

# Teilnahmebescheinigung für elektrotechnisch unterwiesene Personen für HV-eigensichere Systeme in Fahrzeugen

Frau / Herr \_\_\_\_\_

Hat am \_\_\_\_\_ im BBZ der Kfz-Innung München-Oberbayern, Daimlerstr. 20a, 85748 Garching Hochbrück an folgender Schulung mit einem Umfang von \_\_\_\_\_ UE teilgenommen.

## Elektrotechnisch unterwiesene Person für Hochvolt-eigensichere Systeme in Fahrzeugen

Der Teilnehmer wurde durch einen „Fachkundigen für Arbeiten an Hochvolt-eigensicheren Systemen in Kfz-Service Werkstätten“ über die übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten sensibilisiert sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen unterwiesen.

Schulungsinhalte nach Informationsschrift: BGI/GUV-I 8686

- Definition eigensicheres Fahrzeug
- Kennzeichnung von Hochvolt-Komponenten
- Bedienen von Fahrzeugen und der zugehörigen Einrichtungen
- Durchführen allgemeiner Tätigkeiten, die keine Spannungsfreischaltung des HV-Systems erfordern
- Durchführen aller mechanischen Tätigkeiten am Fahrzeug (aber: Hände weg von Orange!)
- Unzulässige Arbeiten am Fahrzeug
- Freischalten als zusätzliche Sicherungsmaßnahme
- Festlegen der anzusprechenden Personen bei Unklarheiten
- Organisation von Arbeitsabläufen bei elektrotechnischen Arbeiten, die von elektrotechnisch unterwiesenen Personen unter Leitung und Aufsicht eines Fachkundigen für Arbeiten an HV-Systemen durchgeführt werden.

Der Teilnehmer hat die Inhalte verstanden: \_\_\_\_\_

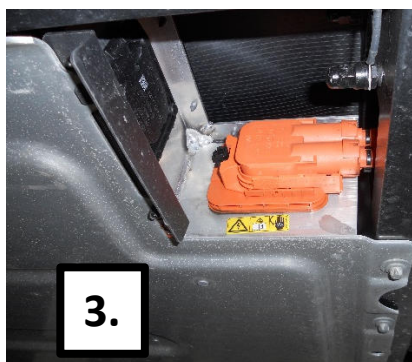
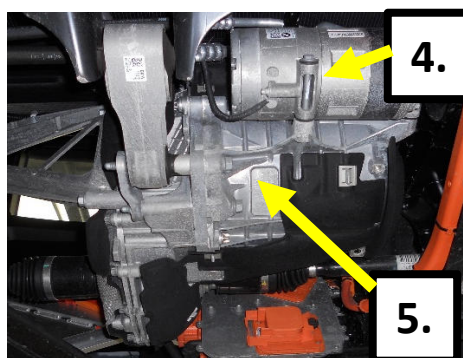
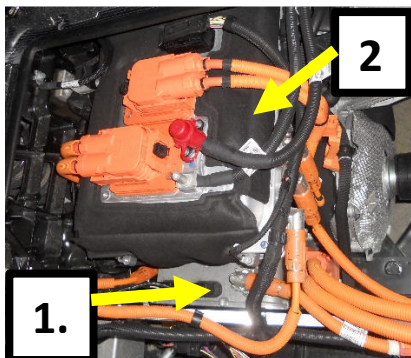
Ausbildungsträger: Berufsbildungszentrum der Kfz-Innung München-Oberbayern

Diese Bescheinigung ist nicht auf andere Arbeitsplätze außerhalb dieser Schulungsmaßnahme übertragbar.

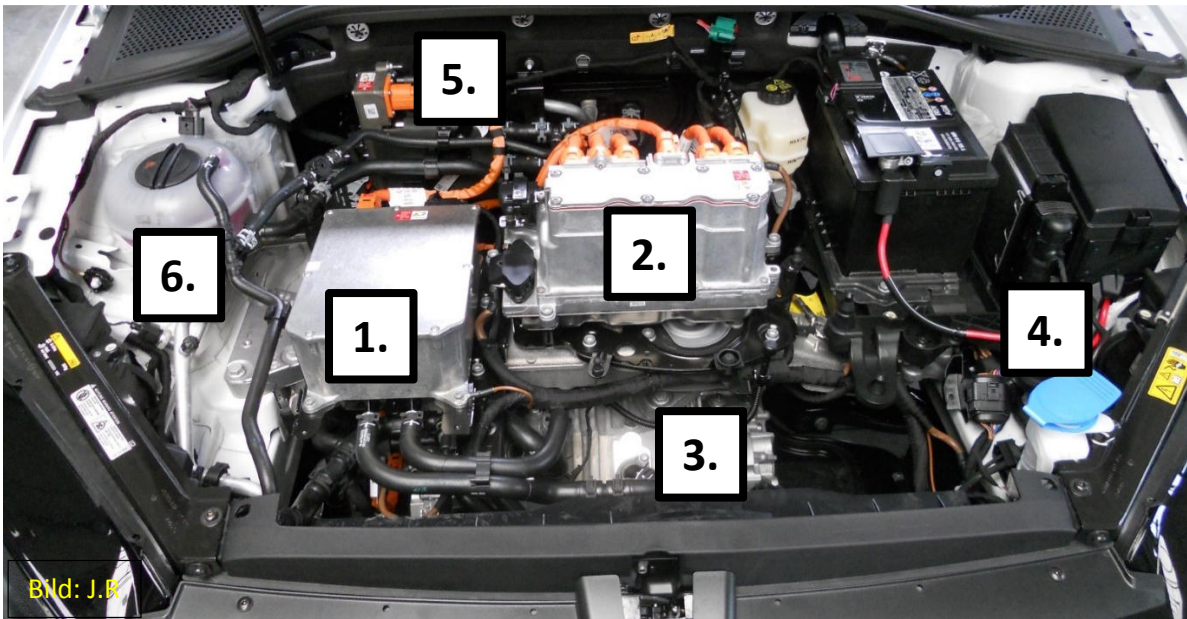
Garching, den \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Lehrgangleitung

