dies ist erforderlich, um auch im E-Betrieb z. B. die Bremsanlage, die Servolenkung, die Getriebehydraulik und die Unterdruckanlage ausreichend mit den erforderlichen Drücken zu versorgen. Je nach Leistungsanforderung und Leistungsaufnahme der Nebenaggregate werden sie entweder dem 12 Volt-Bordnetz oder der 288 Volt-Hochvoltanlage zugeordnet.



### 12 Volt-Komponenten

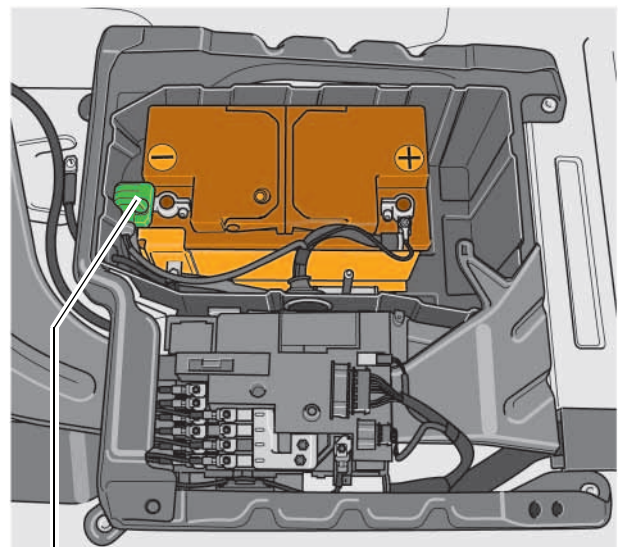
Alle elektrisch angetriebenen Nebenaggregate sind dem 12 Volt-Bordnetz zugeordnet. Lediglich der Klimakompressor ist an das Hochvoltnetz angeschlossen. Alle elektrisch angetriebenen Nebenaggregate sind diagnosefähig.

#### Die 12V-Batterie

Sie ist unter dem Fahrersitz verbaut und versorgt das 12V-Bordnetz mit elektrischer Energie. Das Hybridfahrzeug hat keinen herkömmlichen 12V-Generator. Die Bordnetzversorgung von 12 Volt wird über einen DC/DC-Wandler in der Leistungselektronik von der Hochvoltbatterie zur Verfügung gestellt.

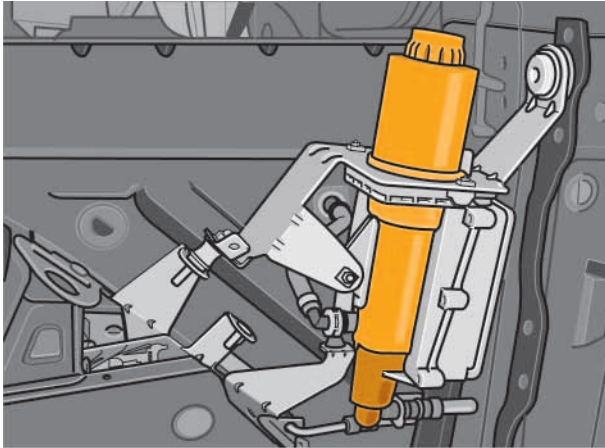
Die Batterieüberwachung erfolgt über das Steuergerät für Batterieüberwachung mit Batteriesensor J367. Es sitzt an der Minusklemme des 12V-Batteriekabels.

Ist die 12V-Batterie entladen, kann sie über die Fremdstartpunkte im Motorraum geladen werden. Die Ladung der Batterie wird genutzt, um die Steuergeräte zu aktivieren, die Hochvoltschutzrelais zu schließen und die Zündung für den Verbrennungsmotor zur Verfügung zu stellen.



J367 Steuergerät für Batterieüberwachung mit Batteriesensor

s450\_160



s450\_159

### Auswirkungen bei Ausfall

Ohne den Druck, den die Elektropumpe aufbaut, können Verbrennungsmotor und E-Maschine nicht mechanisch entkoppelt werden. Ein reiner E-Betrieb des Fahrzeugs ist nicht mehr möglich. Ausschließlich der Verbrennungsmotor kann zum Fahren des Fahrzeugs genutzt werden.

Im Display des Kombiinstrumentes wird eine Hybrid-Warnleuchte angezeigt. Außerdem wird im Display die Aufforderung gegeben, den Verbrennungsmotor nicht abzuschalten, da ein Wiederstart nicht möglich ist.

Die Werkstatt muss aufgesucht werden.

## Der Drucksteller für Trennkupplung K0 N511

Der Drucksteller ist im vorderen linken Radhaus über der Radhausschale verbaut. Bei einem herkömmlichen Touareg befindet sich dort die Zusatzheizung.

### Aufgabe

Der Drucksteller versorgt das Ausrücklager der Einscheiben-Trennkupplung zwischen Verbrennungsmotor und E-Maschine mit dem erforderlichen Hydraulikdruck. Das Reservoir für die hydraulische Flüssigkeit ist der Ausgleichsbehälter für die Bremsflüssigkeit.

Bei deaktivierter Zündung ist die Kupplung geschlossen. Somit kann gleich zum Start des Verbrennungsmotors die E-Maschine den Verbrennungsmotor drehen.

Die Kupplung ist immer geschlossen, wenn der Verbrennungsmotor läuft.

### Aufbau

Der Drucksteller ist ein Spindelaktuator. Über einen elektrischen Motor wird die „Bremsflüssigkeit“ zu dem Ausrücklager der Kupplung gepresst.

Über das Testgerät kann der Drucksteller diagnostiziert und Lernwerte gesetzt werden.

Im Zuge des Wechselintervalls der Bremsflüssigkeit muss auch die Flüssigkeit in der Druckleitung gewechselt werden.



# Elektrische Bauteile

## Die elektrische Lenkhilfpumpe V466

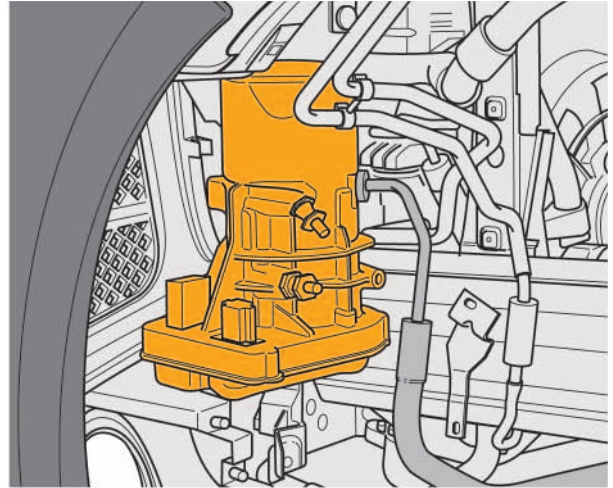
Die Lenkhilfpumpe für die elektrohydraulische Servolenkung sitzt auf einer Konsole am vorderen, linken Radhaus unter dem Scheinwerfer.

### Aufgabe

Sie liefert den bedarfsgeregelten Arbeitsdruck für die Hydraulikanlage der Servolenkung. Die Regelung erfolgt abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit, dem Lenkwinkel und der Geschwindigkeit, mit der das Lenkrad bewegt wird.

### Auswirkungen bei Ausfall

Bei Ausfall der Lenkhilfpumpe steht keine Lenkunterstützung zur Verfügung. Die Lenkung kann jedoch weiterhin mit einem höheren Kraftaufwand betätigt werden.



s450\_067

## Die Kühlmittelpumpe für Hochtemperaturkreislauf V467

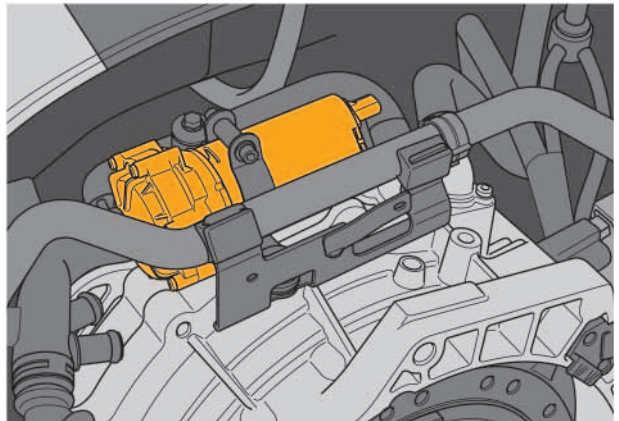
Sie ist Teil des innovativen Thermomanagements (ITM).

### Aufgabe

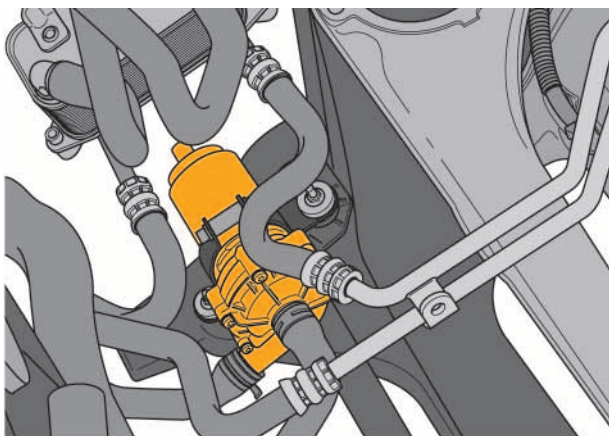
Diese Elektropumpe fördert die Kühlflüssigkeit im Hochtemperatur-Kühlkreissystem. Sie sorgt dafür, dass auch im E-Betrieb eine ausreichende Versorgung mit Kühlmittel und damit ein ausreichender Wärmetransport zu den Kühlern gewährleistet ist.

### Auswirkungen bei Ausfall

Fällt die Pumpe aus erfolgt ein Fehlereintrag im Ereignisspeicher. Die Heizleistung für den Innenraum ist vermindert aber noch funktionsfähig. Alle Ventile des Hochtemperaturkreislaufes werden geöffnet und die Hauptwasserpumpe am Verbrennungsmotor aktiviert. Der Hybridantrieb ist eingeschränkt möglich.



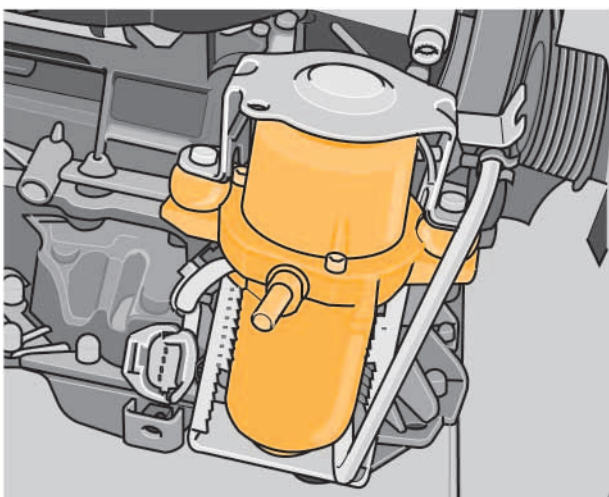
s450\_065



s450\_066

### Auswirkungen bei Ausfall

Fällt die Pumpe aus erfolgt in der Folge der Überhitzung der Leistungselektronik eine Warnmeldung im Kombiinstrument. Der Hybridantrieb ist eingeschränkt möglich. Die Werkstatt ist aufzusuchen.



s450\_190

### Auswirkungen bei Ausfall

Bei defekter Unterdruckpumpe startet der Verbrennungsmotor. Elektrisches Fahren nicht mehr möglich.