Bezeichnung der Bauteile / Aufgabe und Funktion der Bauteile / evtl. Leistungsmerkmale / Besonderheiten die zu beachten sind / spezielle Einbauvorgaben des Herstellers feststellen.



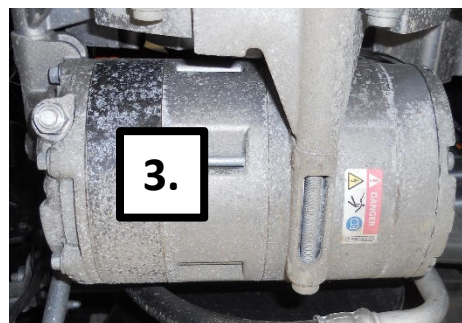
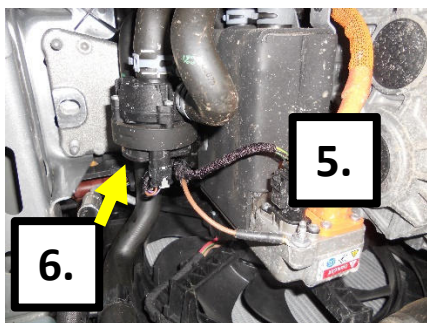
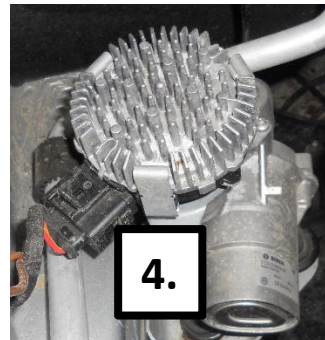
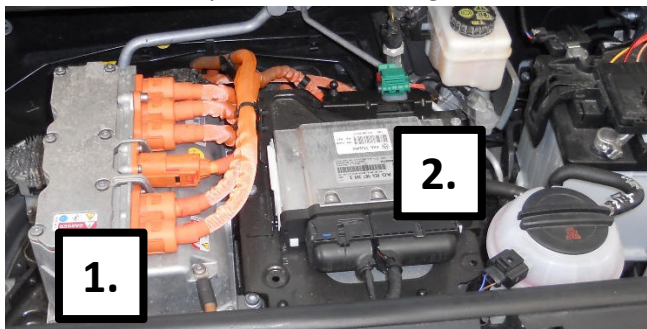
1.	Ladegerät mit max. Ladeleistung von 7,4 kW, Versorgungs- Spannung 230Volt AC 1-Phasig
2.	Inverter / Leistungselektronik, Umwandeln von DC-Spannung der Batterieeinheit in 3-phasige Wechselspannung, Regelung der Gleichspannungsladung von 3 kW bis 50 kW
3.	HV-Batterie, Lithium-Ionen-Zellen, 18,8 kWh Energiespeicher, Nennspannung 360 Volt
	BMW gibt auf diese HV-Batterie 8 Jahre Garantie
4.	HV-Klimakompressor, Kältemittel R123yf, spezielles Kompressorenöl verwenden (nicht elektrisch leitend)
	Kühlung für Innenraum und Batterieeinheit, Vorklimatisierung möglich
5.	Elektro-Antriebs-Motor, Nennleistung 102 kW bei 4800 1/min, Spitzenleistung 125 kW
	Permanenterregter Synchronmotor 3-phasig , max. Drehmoment 250 Nm bei 1/min
6.	Lade-Steck-Dose (Schnellladung DC und Wechselspannung AC)
	DC-Ladung bis 50 kW / AC-Ladung bis 7,4 kW , Steckertyp 2 und Combo-Stecker



Bezeichnung der Bauteile / Aufgabe und Funktion der Bauteile / evtl. Leistungsmerkmale / Besonderheiten die zu beachten sind / spezielle Einbauvorgaben des Herstellers.