## Kühlmittelpumpe für Niedertemperaturkreislauf V468

Die Kühlwasserpumpe sitzt auf dem rechten Längsträger im Motorbereich des Fahrzeugs.

### Aufgabe

Die Elektropumpe fördert den Kühlmittelstrom im Niedertemperaturkreislauf. Der Niedertemperaturkreislauf durchströmt die Leistungselektronik und den Ladeluftkühler des Verbrennungsmotors.



## Die elektrische Unterdruckpumpe V469

Sie ist vorne rechts von unten am Motor verschraubt.

### Aufgabe

Die Unterdruckpumpe für Bremskraftverstärker ist im E-Betrieb allein für die Unterdruckerzeugung zuständig. Damit sorgt sie auch für den erforderlichen Unterdruck für die Bremskraftverstärkung. Beim Start und im Verbrennungsbetrieb kann sie unterstützend laufen. Weiterhin liefert die Unterdruckpumpe das Vakuum für die Steuerung der Blende der geschalteten Wasserpumpe am Verbrennungsmotor. Ein interner Druckspeicher sorgt für einen pulsationsfreien, konstanten Unterdruck.

## Zusatzhydraulikpumpe 1 für Getriebeöl V475

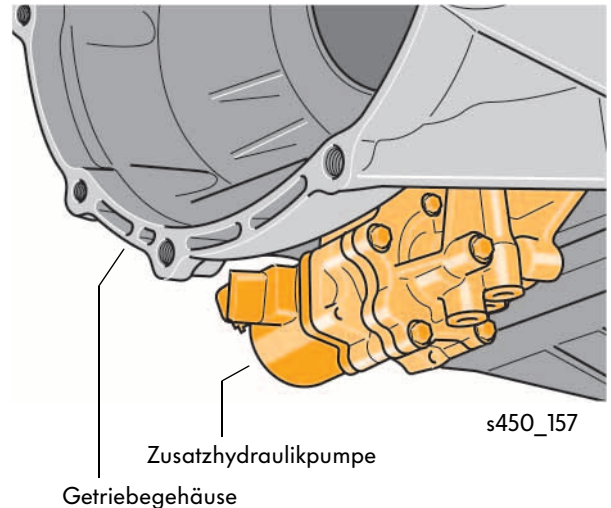
Sie ist unterhalb der Wandlerglocke des Getriebes angebracht.

### Aufgabe

Die Zusatzhydraulikpumpe versorgt das Getriebe beim E-Fahren mit Öldruck. Je nach Betriebsbedingung kann sie im Motorbetrieb auch unterstützend zur ATF-Pumpe anlaufen.

### Aufbau

Sie besteht aus einem Elektromotor, der die Hydraulikpumpe antreibt. Der Elektromotor ist ein bürstenloser Gleichstrommotor. Er besteht aus einem Stator und einem Rotor.



### Auswirkung bei Ausfall

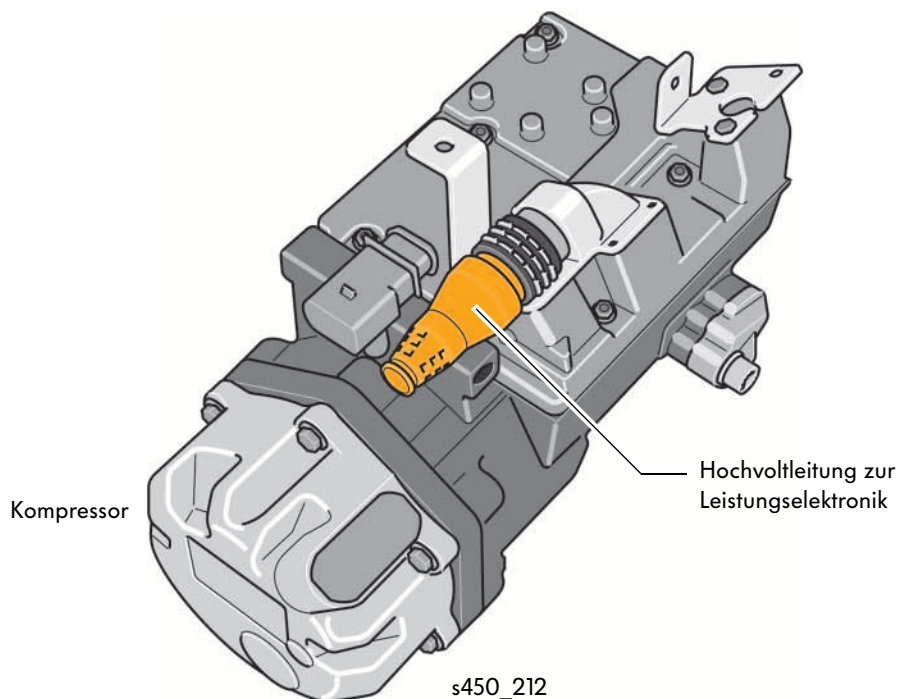
Lagesensoren in der Zusatzhydraulikpumpe erkennen anhand der Drehgeschwindigkeit des Gleichstrommotors, ob eine Störung vorliegt. Die Störung wird dem Getriebesteuergerät gemeldet. Das Getriebesteuergerät J217 fordert vom Motorsteuergerät ein Anlaufen der mechanischen ATF-Pumpe durch den Verbrennungsmotor oder den E-Motor.



Weitere Informationen zur Zusatzhydraulikpumpe finden Sie im Selbststudienprogramm 466 „Das 8-Gang-Automatikgetriebe OC8“.

## 288 Volt-Komponenten

Der Klimakompressor im Touareg Hybrid wird von der Leistungselektronik mit einer Gleichspannung von 288 Volt versorgt.



### Der elektrische Klimakompressor V470

Durch die Anbindung des Klimakompressors an das Hochvoltnetz kann der Kompressor auch beim rein elektrischen Fahren betrieben werden.

Der Innenraum kann auch im Stillstand des Fahrzeugs, also bei deaktiviertem Verbrennungsmotor, klimatisiert werden. Dies geschieht immer in Abhängigkeit des Ladezustands der Hochvoltbatterie.

Die Gleichspannung von 288 Volt wird durch einen im Kompressor integrierten Spannungswandler in eine Wechselspannung umgeformt.



#### Warnhinweis

Bei Arbeiten am Klimakompressor muss die Hochvoltanlage von einem Volkswagen Hochvolttechniker spannungsfrei geschaltet werden. Bei welchen Arbeiten das Hochvoltssystem deaktiviert, also spannungsfrei geschaltet werden muss, entnehmen Sie immer dem Reparaturleitfaden oder der geführten Fehlersuche.

# Elektrische Bauteile

---

## Aufbau

Der Verdichter wird durch einen asynchronen Drehstrommotor angetrieben. Im Kompressor ist ein DC/AC-Spannungswandler integriert.

Die entstehende Wärme im Spannungswandler, Klimakompressor und Drehstrommotor wird durch den Anschluss an das Kühlmittelsystem des Fahrzeuges abgeleitet.

Der Anschluss des Kompressors an das Hochvolt-system ist mechanisch und farblich codiert, so dass die Kabel und Stecker nicht vertauscht werden können. Durch Abziehen des Steckers der Hochvoltleitung am Klimakompressor wird die im Kabel mitgeführte Sicherheitslinie unterbrochen und die Hochvolt-anlage deaktiviert.



## Auswirkungen bei Ausfall

Bei Ausfall des Klimakompressors ist keine Klima-regelung für den Innenraum möglich.

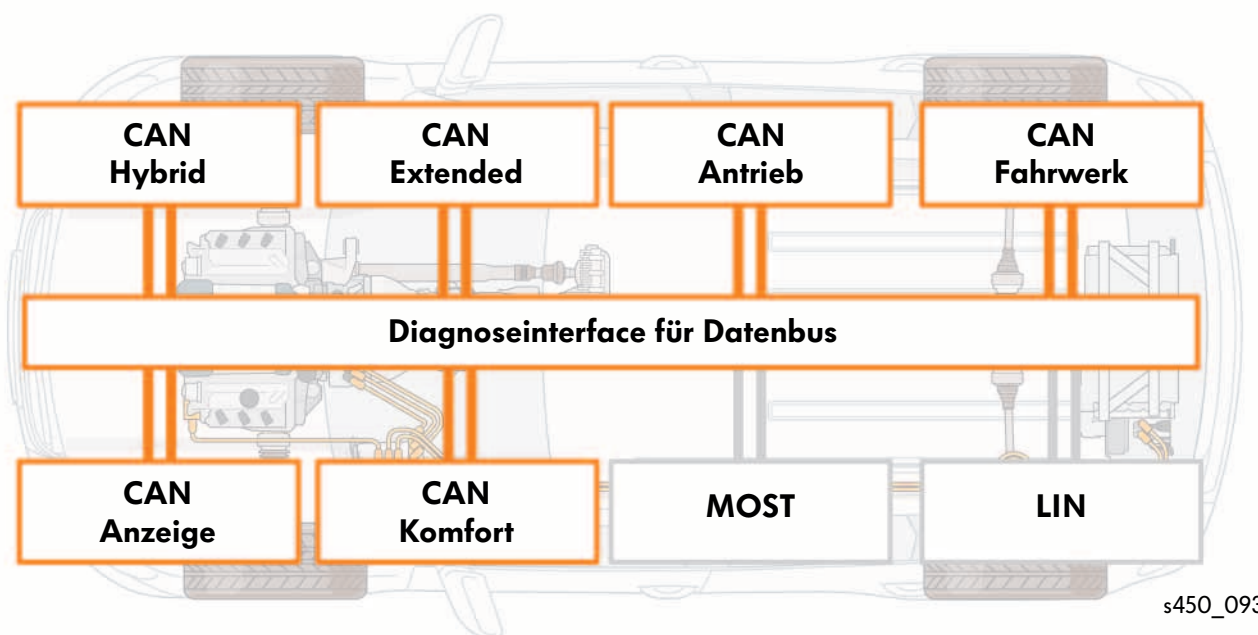
Im Kombiinstrument wird die gelbe Hybrid-Warn-leuchte ausgegeben mit der Aufforderung die nächste Werkstatt aufzusuchen.

## Die Datenbus-Kommunikation

Für die Regelvorgänge beim Wechsel zwischen den unterschiedlichen Betriebsarten des Touareg Hybrid müssen sehr viele verschiedene Fahrzeuginformationen erfasst, ausgewertet und zwischen den unterschiedlichen Fahrzeugsystemen ausgetauscht werden. Hierzu stehen neben den bekannten CAN-Datenbusnetzwerken Antrieb, Komfort und Infotainment weitere CAN-Datenbusnetze wie z. B. CAN-Fahrwerk, CAN-Extended, CAN-Anzeige und CAN-Hybrid zur Verfügung.

Weiterhin werden Informationen aus den Netzwerken MOST und LIN verarbeitet.

Gemeinsame Schnittstelle all dieser Netzwerke ist das Diagnose-Interface für Datenbus (Gateway).