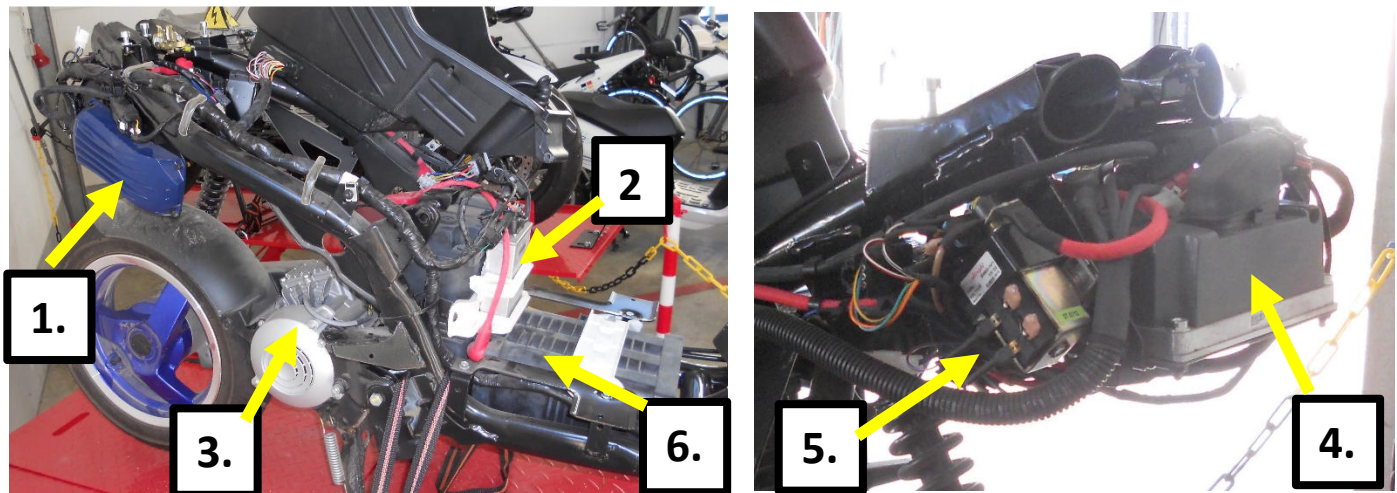
1.	Ladegerät: Eingang: 100-240V 16 A Wechselfspannung. Ausgang:220-450 V 12A Gleichspannung Wirkungsgrad 93%. Gewicht 5,8 Kg
2.	Leistungs- und Steuerelektronik: Spannungsbereich 250-430V. Max. Strom 450A. Ladung des 12V-Bordnetz bis max. 120A. Gewicht 10,5 kg Umwandeln der HV-Gleichspannung von der HV-Batterie in 3-phasige Wechselfspannung für den HV-Antriebsmotor.
3.	Elektromotor: Leistung 85kW / 270 Nm . Permanenterregte Synchronmaschine. Elektromotor läuft auch bei niedrigeren Drehzahl besonders ruhig
4.	Motorsteuergerät: Es überwacht alle Hochvoltkomponenten. Nach erfolgreicher Prüfung der HV-Komponenten erteilt es die Startfreigabe. Steuerung des Kühlmittelkreislauf mit elektrischen Wasserpumpen, elektrischen Umschalt- und Sperrventile
5.	Hochvolt-Heizung (PTC): Max. Leistung 5,5kW. Regelbar von 0 bis 100%. Spannung von 180V bis 374V.Maximale Stromaufnahme 30A. Isolationsschutz 100 MΩ Heizt den Innenraum. Kann auch als Standheizung verwendet werden (vorheizen)
6.	Kühlwasserausgleichsbehälter: Kühlflüssigkeit für wassergekühlten E-Motor, Ladegerät und Heizung. Achtung vorgeschriebenen Frostschutz beachten.

Bezeichnung der Bauteile / Aufgabe und Funktion der Bauteile / evtl. Leistungsmerkmale / Besonderheiten die zu beachten sind / spezielle Einbauvorgaben des Herstellers feststellen.



1.	Leistungs- und Steuerelektronik: Spannungsbereich 250-430V, max. Strom 450A, Ladung des 12V-Bordnetz bis max. 120 A, Gewicht ca. 10,5 kg, Ersatzteilpreis ca. 2625,-€ + MWST. Umwandeln der HV-Gleichspannung von der HV-Batterie in 3-phasige Wechselfspannung für den HV-Antriebsmotor.
2.	Motorsteuergerät: Es überwacht alle Hochvoltkomponenten. Nach erfolgreicher Prüfung der HV-Komponenten erteilt es die Startfreigabe. Steuerung des Kühlmittelkreislaufs mit elektrischen Wasserpumpen, elektrischen Umschalt- und Sperrventile.
3.	HV-Klimakompressor, Spannung 374 Volt, Leistung max. 3,6 kW, Achtung: Nur vom Hersteller freigegebenes Kompressorenöl verwenden. (Isolationsfehler!)
4.	Brems-Druckspeicher, Druckspeicher für ABS-ESP-System.
5.	Hochvolt-Heizung (PTC): Max. Leistung 5,5kW. Regelbar von 0 bis 100%. Spannung von 180V bis 374V. Maximale Stromaufnahme 30A. Isolationsschutz 100 MΩ Heizt den Innenraum. Kann auch als Standheizung verwendet werden (vorheizen).
6.	Elektrische Kühlmittelpumpe zur Zirkulation des Kühlkreislaufes für E-Maschine, Inverter, Ladegerät. Die elektrische Wasserpumpe ist auch für den Heizkreislauf verantwortlich.