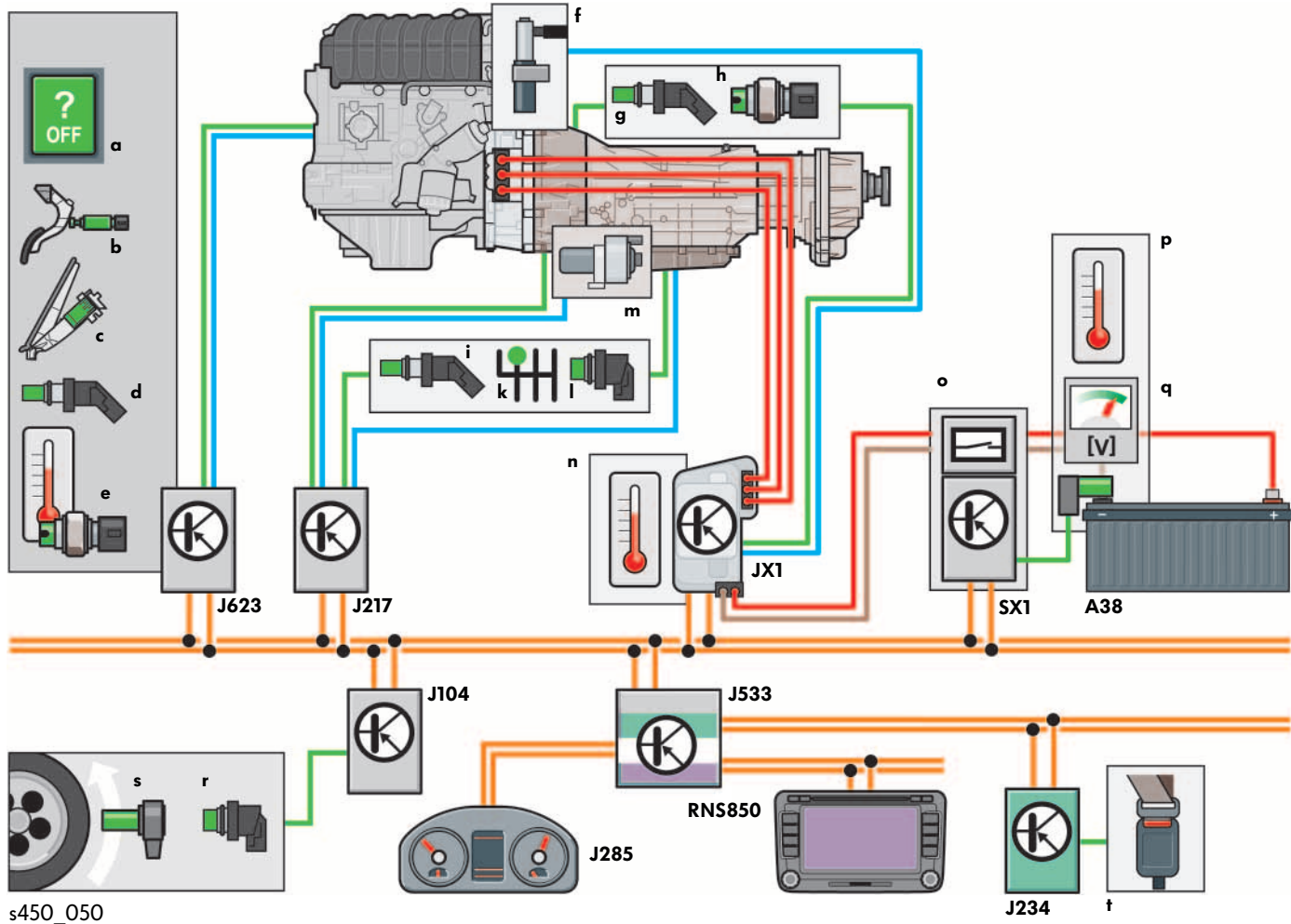
### Legende

- CAN-Antrieb - Kommunikation u. a. von Motormanagement, Getriebemanagement, Airbagsystem
- CAN-Komfort - Kommunikation u. a. von Sitzmemory, Anhängererkennung, Wegfahrsperrung
- CAN-Fahrwerk - Kommunikation u. a. von ABS/ESP, Dämpfer- und Niveauregelung, elektr. Parkbremse, Lenkwinkelsensor
- CAN-Extended - Kommunikation u. a. von Klimakompressor, Leuchtweitenregulierung, Elektrohydraulische Servolenkung
- CAN-Anzeige - Kommunikation u. a. von Kombiinstrument, Einparkassistent, Klimaregelung
- CAN-Hybrid - Kommunikation u. a. von Motorsteuergerät, Spindelaktuators, Leistungselektronik, E-Maschine
- MOST - Kommunikation u. a. von Radio-Navigationsgerät, Kombiinstrument, Audiosystem
- LIN - Kommunikation u. a. von Sitzbelegung, PTC-Regelung, Gebläseregelung



# Systemmanagement

## Das Systemschema



- Eingangssignale
- Ausgangssignale
- CAN-Datenbus
- Hochvoltanlage Plus
- Hochvoltanlage Masse

### Legende Ein- und Ausgangssignale

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| a | E-Betrieb an/aus                                    | m | Hydraulikpumpe Kupplung, Hydraulikdruck<br>Getriebe, Gangschaltung |
| b | Signal Bremsbetätigung                              | n | Temperatur Leistungselektronik                                     |
| c | Signal E-Gas  | o | Hochvolt-Leitungsüberwachung                                       |
| d | Motordrehzahl                                       | p | Batterietemperatur   |
| e | Motortemperatur                                     | q | Spannungsüberwachung   |
| f | Kupplungsbetätigung<br>Verbrennungsmotor/E-Maschine | r | Hydraulikdruck Bremsanlage, Bremsdruck                             |
| g | Drehzahl E-Maschine                                 | s | Raddrehzahlerfassung   |
| h | Temperatur E-Maschine                               | t | Gurterkennung  |
| i | Getriebedrehzahl                                    |   |  |
| k | Gangerkennung                                       |   |  |
| l | Temperatur Getriebehydraulik                        |   |  |

Das dargestellte Systemschema zeigt eine Auswahl an Bauteilen und Signalen, die für den Fahrbetrieb mit der E-Maschine benötigt werden. Tatsächlich werden, wie zuvor dargestellt, eine Fülle von weiteren Ein- und Ausgangssignalen zwischen allen am Fahrbetrieb beteiligten Fahrzeugsystemen ausgetauscht, z. B. für den Betrieb von Heizung und Klimaanlage, Servolenkung, Bremsanlage etc.

Besonders wichtig ist die Abstimmung der Fahrzeugsysteme beim Wechsel von E-Betrieb auf Verbrennungsmotor und umgekehrt, damit verbundene Änderungen im Antriebsmoment sich nicht negativ auf den Fahrkomfort auswirken. Das bedeutet, besonders das Motormanagement, das Getriebemanagement und die Hybridregelung sind genauestens aufeinander abgestimmt.

Beim Wechseln zwischen Elektrobetrieb und Verbrennungsbetrieb wechselt auch die Priorität zwischen Motorsteuergerät und Leistungselektronik. Im Verbrennungsbetrieb ist das Motorsteuergerät das übergeordnete Steuergerät. Im E-Betrieb ist die Leistungselektronik dem Motorsteuergerät übergeordnet.

Das Systemmanagement des Hybridantriebs kommuniziert über vier Wege mit dem Fahrer:

- über den Touchscreen des Radio- und Navigationsgerätes (RNS 850)
- hybridspezifische Kontrollleuchten im Schalttafeleinsatz
- Textmitteilungen im Display des Schalttafeleinsatzes
- Fahrzustandsbeschreibungen im Display des Schalttafeleinsatzes



#### **Legende elektrische Bauteile**

A38	Hochvoltbatterie
J623	Motorsteuergerät
J217	Steuergerät für automatisches Getriebe
JX1	Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb
SX1	Anschluss- und Verteilerkasten (E-Box)
J104	Steuergerät für ABS
J285	Steuergerät im Schalttafeleinsatz
J533	Diagnoseinterface für Datenbus
J234	Steuergerät für Airbag
	Radio und Navigationssystem RNS 850

## Das innovative Thermomanagement

Mit Einführung der neuen Motorsteuergeräte-Generation MED 171.6 mit Dreifachprozessor konnte auch das innovative Thermomanagement realisiert werden. Es hat zum Ziel, den Verbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emission durch einen optimierten Wärmehaushalt des Fahrzeuges weiter zu senken. Optimierter Wärmehaushalt bedeutet, alle thermisch belasteten und an das Kühlsystem angeschlossenen Teile und Baugruppen, wie Motor oder Getriebe in einem für ihren Wirkungsgrad optimalen Temperaturbereich zu halten. Im Touareg Hybrid ist das Kühlsystem in einen Niedertemperatur- und einen Hochtemperatur-Kreislauf aufgeteilt. Neben den zusätzlichen elektrischen Kühlmittelpumpen besitzt das innovative Thermomanagement eine geschaltete Hauptkühlmittelpumpe, über die der Förderstrom der erforderlichen Kühlleistung angepasst werden kann.

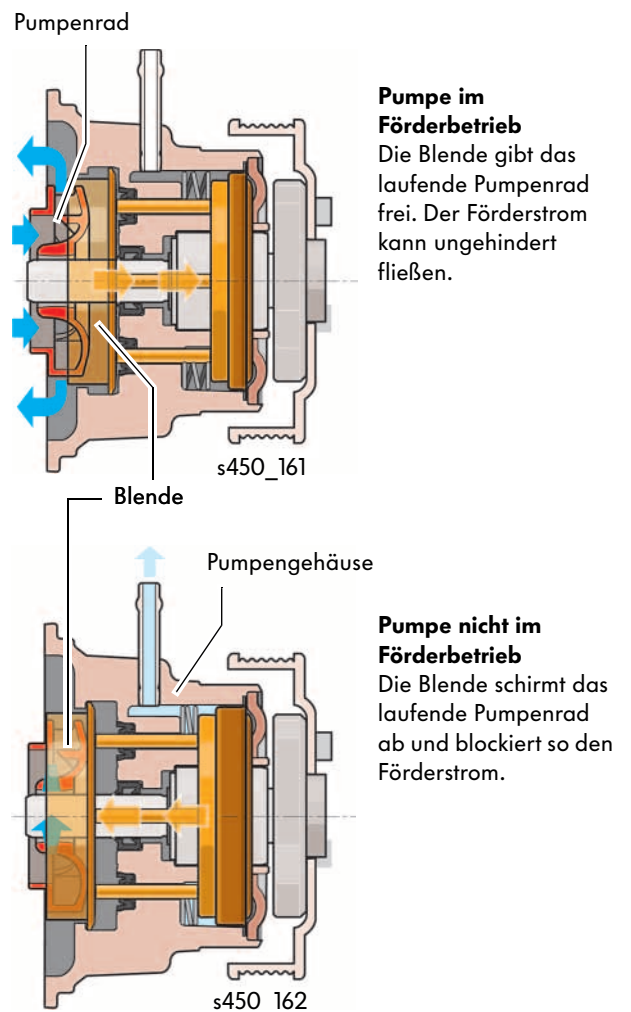
### Die geschaltete Kühlmittelpumpe am Verbrennungsmotor

#### Aufgabe

Über die geschaltete Kühlmittelpumpe kann der Förderstrom des Kühlmittels im Hochtemperatur-Kühlkreislauf unabhängig von der Motordrehzahl beeinflusst werden.

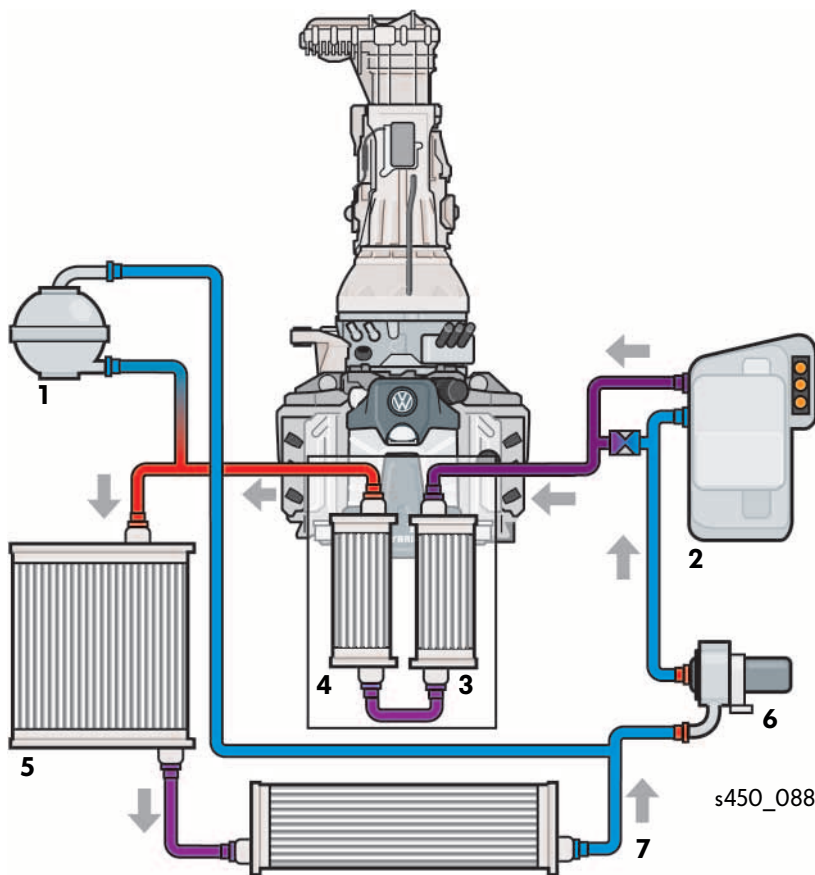
#### Aufbau

Die geschaltete Kühlmittelpumpe unterscheidet sich von der ungeschalteten durch eine Blende, die mit Hilfe eines Unterdruck-Stellelementes über das Förderrad der Pumpe gefahren werden kann. So wird der Förderstrom an Kühlmittel je nach Erfordernis eingestellt. Es können Volumenströme im Kühlkreislauf beginnend mit stehendem Wasser bis zu voller Förderleistung erzeugt werden.



Weitere Informationen zur Zusatzhydraulikpumpe finden Sie im Selbststudienprogramm 452 „Der 3,0l-V6-245kW-TSI-Motor mit Kompressor im Touareg Hybrid“.

## Der Niedertemperatur-Kühlkreis



### Legende

- 1 Kühlmittel-Ausgleichsbehälter
- 2 Leistungselektronik
- 3 Ladeluftkühler 1
- 4 Ladeluftkühler 2
- 5 Niedertemperaturkühler 1
- 6 elektrische Niedertemperatur-Kühlmittelpumpe
- 7 Niedertemperaturkühler 2

### Aufgabe

Der Niedertemperatur-Kühlkreislauf durchströmt die Komponenten, die keine hohe Temperatur für ihren Betrieb erfordern oder vertragen.

### Aufbau

Beim Touareg Hybrid sind in diesem Kühlkreis die beiden Ladeluftkühler des Verbrennungsmotors und das Gehäuse der Leistungselektronik der 288Volt-Anlage eingebunden. Die Wärmeabgabe an die Umwelt erfolgt über zwei Niedertemperatur-Kühlelemente als Wärmetauscher.

### So funktioniert es

Die Regelung der Temperatur in diesem Kreis wird auch vom innovativen Thermomanagement im Motorsteuergerät vorgenommen. Sie verläuft jedoch unabhängig von der Regelung im Hochtemperaturkreislauf. Der Förderstrom in diesem Kühlmittelkreislauf wird ausschließlich von der elektrischen Niedertemperatur-Kühlmittelpumpe aufrechterhalten. Der Niedertemperaturkreislauf arbeitet mit dem gleichen Kühlmittel wie der Hochtemperaturkreislauf.



## Der Hochtemperatur-Kühlkreis

Der Hochtemperatur-Kühlkreis umfasst die Motor- und Getriebekühlung, die Kühlung der E-Maschine, die Motoröl-Kühlung sowie den Wärmetauscher der Heizungs- und Klimaanlage.

### Aufbau

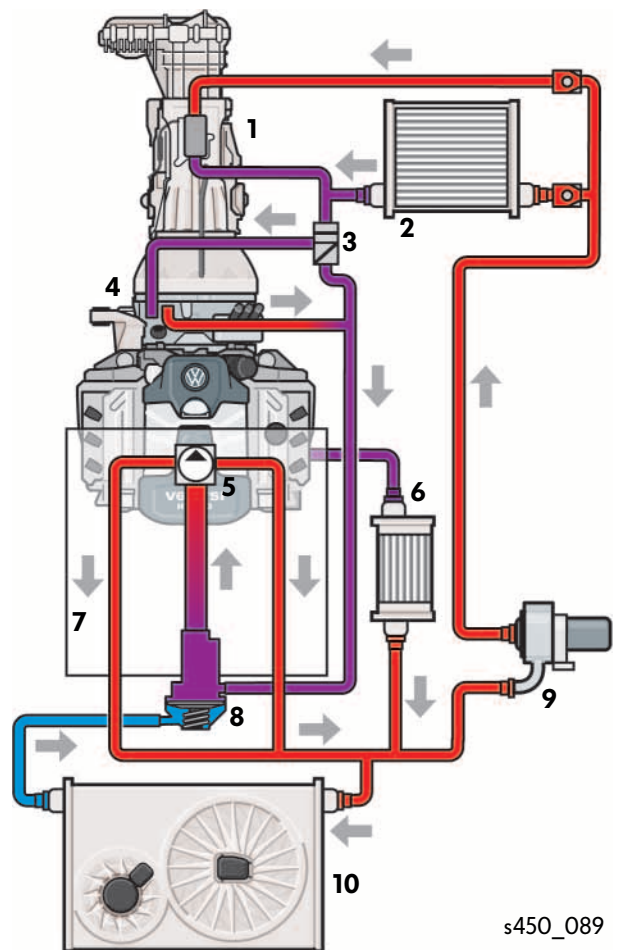
Um die hohe Funktionalität des innovativen Thermomanagements zu erzielen, besitzt dieser Kühlkreis neben der geschalteten Hauptkühlmittelpumpe am Verbrennungsmotor eine elektrische Zusatzkühlmittelpumpe und ein Schaltventil.

### So funktioniert es

Je nach Betriebsbedingung wird der Volumenstrom an Kühlmittel verringert, um z. B. ein schnelleres Aufheizen des Zylinderkopfes zu erreichen. In diesem Fall wird der Volumenstrom der Hauptkühlmittelpumpe unterbunden. Muss hingegen eine große Wärmemenge zu dem Kühler abgeführt werden, wird der Volumenstrom der Hauptkühlmittelpumpe durch Zuschalten der elektrischen Zusatzkühlmittelpumpe erhöht. Mit Hilfe des Schaltventils kann die E-Maschine bis zum Erreichen ihrer optimalen Betriebstemperatur vom Kühlkreislauf ab- bzw. angekoppelt werden.

Es kann auch der Fall auftreten, dass bei abgeschalteter Hauptkühlmittelpumpe zunächst nur die elektrische Pumpe fördert bis die zulässigen Temperaturgrenzwerte z. B. im Zylinderkopf überschritten werden. Erst dann beginnt die Hauptkühlmittelpumpe wieder zu fördern.

Das innovative Thermomanagement reagiert also sehr flexibel auf die Temperaturanforderungen und Temperaturbedingungen im Fahrzeug.



s450\_089

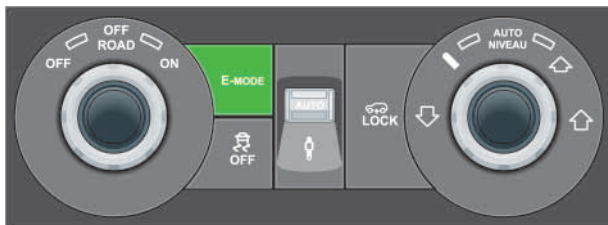
### Legende

- 1 Getriebevorwärmung
- 2 Wärmetauscher Heizung
- 3 Schaltventil
- 4 E-Maschine
- 5 schaltbare Kühlmittelpumpe
- 6 Motoröl-Kühler
- 7 Motorkühlkreis
- 8 Kühlmittel-Thermostat
- 9 elektrische Hochtemperatur-Kühlmittelpumpe
- 10 Kühlmittelkühler

# Die Anzeige- und Bedienelemente für das Fahren im Hybridbetrieb

Für die Bedienung und Anzeige des Elektrofahrbetriebes verfügt der Touareg Hybrid über:

- die Anzeige im Radio-Navigationsgerät RNS 850
- die Anzeige im Schalttafeleinsatz
- den Taster für Vorrangschaltung Elektrofahrbetrieb



s450\_106

## Auswirkungen bei Ausfall

Ein Ausfall hat keine Auswirkung auf den Hybridantrieb. Lediglich die Zusatzfunktion des erweiterten elektrischen Fahrens ist nicht mehr möglich.

## Taster für Vorrangschaltung Elektrofahrbetrieb E709

Die E-Fahrtaste (E-Mode-Taste) befindet sich in dem Tastermodul zwischen den beiden Drehschaltern für die Fahrwerksregelung auf der Mittelkonsole. Die Größe und Position des Tasters innerhalb des Tastermoduls variiert je nach Ausstattung des Fahrzeuges z. B. mit oder ohne Luftfederung.

## Signalverwendung

Mit dem Taster kann der Fahrer die Grenzen des elektrischen Fahrens aufweiten. Die Idee dahinter ist, dass Hybridfahrer morgens geräuschlos ihr Wohngebiet verlassen können, wenn sie sich auf den Weg zur Arbeit machen. Die Mindesttemperaturschwelle des Verbrennungsmotors wird durch die E-Taste herabgesetzt. Es ist früher möglich, elektrisch mit dem Hybridfahrzeug zu fahren.



# Systemmanagement

## Die Anzeige im Schalttafeleinsatz

Der Elektrofahrbetrieb (E-Fahren) wird auch im Schalttafeleinsatz angezeigt. Das Symbol für die Hochvoltbatterie und die auf die Räder gerichteten Pfeile zeigen an, dass der Antrieb über die Hochvoltbatterie und die E-Maschine erfolgt.

Alle anderen Fahrzustände zeigt das Display im Schalttafeleinsatz ebenfalls an. Die Darstellungen werden lediglich entsprechend des Fahrzustandes angepasst.



s450\_163

Tritt ein Fehler im Hochvoltsystem auf, wird eine Warnleuchte ausgegeben. Diese Warnleuchte kann in den Farben Orange, Rot oder Schwarz aufleuchten. Je nach Art des Fehlers im Hochvoltsystem wird die entsprechende Farbe und ein Aufforderungstext angezeigt.




Erkennt das Hochvoltsystem, dass die Leistung von 34kW der E-Maschine zum Antrieb des Fahrzeugs ausreicht, wird der Verbrennungsmotor ausgeschaltet. Der Fahrer bemerkt diesen Abschaltvorgang nur über einen auf Null fallenden Drehzahlmesser.