Bezeichnung der Bauteile / Aufgabe und Funktion der Bauteile / evtl. Leistungsmerkmale / Besonderheiten die zu beachten sind / spezielle Einbauvorgaben des Herstellers feststellen.



1.	Ladegerät, Eingang 1x230V 50Hz AC, Ausgang 48 V 5A
2.	Steuergerät Traktionsregelung (UCE), regelt die Fahrgeschwindigkeit
3.	Elektro-Antriebsmotor, Bürstenloser Elektro-Synchronmotor luftgekühlt, Leistung 3 kW, Drehmoment 4,78 Nm, max. Drehzahl 6000 1/min, U= 32,3 V AC, I = 72,7 A
4.	Inverter, wandelt die HV-Gleichspannung in 3-phasige Wechselspannung um, Leistungsdaten 48 V 275A
5.	Hauptrelais, Schaltet HV+ von der HV-Batterieeinheit zum Inverter durch. Der Steuerkreis des Relais wird mit 12 Volt angesteuert.
6.	HV-Batterie-Einheit, Lithium-Ionen-Zellen, Batterie-Kapazität 4kWh, aufgeteilt auf 2 Batteriemodule mit 24Volt im Reihenschaltbild verbunden, Gesamtspannung 48 V.

## Arbeitsauftrag: Verschiedene Batteriebauarten vergleichen -LÖSUNG-

Batterie-typ	Zell-Spannung [V]	Spez. Energie [Wh/kg]	Ladezyklen-festigkeit	Selbst-entladung	Preis pro kWh	Temperaturbereich für den Einsatz [°C]	Vorteile, besondere Eigenschaften	Nachteile	Beispiel für Verwendung oder Einsatzzweck	Entsorgung, Recycling, Zweitverwendung
Blei-Gel (Pb)	1,9 - 2,4	30 - 40	400 - 600	5 - 10 % monatlich		-30 - 40	sehr günstig, robust, hohe C-Rate	beschränkte Lebensdauer	Starterbatterie im Kfz	kostenlos, etabliertes Recyclingsystem (Batteriepfandsystem)
Nickel-Cadmium (NiCd)	1,2	40 - 50	1000 - 2000	10 -15 % monatlich		-40 - 50	hervorragendes Tieftemperaturverhalten, Robustheit gegen Tiefentladungen und Überladungen	anfällig für „Memory-Effekt“, Cadmium ist umweltschädlich	Not- und Alarmsysteme, medizinischer Bereich	problematisch, Sondermüll, Cd ist seit 2009 in der EU verboten mit Ausnahme von Notsystemen
Nickel-Metallhydrid (NiMH)	1,2	60 - 110	500 - 1000	ca. 10 % monatlich (bei LSD-NiMH: 1 - 2 % monatlich)		-10 - 40	Umweltverträglichkeit (Nachfolger des NiCd-Akkus), kein „Memory-Effekt“	empfindlich gegenüber Tiefentladung und Überladung, „Lazy-Effekt“ möglich	HV-Speicher (Toyota Prius 1 und 2), Elektronikartikel	fachgerecht nach Herstellerangaben, Recycling über „Vakuumdestillation“ möglich
Lithium-Ionen (Li-Ion) (allgemein)	2,5 - 3,7	95 - 300	500 - 4000	1 - 3 % monatlich		-50 - 60	hohe Energiedichte, kein „Memory-Effekt“, flache und kompakte Bauform möglich	teuer, mehrfache Absicherung nötig, brenn- und nicht wieder löschar	HV-Speicher, Elektronikartikel	Pole abkleben und fachgerecht nach Herstellerangaben entsorgen, nur aufwendiges Recycling möglich
Lithium-Nickel-Cobalt-Mangan (LiNiCoMnO <sub>2</sub> )	3,7	140 - 180	< 800	1 - 3 % monatlich		0 - 60	dito	dito	Elektrowerkzeuge, medizinische Werkzeuge	dito

## Arbeitsauftrag: Verschiedene Batteriebauarten vergleichen -LÖSUNG-

Lithium-Cobaltdioxid (LiCoO <sub>2</sub> )	3,6	110 - 200	300 - 500	3 - 5 % monatlich		-20 - 50	sehr hohe Energiedichte	schlechtes Verhalten bei tiefen Temperaturen, Explosionsgefahr	Kleingeräte	fachgerecht nach Herstellerangaben
--	-----	-----------	-----------	-------------------	--	----------	-------------------------	--	-------------	------------------------------------