Das Abschalten des Verbrennungsmotors während der Fahrt ist geschwindigkeitsunabhängig. Somit kann auch bei einer Geschwindigkeit von zum Beispiel 110km/h der Drehzahlmesser plötzlich auf Null fallen.



s450\_164



Zeichen	Meldung	Bedeutung
 s450_165	Hybridsystem derzeit nicht verfügbar. E-Mode zur Zeit nicht verfügbar. Starten Sie den Verbrennungsmotor.	Die Fahrt kann im Verbrennungsbetrieb fortgesetzt werden.
 s450_166	Fehler Hybridsystem: Fahrzeug an einem sicheren Ort anhalten!	Das Fahrzeug ist nicht mehr fahrbereit.
 s450_167	Fehler Hybridsystem: Werkstatt!	Das Fahrzeug ist noch fahrbereit.

## Die Systemanzeige im Radio- und Navigationsgerät RNS 850

Der Touareg Hybrid wird mit dem Radio- und Navigationsgerät RNS 850 ausgeliefert. Es bietet die Möglichkeit, sich über den Touchscreen des Gerätes Informationen zum Fahren mit Verbrennungsmotor oder E-Maschine anzeigen zu lassen.



s450\_191

Drucktaste „CAR“

### Anzeige der Betriebsart

Durch die Drucktaste „CAR“ des RNS 850 gelangt man in den Anzeigemodus, der die aktuelle Betriebsart darstellt. Die dort wiedergegebenen Informationen betreffen:

- den Energiefluss im Antriebsstrang
- den Ladezustand der Hochvoltbatterie (Taste „Bordcomputer“)
- die voraussichtliche Reichweite des Verbrennungsmotors in Abhängigkeit des Tankinhalts

## Die Ladekontrolle

In der Systemanzeige ist eine stilisierte Batterie abgebildet über die der Ladezustand der Hochvoltbatterie angezeigt wird.



### Hochvoltbatterie voll

Nach einer langen Bremsphase durch das regenerative Bremsen könnte beispielsweise die Hochvoltbatterie bis zu diesem Wert gefüllt worden sein.



### Ladezustand halb voll

Durch das elektrische Fahren oder den Betrieb des elektrischen Klimakompressors kann z. B. die Hochvoltbatterie entladen werden. Die Entladung wird durch ein Absinken des Hochvoltbatterieladezustands angezeigt.



### Ladezustand an der unteren Grenze

Wurde die Hochvoltbatterie entladen, startet bei dieser Anzeige der Verbrennungsmotor selbsttätig, damit die Hochvoltbatterie wieder geladen wird. Dieser Fall kann z. B. bei langem E-Fahrbetrieb oder sehr langer Standzeit mit laufender Klimaanlage eintreten.

s450\_116

s450\_117

s450\_118



# Systemmanagement

Durch Druck auf das Textfeld „Hybrid“ und Auswahl des Eintrages „Energiefluss“ wird das jeweils aktuelle Energiefluss-Display im Touchscreen angezeigt.

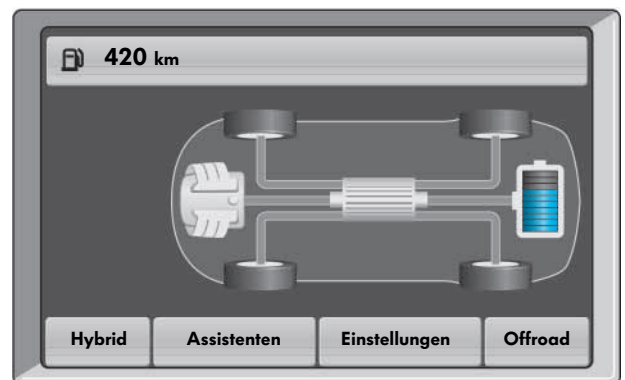
## Fahrzeug aktiv und Klimaanlage an

### Situation

Bei eingeschalteter Zündung kann sich der Nutzer dieses Schaubild im Display des RNS 850 anzeigen lassen. Das Fahrzeug ist fahrbereit, befindet sich jedoch im Stillstand. Die READY-Leuchte ist aktiviert. Die Klimaanlage kann je nach Wunsch der Fahrzeuginsassen aktiviert werden.



s450\_207



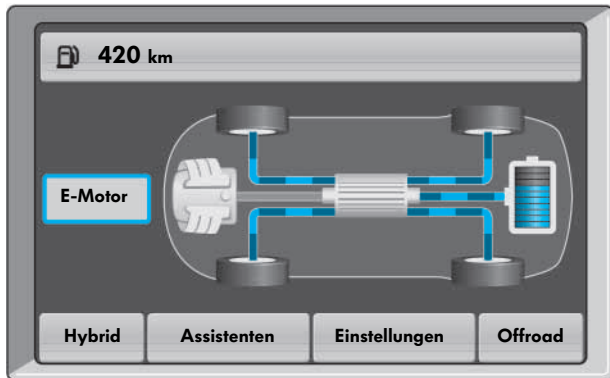
s450\_192

### Systemanzeige

Nur die Hochvoltbatterie ist im Display farblich hervorgehoben und zeigt den Ladezustand der Hochvoltbatterie an.

### Primäre Systembedingungen

- Der Ladezustand der Hochvoltbatterie ist ausreichend.
- Das Fahrzeug steht.
- Der Zündschlüssel steckt.
- Das Fahrzeug ist elektrisch fahrbereit  
-> Der grüne READY-Schriftzug leuchtet im Display des Schalttafeleinsatzes.



s450\_194

## Fahrt nur mit Elektromotor (E-Maschine)

### Situation

Hat die Hochvoltbatterie einen ausreichenden Ladezustand, sind die Fahrwiderstände klein und der Gaspedalwert gering, fährt das Fahrzeug im E-Fahrbetrieb.

Das Fahrzeug wird nur mit der E-Maschine angetrieben. Der Verbrennungsmotor ist über die Trennkupplung mechanisch entkoppelt.

### Primäre Systembedingungen

- Der Ladezustand der Hochvoltbatterie ist ausreichend.
- Das Fahrzeug ist elektrisch fahrbereit
  - > Der grüne READY-Schriftzug leuchtet im Display des Schalttafeleinsatzes.
- Die Fahrzeurtüren sind geschlossen.
- Sicherheitsgurte sind angelegt.
- Die elektronische Parkbremse ist ausgeschaltet.
- Der Gangwählhebel befindet sich in der Stellung R, D, S oder Tiptronic.
- Die Fahrwiderstände sind klein
  - > Geringer Rollwiderstand  
Fahrzeug ist nicht zu sehr beladen
  - > Geringer Steigungswiderstand  
Fahrzeug fährt auf einer Ebene
  - > Geringer Luftwiderstand  
Fahrzeuggeschwindigkeit ist relativ gering.
- Kühlmittel des Verbrennungsmotors hat etwa 30°C oder
- die Taste für erweiterten Elektrofahrbetrieb wurde betätigt.

### Systemanzeige

Der Ladezustand der Hochvoltbatterie wird angezeigt. Blaue Lauflinien zu den Antriebsrädern und ein blau umrandetes Textfeld mit E-Motor zeigen an, dass sich das Fahrzeug im E-Betrieb befindet.

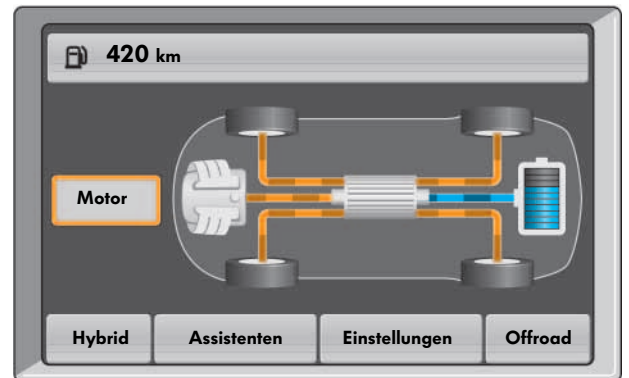


# Systemmanagement

## Fahrt nur mit Verbrennungsmotor

### Situation

Erkennt das Hybridsystem, dass die 34kW der E-Maschine als Motor nicht mehr ausreichen, um den Beschleunigungswunsch des Fahrers zu befriedigen, wird der Verbrennungsmotor selbsttätig gestartet. Der Antrieb erfolgt nun ausschließlich über den Verbrennungsmotor. Das Überschussmoment des Verbrennungsmotors wird verwendet, um über die E-Maschine, die nun als Generator läuft, die Hochvoltbatterie zu laden.



s450\_195

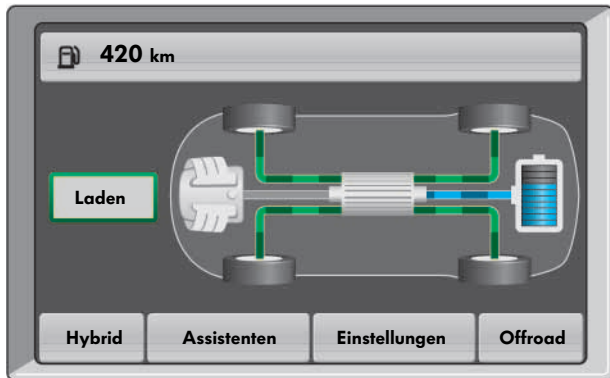
### Systemanzeige

Der Ladezustand der Hochvoltbatterie wird angezeigt. Orangefarbene Lauflinien zu den Antriebsrädern und ein orange umrandetes Textfeld zeigen an, dass das Fahrzeug mit Verbrennungsmotor läuft.



### Primäre Systembedingungen

- Das Fahrzeug ist elektrisch fahrbereit.  
-> Der grüne READY-Schriftzug leuchtet im Display des Schalttafeleinsatzes.
- Die Fahrertüren sind geschlossen.
- Sicherheitsgurte sind angelegt.
- Die elektronische Parkbremse ist ausgeschaltet.
- Das Gaspedal ist betätigt.



s450\_197

### Primäre Systembedingungen

- Das Fahrzeug ist elektrisch fahrbereit.  
-> Der grüne READY-Schriftzug leuchtet im Display des Schalttafeleinsatzes.
- Die Fahrzeurtüren sind geschlossen.
- Sicherheitsgurte sind angelegt.
- Die elektronische Parkbremse ist ausgeschaltet.

## Rekuperation

### Situation

Erkennt das Hybridsystem, dass sich das Fahrzeug im Schubetrieb befindet, wird der Verbrennungsmotor deaktiviert. Je nach Betätigungsgrad des Bremspedals erzeugt die E-Maschine als Generator ein stärkeres Feld. Um dieses Feld aufrecht zu erhalten, muss die E-Maschine mehr Energie vom Automatikgetriebe zur Verfügung gestellt bekommen. Auf diese Weise wird das Automatikgetriebe und somit das Fahrzeug verzögert. Die erzeugte Spannung wird über den AC/DC-Wandler in der Leistungselektronik gewandelt und in der Hochvoltbatterie gespeichert.

### Systemanzeige

Der Ladezustand der Hochvoltbatterie wird angezeigt.  
Grüne Laufflinien bewegen sich von den Rädern zu der E-Maschine.  
Ein grün umrandetes Textfeld mit der Aufschrift „Laden“ zeigt, dass die Hochvoltbatterie geladen wird. Zusätzlich läuft eine blaue Linie von der E-Maschine zur Hochvoltbatterie.

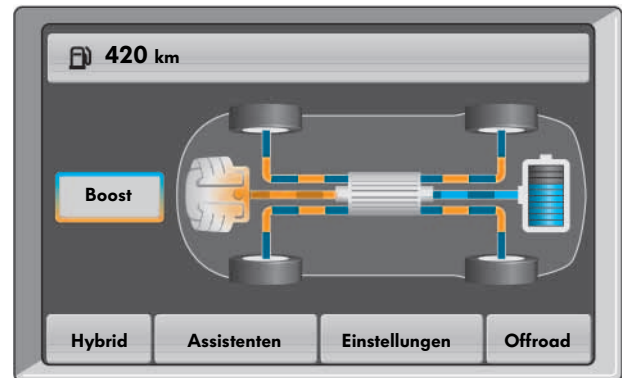


# Systemmanagement

## Fahrt mit E- und Verbrennungsmotor (E-Boost)

### Situation

Der Fahrer führt einen Kickdown durch. Verbrennungsmotor und E-Maschine vereinigen ihre maximale Leistung zu einer größtmöglichen Beschleunigung des Fahrzeuges.



s450\_196

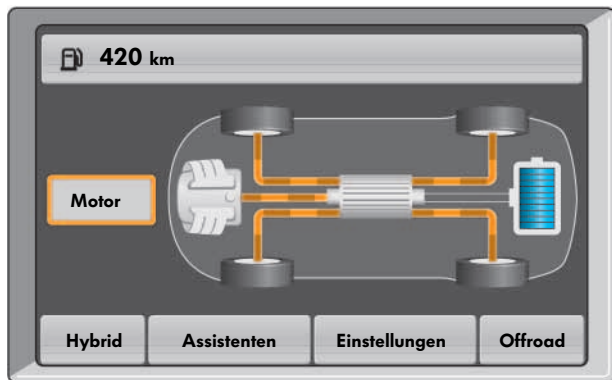
### Systemanzeige

Der Ladezustand der Hochvoltbatterie wird angezeigt. Orange und blaue Lauflinien zu den Antriebsrädern und ein orange-blaue umrandetes Textfeld zeigen an, dass das Fahrzeug mit Verbrennungsmotor und E-Maschine angetrieben wird.



### Primäre Systembedingungen

- Der Ladezustand der Hochvoltbatterie ist ausreichend.
- Das Fahrzeug ist elektrisch fahrbereit.  
-> Der grüne READY-Schriftzug leuchtet im Display des Schalttafeleinsatzes.
- Die Fahrertüren sind geschlossen.
- Sicherheitsgurte sind angelegt.
- Die elektronische Parkbremse ist ausgeschaltet.
- Das Gaspedal ist betätigt.



s450\_198

## Reiner Verbrennungsbetrieb ohne Laden der Hochvoltbatterie

### Situation

Ist die Hochvoltbatterie voll geladen und die Fahrt wird beispielsweise bei einer dauerhaft hohen Geschwindigkeit fortgesetzt, wird die Ladung beendet. Nur noch der Verbrennungsmotor treibt das Fahrzeug an.

Sobald das Hybridsystem erkennt dass die 34kW der E-Maschine ausreichen, wird der Verbrennungsmotor wieder deaktiviert.

### Primäre Systembedingungen

- Das Fahrzeug ist elektrisch fahrbereit.  
-> Der grüne READY-Schriftzug leuchtet im Display des Schalttafeleinsatzes.
- Die elektronische Parkbremse ist ausgeschaltet.
- Sicherheitsgurte sind geschlossen.
- Türen sind geschlossen.
- Gaspedal ist betätigt.

### Systemanzeige

Im Display bewegen sich die orange-farbenen Lauflinien vom Verbrennungsmotor zu den einzelnen Rädern. Die Verbindung der E-Maschine zur Hochvoltbatterie bleibt grau.



# Systemmanagement

## Weitere Anzeigemodi

Durch Druck auf das Textfeld „Hybrid“ im Bild des Display kann der Nutzer in einem Auswahlfeld zwischen den Einträgen:

- Energiefluss,
- Bordcomputer und
- Verbrauch wählen.

Die Möglichkeiten der Anzeige zum Energiefluss wurde schon beschrieben.

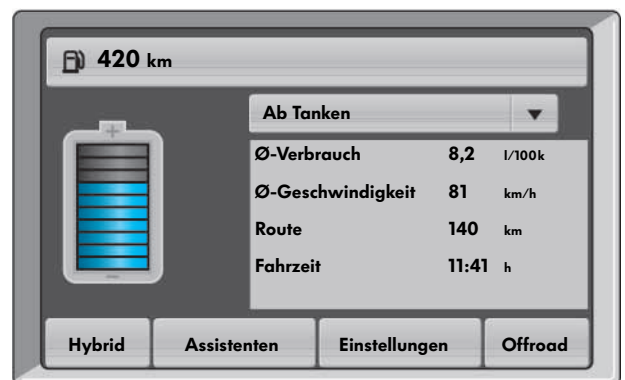
## Bordcomputer

Die Auswahl „Bordcomputer“ gibt die Fahrzeugwerte wie Durchschnittsverbrauch, -geschwindigkeit, Fahrtroute und -zeit wieder.



s450\_193

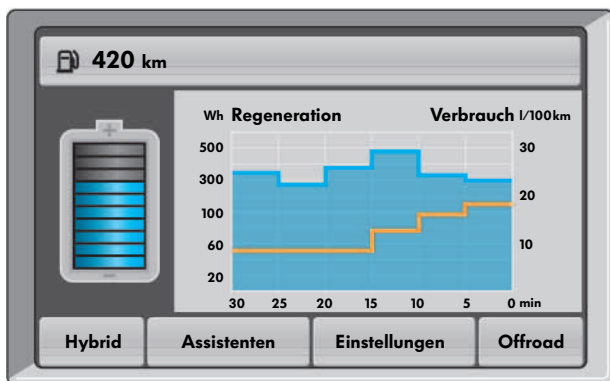
In der oberen Funktion auf diesem Bild kann der Nutzer die ermittelten Werte ab dem letzten Tankstopp, Beginn der Fahrt oder eine Langzeitbetrachtung auswählen.



s450\_199



s450\_206



s450\_200

blaue Linie:  
 Regenerationsarbeit in Wattstunden [Wh]  
 orangefarbene Linie:  
 Kraftstoffverbrauch in Litern auf 100km [l/100km]

## Verbrauch

Die Auswahl „Verbrauch“ im Touareg Hybrid ist vergleichbar mit einem Elektro-Kardio-Gramm (EKG) für einen Menschen. Von rechts nach links im Diagramm läuft die Zeit nach Fahrtbeginn.

Auf der linken, senkrechten, blauen Achse wird die Regeneration in Wattstunden [Wh] aufgezeigt. Die rechte, senkrechte, orangefarbene Achse beschreibt den Verbrauch in Liter pro 100 km [l/100km].

Ziel für den Fahrer des Touareg Hybrid ist es, vorausschauend zu fahren. Bei dieser Fahrweise wird der Verbrauch (Orange) gering und die Regeneration (Blau) hoch sein. Beispielsweise wird der Touareg Hybrid an eine rote Ampel herangebremst. Je länger der Schub- oder Bremsvorgang dauert, desto mehr Energie wird in die Hochvoltbatterie gespeichert. Der Verbrennungsmotor ist in der Regel die gesamte Zeit des Vorgangs deaktiviert.

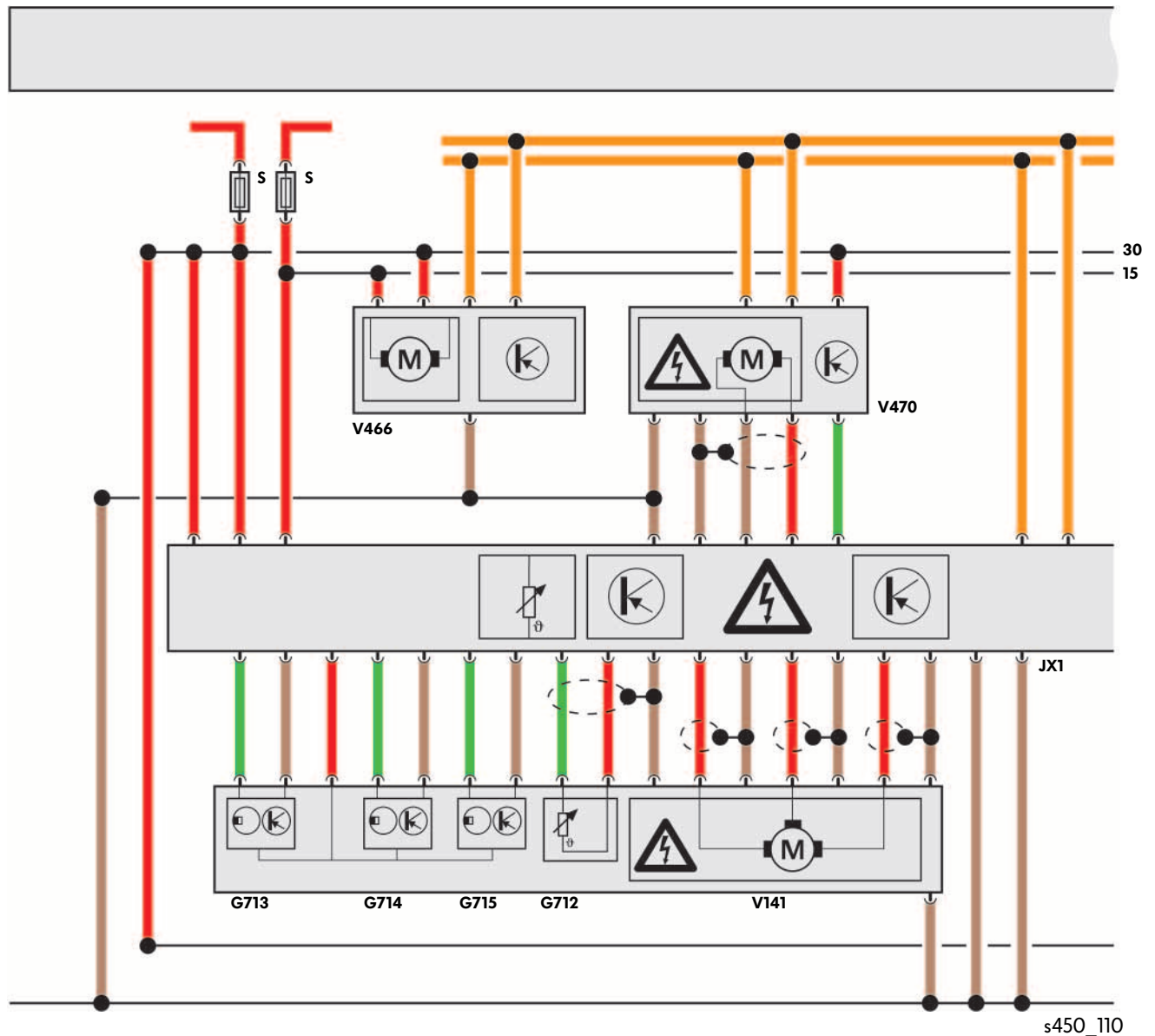
Die Kilometeranzeige oben links im Display bezieht sich ausschließlich auf die zu erwartende Reichweite des Fahrzeugs mit dem entsprechenden Inhalt im Kraftstofftank.