## Seite 2

Lithium-Mangan (LiMn <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	3,7	100	< 500	3 - 5 % monatlich		-20 - 45	weniger kritisches Sicherheitsverhalten, gute Lebensdauer, günstig, Verhalten bei tiefen Temperaturen	relativ niedrige Energiedichte	E-Fahrräder, Nissan Leaf	fachgerecht nach Herstellerangaben
Lithium-Eisenphosphat (LiFePO <sub>4</sub> )	3,3	80 - 100	> 1000	3 - 5 % monatlich		-30 - 60	hohe Sicherheit, kurze Ladezeiten möglich, hohe Leistungsdichte, weiter Temperaturbereich	geringe Energiedichte, erschwerte Bestimmung des Ladezustands	Speicherkraftwerke, U-Boote, Elektromobilität allgemein	fachgerecht nach Herstellerangaben
Lithium-Titanat	2,5	70 - 90	> 2000	1 - 3 % monatlich	2000 US \$	-40 - 55	sehr kurze Ladezeiten, hohe Leistungsdichten, hohe Sicherheit	geringe Energiedichte	E-Fahrräder	fachgerecht nach Herstellerangaben
Lithium-Luft (Zukunft)	2,96	1000 - 10000	< 1000				Prototyp-Stadium	Praktisch zur Zeit nicht umsetzbar		
Batterie zelle 18650 (Tesla-Motors) Panasonic LiNiCoAlO <sub>2</sub>	3,6	100 - 200	ca. 1000		200 US \$		bewährte Qualität		Tesla, Elektronikgeräte	fachgerecht nach Herstellerangaben

Arbeitsauftrag: Verschiedene Batteriebauarten vergleichen -LÖSUNG-

Natrium-Nickelchlorid (ZEBRA-Batterie)	2,58	90 - 110	ca. 3000	keine		270 – 350 (muss beheizt werden)	Herstellung relativ unkompliziert, Ausgangsstoffe preiswert	muss immer geladen und beheizt werden	Iveco Daily, stationäre Pufferakkus	bereits etabliertes Recyclingsystem
--	------	----------	----------	-------	--	---------------------------------	---	---------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------



# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 1: Welche Aussage über den Mikro-Hybrid ist richtig?

<b>X</b>	Der Startergenerator wird üblicherweise über einen Riemen an die Nebenaggregatsanschlüsse des Verbrennungsmotors angeschlossen.
	Bei einem Mikro-Hybrid wird ein Kurbelwellen Startergenerator mit einer Leistung von bis zu 15 kW verbaut.
	Bei einem Mikro-Hybrid kann der Verbrauchsvorteil bei bis zu circa 22% betragen.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 2: Welche Aussage über den Mikro-Hybrid ist richtig?

	Nachteilig ist, dass als Energiespeicher keine günstige Bleibatterie mehr eingesetzt werden kann, sondern auf eine teurere NiMH-Batterie zurückgegriffen werden muss.
<b>X</b>	Der Mikro-Hybrid stellt die kostengünstigste und einfachste Möglichkeit in der Hybridtechnik dar.
<b>X</b>	Das Rekuperationspotenzial ist dem Mikro-Hybrid nur gering ausgeprägt

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 3: Welche Aussage über den Mikro-Hybrid ist richtig?

	Bei dieser Hybridart kann der Elektromotor die gleiche Leistung wie der Verbrennungsmotor haben.
<b>X</b>	Auf Grund der Einbaulage des Kurbelwellenstartergenerator auf der Kurbelwelle kann der Mikro-Hybrid den Verbrennungsmotor aktiv unterstützen.
<b>X</b>	Der Mikro-Hybrid unterstützt ausschließlich die Start-Stopp-Funktion.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 4: Welche Aussage über den Mild-Hybrid ist richtig?

	Dieser Startergenerator wird mit einer Bordnetzspannung von 14 Volt betrieben.
<b>X</b>	Bei einem Mild-Hybrid wird ein Kurbelwellenstartergenerator mit einer Leistung von bis zu 15 kW verbaut.
	Das Rekuperationspotenzial ist beim Mild-Hybrid nur gering ausgeprägt.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 5: Welche Aussage über den Mild-Hybrid ist richtig?

<b>X</b>	Bei einem Mild-Hybrid kann der Verbrauchsvorteil bis ca. 22 % betragen.
	Bei einem Mild-Hybrid kann der Verbrauchsvorteil bis zu circa 10% betragen.
	Bei einem Mild-Hybrid kann der Verbrauchsvorteil bis zu ca. 52% betragen.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 6: Welche Aussage über den Mild-Hybrid ist richtig?

<b>X</b>	Der Mild-Hybrid benötigt eine Spannungsversorgung von mindestens 42 Volt.
	Der Mild-Hybrid benötigt eine Spannungsversorgung von mindestens 12 Volt.
	Der Mild-Hybrid benötigt eine Spannungsversorgung von mindestens 110 Volt.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 7: Welche Aussage über den Voll-Hybrid ist Richtig?