Durch das vermehrte elektrische Fahren und regenerative Bremsen kann jedoch die zu erwartende Reichweite des Fahrzeugs erweitert werden.

Der Wert der Kilometeranzeige sinkt somit langsamer ab.



## Der Hochvolt-Funktionsplan

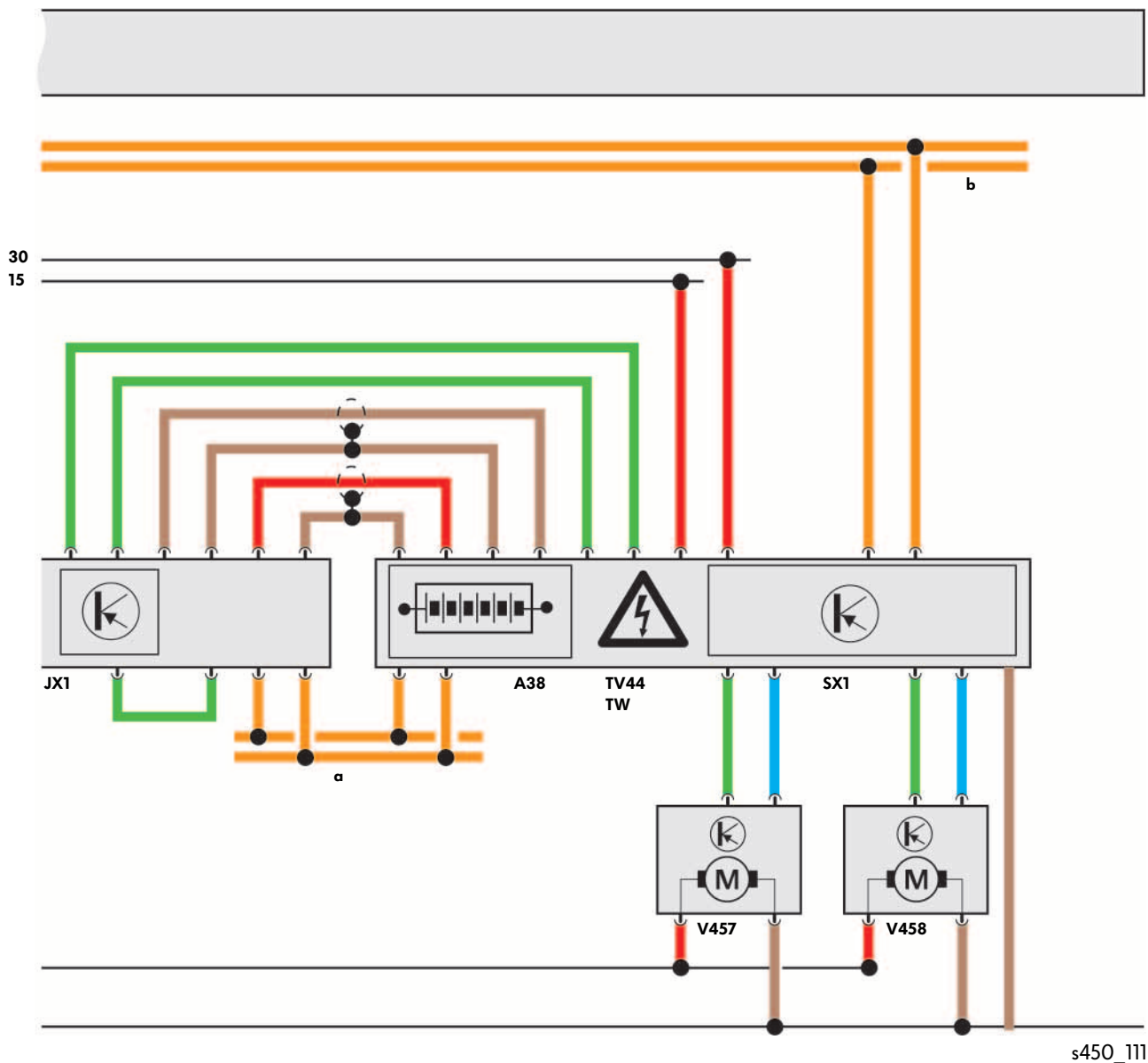


- G712 Geber für Temperatur Fahrmotor
- G713 Geber 1 für Rotorposition Fahrmotor
- G714 Geber 2 für Rotorposition Fahrmotor
- G715 Geber 3 für Rotorposition Fahrmotor

- V141 Fahrmotor für Elektroantrieb (E-Maschine)
- V466 elektrische Lenkhilfepumpe
- V470 Klimakompressor

JX1 Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb

S Sicherung



s450\_111

A38 Hochvoltbatterie

JX1 Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb

J840 Steuergerät für Batterieregelung

SX1 Anschluss- und Verteilerkasten (E-Box)

TV44 Sicherheitsstecker 1

TW Wartungsstecker für Hochvoltsystem

V457 Lüfter 1 für Hybridbatterie

V458 Lüfter 2 für Hybridbatterie

a CAN-Datenbus Hybrid

b CAN-Datenbus Antrieb



## Besondere Hinweise

### Die VDE-Sicherheitsregeln der Elektrotechnik

(VDE - Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.)

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.

Sie sind vor den Arbeiten an elektrischen Anlagen in der genannten Reihenfolge anzuwenden.

Diese Arbeitsschritte werden vom Hochvolttechniker grundsätzlich ausgeführt.

- 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 abschränken**



#### **Achtung!**

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

## Erkennungsmerkmale und Warnkennzeichnung

**Woran kann man einen Hybrid-Touareg von einem Touareg mit Verbrennungsmotor unterscheiden?**



Hybrid-Schriftzug auf der Designabdeckung im Motorraum s450\_208  
im Motorraum

Einen ersten Hinweis darauf, dass es sich um einen Touareg Hybrid handelt und damit um ein Fahrzeug mit einer Hochvoltanlage, geben die Typisierungskennzeichen am Fahrzeug.

Es sind dies:

- Hybridschriftzug auf der Designabdeckung im Motorraum
- Hybrid-Schriftzüge an Front und Heck des Fahrzeuges
- Hybrid-Schriftzüge an den seitlichen Chromleisten am Fahrzeug



Hybrid-Schriftzug im Kühlergrill neben dem linken Frontscheinwerfer s450\_170



Hybrid-Schriftzug am Heck unter dem rechten Rücklicht s450\_169



## Woran kann man erkennen, wo hochspannungsführende Teile verbaut sind?

Um für den Benutzer, Service- und Werkstattpersonal sowie Einsatzkräfte der technischen und medizinischen Rettung eine Gefährdung durch die Hochvoltanlage weitestgehend auszuschließen, sind im Touareg 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

Die gelben Aufkleber weisen auf hochvoltführende Bauteile hin, die in der Nähe verbaut oder unter Abdeckungen verborgen sind.

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

Diese Warnzeichen weisen auf 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)



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

Warnung vor dem Berühren spannungsführender Teile



s450\_108

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

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

Diese Warnzeichen kennzeichnen Hochvoltkomponenten bzw. hochvoltführende Bauteile.

s450\_107



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

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

Warnung vor dem Berühren spannungsführender Teile

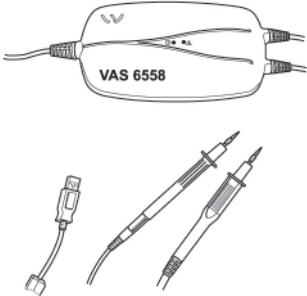
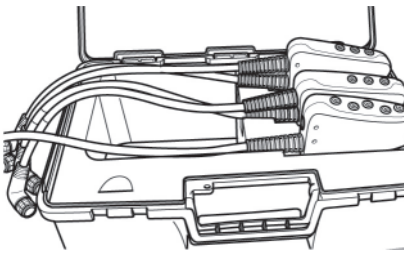


### Spezielle Kennzeichnung der Hochvoltbatterie

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

s450\_168

## Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
VAS 6558	 <p>s450_181</p>	<p>Messbox</p> <p>Sie dient zur Erzeugung einer Messspannung von bis zu 1000V mit einem sehr geringen Strom. Mit der Messbox kann mit Hilfe eines Messadapters die Spannungsfreiheit gemessen werden. Darüber hinaus kann mit der Messbox der Isolationswiderstand ermittelt werden.</p> <p>Die Messbox ist kompatibel zu den Diagnosegeräten VAS 5051B, VAS 5052A und VAS 6150.</p>
VAS 6558/1-1 VAS 6558/1-2 VAS 6558/1-3	 <p>s450_188</p>	<p>Adapter zur Messung der Spannungsfreiheit (VAS 6558/1-1)</p> <p>Adapter zur Isolationswiderstandsmessung im Hochvoltnetz (VAS 6558/1-2)</p> <p>Adapter zur Isolationswiderstandsmessung im Klimakompressor (VAS 6558/1-3)</p> <p>Die Adapter sind Teil des Sets VAS 6558/1 und werden zur Messung von Isolationswiderständen und der Spannungsfreiheit in der Hochvoltanlage verwendet.</p> <p>Alle Hochvoltanschlussleitungen der Messadapter sind mechanisch und optisch codiert. Sie passen nur auf eine bestimmte Buchse. Ziehen und stecken Sie die Hochvoltanschlüsse der Messadapter vorsichtig, da sonst die Buchsen beschädigt werden können. Dies hat den Wegfall der Berührsicherheit zur Folge.</p>

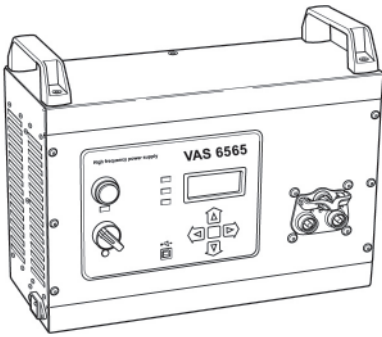


### Achtung!

Arbeiten an der Hochvoltanlage dürfen nur von einem qualifizierten Volkswagen Hochvolt-techniker durchgeführt werden.



Zur sachgerechten und sicheren Verwendung der Hochvoltspezialwerkzeuge müssen die Vorgaben in den Reperaturleitfäden zwingend eingehalten werden.

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
VAS 6565	 s450_187	Hochvoltladegerät Ist die Hochvoltbatterie tiefenentladen, kann sie mit dem Hochvoltladegerät geladen werden. Der gesamte Ladevorgang wird mit VAS Tester überwacht. Der Tester startet und beendet den Ladevorgang. Das Ladegerät kann bis zu 20 Ladekennlinien speichern. Nach Aktualisierung der Software kann es somit für zukünftige Hochvoltfahrzeuge verwendet werden.



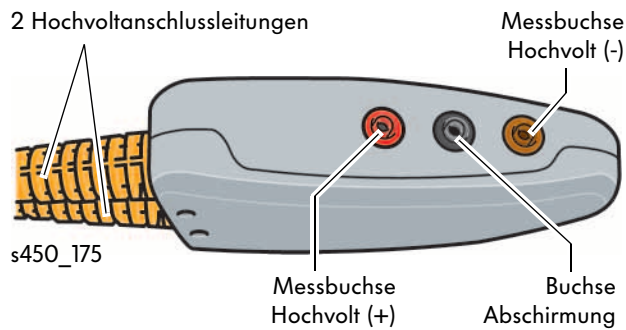
### Achtung!