<b>X</b>	Der Voll-Hybrid unterstützt die Betriebsarten verbrennungsmotorische Fahrt, Start-Stopp, Betriebspunktverschiebung, Rekuperation, elektrisches Fahren.
	Der Voll-Hybrid unterstützt die Betriebsarten verbrennungsmotorische Fahrt, Start-Stopp, Rekuperation, elektrisches Fahren.
	Der Voll-Hybrid unterstützt die Betriebsarten verbrennungsmotorische Fahrt, Start-Stopp, Betriebspunktverschiebung, Rekuperation.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 8: Welche Aussage über den Voll-Hybrid ist Richtig?

	Bei dieser Hybridart muss der Elektromotor eine höhere Leistung als der Verbrennungsmotor haben .
<b>X</b>	Bei dieser Hybridart kann der Elektromotor die gleiche Leistung wie der Verbrennungsmotor haben.
	Bei dieser Hybridart muss der Verbrennungsmotor eine höhere Leistung als der Elektromotor haben.



# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 9: Welche Aussage über den Voll-Hybrid ist Richtig?

<b>X</b>	Da bei Leistungsbedarf immer der Elektromotor und der Verbrennungsmotor ihre Leistung addieren sind die Fahrwerte bezogen auf die Verbrennungsmotordaten beeindruckend.
	Aufgrund der niedrigen Leistung des Elektromotors muss der Verbrennungsmotor in seiner Leistung höhere dimensioniert werden.
<b>X</b>	Aufgrund der hohen Leistung des Elektromotors kann der Verbrennungsmotor in seiner Leistung kleiner dimensioniert werden.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 10: Welche Aussage über den Seriellen-Hybrid ist falsch?

<b>X</b>	Der Verbrennungsmotor hat eine mechanische Verbindung zur Antriebsachse.
	Der Verbrennungsmotor kann im Betriebspunkt mit dem besten Wirkungsgrad zur Erzeugung einer Leistung betrieben werden.
	Der Nachteil des seriellen Hybriden besteht zum einen darin, dass alle im Antriebsstrang beteiligten Aggregate für die gesamte Antriebsleistung ausgelegt sein müssen.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 11: Welche Aussage über den Seriellen-Hybrid ist richtig?

<b>X</b>	Die mechanische Energie die vom Verbrennungsmotor erzeugt wurde, muss die komplette wirkungsgradbehaftete Energieumwandlungskette durchlaufen.
	Bei einem Seriellen-Hybrid wird die vom Verbrennungsmotor erzeugte mechanische Energie ohne Wechsel in elektrische Energie direkt über ein Getriebe zu den Rädern geleitet.
<b>X</b>	Der anfänglich hohe Wirkungsgrad von circa 40% kann auf bis zu 25 % absinken.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 12: Welche Aussage über den Seriellen-Hybrid ist richtig?

<b>X</b>	Im konventionellen Fahrmodus wandelt der serielle Hybrid die Antriebsleistung mehrfach.
<b>X</b>	Beim elektrischen Fahrmodus ist der Verbrennungsmotor ausgeschaltet.
	Während der Lastpunktanhebung arbeitet der Verbrennungsmotor im Wirkungsgrad ungünstigen Betriebsart.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 13: Welche Aussage über den Parallelen-Hybrid ist richtig?

<b>X</b>	Bei einem Parallel-Hybrid wird die vom Verbrennungsmotor erzeugte mechanische Energie ohne Wechsel in elektrische Energie direkt über ein Getriebe zu den Räder geleitet.
<b>X</b>	Im konventionellen Fahrbetrieb sorgt ausschließlich der Verbrennungsmotor für den Vortrieb. Dieser ist direkt über ein Getriebe mit den Antriebsrädern verbunden.
<b>X</b>	Die von der E-Maschine erzeugte positive Leistung (Motorbetrieb) sowie auch die negative Leistung (Generatorbetrieb) wird zur Leistung des Verbrennungsmotors addiert.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 14: Welche Aussage über den Parallelen-Hybrid ist falsch?

<b>X</b>	Mit Hilfe eines Planetengetriebes können die Leistungen von Generator, Elektromotor und Verbrennungsmotor beliebig kombiniert werden.
<b>X</b>	Die mechanische Energie, die von Verbrennungsmotor erzeugt wurde, muss die komplette wirkungsgradbehaftete Energiewandlungskette durchlaufen.
<b>X</b>	Der Parallelen-Hybrid erlaubt eine maximale Anzahl von Freiheitsgraden.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 15: Welche Komponenten sind im Parallelen-Hybrid verbaut?

	Generator, Elektromotor, Planetengetriebe.
<b>X</b>	Kupplung, E-Maschine, Verbrennungsmotor.
<b>X</b>	E-Maschine, Akkumulator, Leistungselektronik.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 16: Welche Aussage über den Mischhybrid ist richtig?

<b>X</b>	Mit Hilfe eines Planetengetriebes können die Leistungen von Generator, Elektromotor und Verbrennungsmotor beliebig kombiniert werden.
	Die mechanische Energie, die vom Verbrennungsmotor erzeugt wurde, muss die komplette wirkungsgradbehaftete Energiewandlungskette durchlaufen.
<b>X</b>	Der Mischhybrid erlaubt eine maximale Anzahl von Freiheitsgraden.



# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 17: Welche Aussage über den Mischhybrid ist falsch?

	Der Mischhybrid ist eine Kombination aus Seriellen- und Parallelen-Hybrid.
<b>X</b>	Die Planetenräder sind mit den Rädern und dem Elektromotor verbunden, das Hohlräder sind mit dem Generator und der Verbrennungsmotor ist am Sonnenrad befestigt.
	Mit Hilfe eines Planetengetriebes können die Leistungen von Generator, Elektromotor und Verbrennungsmotor beliebig kombiniert werden.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 18: Welche Aussage über den Mischhybrid ist richtig?

<b>X</b>	Den Vorteilen des Misch-Hybrid stehen jedoch die hohe Komplexität des Antriebsstranges und das große Gesamtgewicht der Hybridkomponenten gegenüber.
	Kernstück des Systems ist die Trennkupplung zwischen E-Maschine und Verbrennungsmotor.
	Das elektrische Fahren ist mit dem Misch-Hybrid nicht möglich.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 19: Welche Aussagen sind richtig?

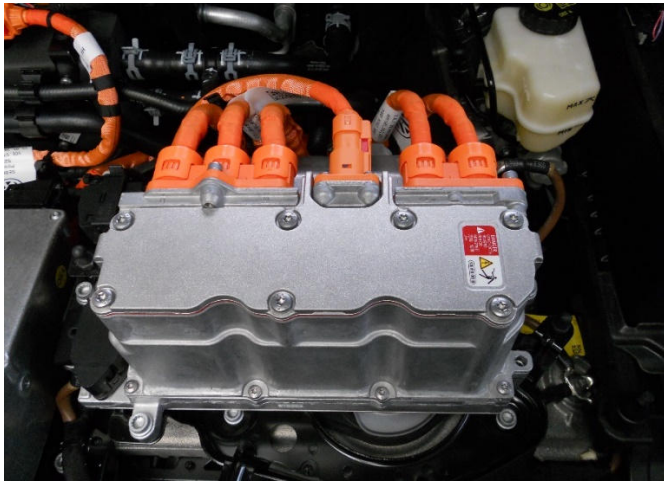
<b>X</b>	Das Wort Hybrid kommt aus dem griechisch-lateinischen und bedeutet „gemischt, von zweierlei Herkunft“.
<b>X</b>	Das erste Fahrzeug mit seriellen Hybridantrieb wurde von Ferdinand Porsche gebaut .
	Der Lohner-Porsche-Ektrowagen wurde 1922 auf der Pariser Weltausstellung vorgestellt.

# Fragen zur Hybridtechnik

- Frage 20: Welche Aussagen sind richtig?

<b>X</b>	In einem Kraftfahrzeug wird der Hybridantrieb verwendet, um den fossilen Kraftstoffverbrauch zu senken.
	Hybridkraftfahrzeuge bestehen, laut UNO Definition, aus mindestens drei Energiewandlern und zwei Energiespeichersystemen, die im Fahrzeug verbaut sein müssen um das Fahrzeug anzutreiben.
<b>X</b>	Man unterscheidet grundsätzlich beim Hybridantrieb zwischen drei Bauformen: den Seriellen Hybrid, den Parallelen Hybrid oder den Mischhybrid.

# Inverter , Leistungselektronik, AC/DC Wandler



Spannungsbereich	250 – 430V
Maximaler Strom	450 A
Ladestrom 12 V	120 A
Frequenz	9 – 10 kHz
Gewicht	10,5 kg

Beispiel: VW E-Golf    Bild: J.R.

## Aufgaben der Leistungselektronik / Inverter:

- Die Leistungselektronik (PCU = Power-Control-Unit) ist zentrales Bindeglied zwischen HV-Batterie und E-Maschine.
- Wandelt Gleichspannung (Gleichstrom) von der HV-Batterie in Wechselspannung (Wechselstrom) für die E-Maschine um.
- Bei Elektrofahrzeugen meist in 3-phasige Wechselspannung
- Bei der Rekuperationsphase genau umgekehrt
- Dazu ist ein AC-DC Wandler (Inverter) integriert.
- Wie im oberen Bild (VW E-Golf) ist auch ein DC-DC Wandler (Konverter) verbaut der die Hochvolt-Gleichspannung in Bordnetz-Gleichspannung (12 Volt) absenkt und das 12V-Bordnetz mit Spannung versorgt.

## Unterschiede der Leistungselektronik / Inverter

- Bei dieser Umwandlung entsteht Wärme, deshalb muss die Leistungselektronik gekühlt werden.
- Hierbei gibt es luft- und wassergekühlte Ausführungen.
- Bei sehr vielen Fahrzeugen ist die Leistungselektronik / Inverter direkt über die E-Maschine verbaut, dadurch hat man kurze Kabellängen und kann die Wasserkühlung kombinieren.