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

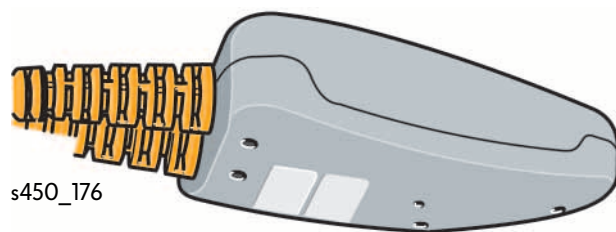


Zur sachgerechten und sicheren Verwendung der Hochvoltspezialwerkzeuge müssen die Vorgaben in den Reperaturleitfäden zwingend eingehalten werden.

### VAS 6558/1-1



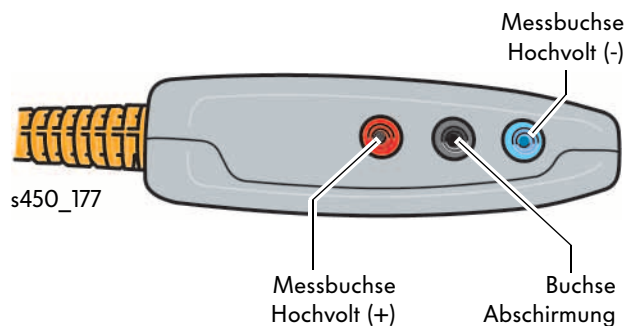
s450\_175



s450\_176

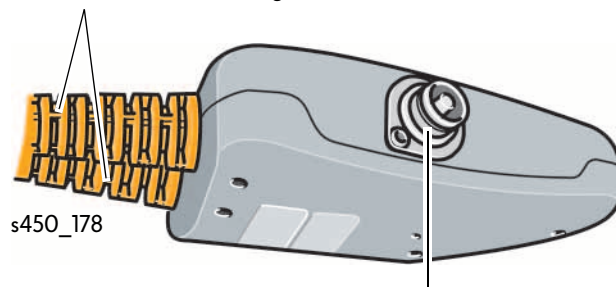
keine weitere Hochvoltanschlussbuchse

### VAS 6558/1-2



s450\_177

2 Hochvoltanschlussleitungen



s450\_178

Hochvoltanschlussbuchse für die zu messende Leitung (Widerstandsmessung)

## Die Besonderheiten der Messadapter VAS 6558/1

### Adapter zur Spannungsfreiheitmessung VAS 6558/1-1

Der Messadapter zur Messung der Spannungsfreiheit wird direkt an den beiden Spannungsquellen, Hochvoltbatterie und Leistungselektronik angeschlossen. In dem Messadapter sind hochohmige Widerstände verbaut. Sie gewährleisten, dass in einem Fehlerfall nur ein geringer Strom in den Messbuchsen anliegt.

Vor jeder Messung der Spannungsfreiheit ist eine Überprüfung der Messadapter vorgeschrieben.

### Adapter zur Isolationswiderstandsmessung im Hochvoltnetz VAS 6558/1-2

Die beiden Hochvoltanschlussleitungen des Messadapters passen auf die Anschlüsse der E-Box und der Leistungselektronik.

Die Hochvoltanschlussbuchse des Messadapters passt auf die Hochvoltleitungen der E-Box, Leistungselektronik und E-Maschine.

Mit diesem Messadapter besteht die Möglichkeit in dem gesamten Hochvoltnetz (nicht im Klimakompressor) den Isolationswiderstand zu messen.



## Adapter zur Isolationswiderstandsmessung im Klimakompressor VAS 6558/1-3

Die eine Hochvoltanschlussleitung des Messadapters passt ausschließlich in die Buchse des Klimakompressors in der Leistungselektronik und des Klimakompressors selbst.

Über die Hochvoltanschlussbuchse kann der Isolationswiderstand in der Hochvoltleitung zum Klimakompressor ermittelt werden.

Aufgrund der Integration der Sicherheitslinie in die Hochvoltverbindung des Klimakompressors kann mit diesem Messadapter zusätzlich die Sicherheitslinie überprüft werden.

## Verwendungsbeispiele

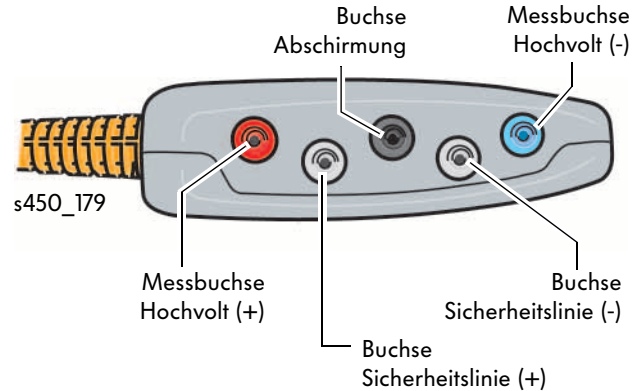
Nach der Definition der Messung zur Spannungsfreiheit muss immer an der Spannungsquelle gemessen werden. Das bedeutet, dass die Hochvoltbatterie und die Leistungselektronik auf Spannungsfreiheit überprüft werden müssen. Die Leistungselektronik hat Zwischenkreiskondensatoren, deren Entladung gemessen werden muss.

Bei der Messung zur Spannungsfreiheit in die E-Box wird ermittelt, ob die Schutzrelais ordnungsgemäß geöffnet haben. Wird auf der HV(+) und HV(-)-Seite jeweils annähernd Null Volt gemessen, haben die Schutzrelais geöffnet.

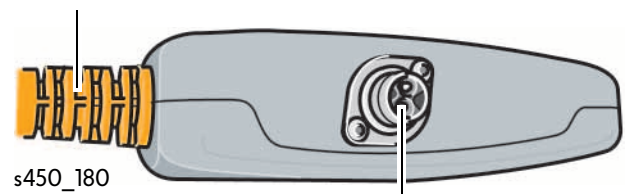


Zur sachgerechten und sicheren Verwendung der Hochvoltspezialwerkzeuge müssen die Vorgaben in den Reperaturleitfäden zwingend eingehalten werden.

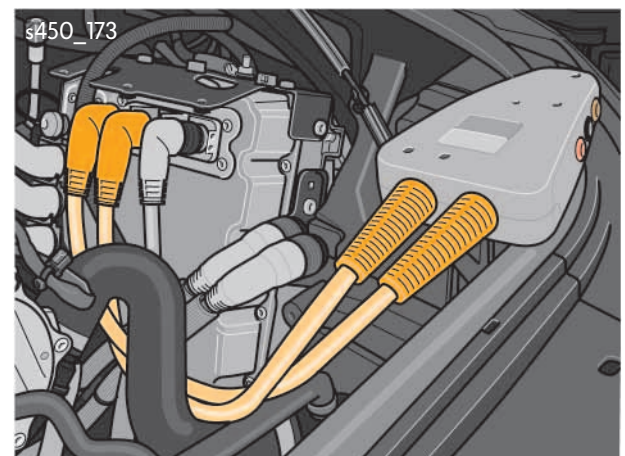
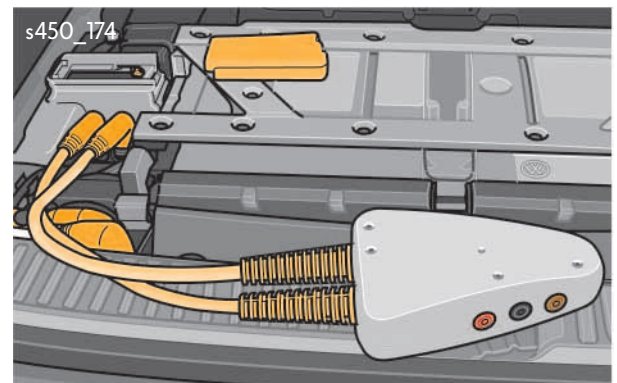
## VAS 6558/1-3



## 1 Hochvoltanschlussleitung



Hochvoltanschlussbuchse für die zu messende Klimakompressorleitung (Widerstandsmessung)



## Welche Antwort ist richtig?

Bei den vorgegebenen Antworten können eine oder auch mehrere Antworten richtig sein.

### 1. Welche Spannung bekommt der Klimakompressor von der Leistungselektronik?

- a. 288V AC
- b. 188V DC
- c. 288V DC
- d. 12V DC

### 2. Bei Zündung „Aus“: Welche Aussage ist richtig?

- a. Die Kupplung zwischen der E-Maschine und dem Verbrennungsmotor ist geöffnet. Bei Zündung „Ein“ wird die Kupplung erst geschlossen.
- b. Bei Zündung „Aus“ wird die Kupplung wieder geschlossen, damit zum Neustart das Hybridsystem sofort die Möglichkeit hat, bei Bedarf den Verbrennungsmotor zu starten.

### 3. Darf ein Touareg Hybrid auf eigener Achse abgeschleppt werden?

- a. Nein, da die Hybridtechnik sonst zerstört wird.
- b. Ja, aber nur die übliche Begrenzung von 50km mit maximal 50km/h.
- c. Ja, soweit wie es nötig ist.

### 4. Muss für die Demontage des Klimakompressors die Hochvoltanlage spannungsfrei geschaltet werden?

- a. Auf jeden Fall, da der Kompressor zur Hochvoltanlage gehört.
- b. In diesem Fall nicht, da der Klimakompressor mit 12 Volt gespeist wird.
- c. Ist abhängig von dem Schadensfall.



# Prüfen Sie Ihr Wissen

---

## 5. Kann der Touareg Hybrid fremdgestartet werden?

- a. Ja, wenn die 12 Volt-Batterie entladen sein sollte.
- b. Ja, da die 12 Volt-Batterie den Starter für den Verbrennungsmotor mit Spannung versorgt.
- c. Nein, da die Hochvoltbatterie selbst bei entladener 12 Volt-Batterie den Verbrennungsmotor startet.

## 6. Woran kann der Touareg Hybrid von außen erkannt werden?

- a. An den Blitzsymbolen auf den Türen.
- b. An den Schriftzügen „Hybrid“ auf Kühlergrill und Dach.
- c. An den Schriftzügen „Hybrid“ im Kühlergrill, auf Heckklappe und den seitlichen Chromleisten.

## 7. Welche Möglichkeiten hat der Fahrer zu Erkennen, dass der Verbrennungsmotor während der Fahrt vom Hybridsystem deaktiviert wurde?

- a. Der Drehzahlmesser fällt auf Null Umdrehungen während der Fahrt.
- b. Die Lenkunterstützung ist deaktiviert und das Lenkrad muss mit mehr Kraft bewegt werden.
- c. Die Anzeigen im Kombiinstrument oder im RNS 850 geben entsprechende Informationen.

## 8. Was zeichnet den Touareg Hybrid gegenüber seinen Wettbewerbern aus?

- a. Der Touareg Hybrid ist geländegängig mit der gleichen Dauersteigfähigkeit, wie der herkömmliche Touareg ohne Hybrid.
- b. Der Touareg Hybrid kann bis 3500kg ziehen.
- c. Die Wassertiefe ist geringer als bei den Wettbewerbern.



---

**Lösungen**

1. c); 2. b); 3. b); 4. a); 5. a); 6. c); 7. a), c); 8. a), b)





450

# HYBRID

© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg

Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.

000.2812.30.00 Technischer Stand 05.2010

Volkswagen AG

After Sales Qualifizierung

Service Training VSQ-1

Brieffach 1995

D-38436 Wolfsburg

 Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.