Preis des Inverters vom VW E-Golf: 3121,00 Euro (Stand 07/2015)

## **Starthilfe, Abschleppen und Notstartfunktion** (z.B. VW E-Golf):

Achtung:

- Dies ist keine Reparaturanleitung, sondern nur eine Darstellung von Möglichkeiten die der Hersteller vorgibt.
- Es müssen immer die Richtlinien des Herstellers beachtet werden.
- Technische Literatur, Betriebsanleitung des Herstellers verwenden.

### **Starthilfe:**

Betriebsanleitung beachten, bei VW-E-Golf vorgesehen

### **Abschleppen:**

Betriebsanleitung exakt beachten!

Elektrofahrzeuge haben eine feste Verbindung zwischen den Antriebsrädern und dem Drehstromantrieb (Fahrmotor für Elektroantrieb). Diese Verbindung kann ohne mechanischen Aufwand nicht getrennt werden. Soll das Fahrzeug abgeschleppt werden, gibt es zwei Möglichkeiten.

#### **1. Fahrzeug abschleppen mit intaktem Hochvoltsystem:**

Schalten Sie die Zündung (Klemme 15) „Ein“ und legen Sie den Wählhebel in die Stellung N, um die elektrische Freilauffunktion herzustellen. Nun kann das Fahrzeug für maximal 50 km mit 50km/h mittels Seil oder Schleppstange abgeschleppt werden. Das Abschleppen mit einer Stange wird aus Sicherheitsgründen empfohlen.

## 2. Abschleppen mit beschädigten Hochvoltsystem:

Kann das Hochvoltsystem nicht aktiviert werden, muss das Fahrzeug mit allen vier Rädern stehend transportiert werden. Der Freilauf kann nicht geschaltet werden und es besteht dadurch Überhitzungsgefahr. Die Textmeldung im Schalttafeleinsatz dazu lautet: „Abschleppen beschädigt Elektrosystem. Bordbuch!“

### **Notstartfunktion:**

Wurde die Hochvoltbatterie leergefahren, besteht die Möglichkeit den e-Golf zweimal für eine geringe Wegstrecke erneut zu starten.

1. nach Zündungswechsel für ca. 100 Meter
2. nach weiterem Zündungswechsel für ca. 50 Meter
3. Es ist kein weiterer Notstart möglich.

Auszug aus VW-Unterlagen

## Verschiedene elektrische Hochvolt-Heizsysteme:

### 1. PTC-HV-Heizer (Firma Eberspächer)



Bild: J.Riedl

Zum Beispiel: VW e-up / VW e-Golf

- Leistung bis 5 kW
- Masse circa 2 kg
- Kleiner Einbauraum
- Spannungsbereich 180 bis 450 Volt
- Leistungsdichte 1,8 W/cm<sup>3</sup>

Keramikelemente mit positivem Temperaturkoeffizienten (PTC) werden von Strom durchflossen, heizen sich dabei auf und steigern mit der Temperatur auch ihren elektrischen Widerstand, was den Stromfluss bei höheren Temperaturen begrenzt. Für PTC-Heizungen sind allerdings seltene Erden und Schwermetalle wie Blei erforderlich. Die Verwendung von Schermetallen im Fahrzeug erlaubt die EU-Altauto-Richtlinie 2000/53/EG bereits heute nur noch mit Ausnahmegenehmigung.



## 2. Schicht-Technologie ( Firma Webasto)

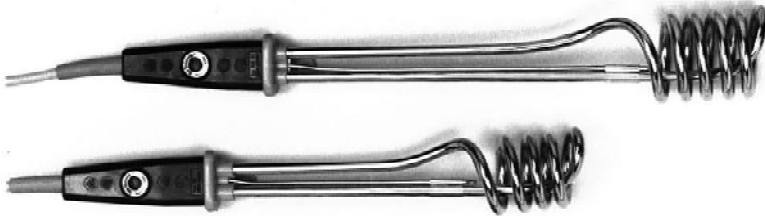


Quelle: Webasto

- Leistung stufenlos regelbar von 0,2 bis 5 kW
- Leistungsdichte 3,2 W/cm<sup>3</sup>
- Masse circa 1,9 Kg
- Spannungsbereich von 250 V bis 450 V
- Schnelles Ansprechverhalten
- Weniger Energieverbrauch
- Wirkungsgrad bis zu 99%

Die Schicht-Technologie erwies sich in Tests als Heizsystem mit der höchsten Effizienz. Dabei wird eine elektrisch leitende Schicht auf einen Träger aufgebracht. Wird die Schicht von Strom durchflossen, erhitzt sie sich und gibt die Wärme an den Träger ab. Es wird bereits in verschiedenen industriellen Anwendungen zum Heizen eingesetzt. Produktionsstart bei Webasto 2015/2016.

### 3. Heizdraht- Technologie



Quelle: Wikipedia

Bei Haushaltsgeräten hat sich weltweit die Heizdraht- Technologie bewährt. Diese ist fast überall verfügbar und hat auch bei hohen Medientemperatur eine gute Heizleistung. Allerdings schied die Drahtheizung bei der Technologiebetrachtung aus, da es nicht gelang, dafür ein Automotiv-taugliches Sicherheitskonzept zu entwickeln.