

Audi  
Vorsprung durch Technik



**Qualifizierung zur Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik IHK als Grundlage  
der Aus- und Weiterbildung der Fachkräfte bei der AUDI AG**

Ulm, 28. Juni 2011

Referent: Josef Smolik, AUDI AG

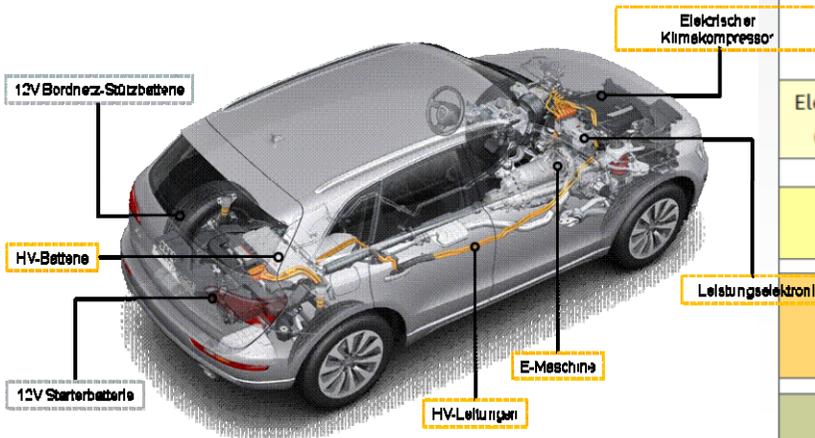
Co-Autoren: Sybille Schmidt u. Rupert Kaindl, AUDI AG

# Zunehmende Elektrifizierung des Antriebs

## Klassifizierung der Hybrid- und Elektrokonzepte



Zunehmend elektrische Gefährdungen im Entwicklungsprozess



Full-Hybrid F-HEV	Plug-In-Hybrid P-HEV	Range-Extender EREV	E-Fahrzeug BEV
200-270 V	300-400 V	300-400 V	300-400 V
20-50 kW	60-80 kW	60-80 kW	60-200+ kW
<div style="background-color: #ffffcc; padding: 5px;">Elektrisches Fahren (ca. 2 bis 3 km)</div> <div style="background-color: #ffffcc; padding: 5px;">Boosten (&gt; 15 kW)</div> <div style="background-color: #ffcc99; padding: 5px;">Rekuperation</div> <div style="background-color: #c6e0b4; padding: 5px;">Start-Stopp</div>	<div style="background-color: #ffffcc; padding: 5px;">Elektrisches Fahren (≤ 30 km)</div> <div style="background-color: #ffffcc; padding: 5px;">Boosten (&gt; 60 kW)</div> <div style="background-color: #ffcc99; padding: 5px;">Rekuperation</div> <div style="background-color: #c6e0b4; padding: 5px;">Start-Stopp</div>	<div style="background-color: #ffffcc; padding: 5px;">Elektrisches Fahren (≤ 50 km)</div> <div style="background-color: #ffcc99; padding: 5px;">Rekuperation</div>	<div style="background-color: #ffffcc; padding: 5px;">Elektrisches Fahren (≤ 100 bis 400 km)</div> <div style="background-color: #ffcc99; padding: 5px;">Rekuperation</div>

Energieversorgung aus herkömmlichen Kraftstoffen  
 Energieversorgung aus Akkumulator

Energieversorgung über Stromnetz  
 Energieversorgung über Wasserstoff

# Sicherheitsanforderungen durch Elektrifizierung

## Gesetzliche Anforderungen zur HV-Sicherheit

- ▶ Zwingend: Erfüllung der Anforderungen aus Arbeitsschutzgesetz, BGV A3 sowie VDE 1000-10 auf dem Gebiet der Hochvolttechnik

### Berufsgenossenschaftliche Vorschrift A 3 § § 3+5

Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass elektrische Anlagen nur von einer Elektrofachkraft oder unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft den elektrotechnischen Regeln entsprechend errichtet, geändert, instand gehalten und geprüft werden.

### ArbSchG §§ 3+13

Der Arbeitgeber ist verpflichtet, die erforderlichen Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu treffen und hat für eine geeignete Organisation zu sorgen

Der Arbeitgeber kann zuverlässige und fachkundige Personen schriftlich damit beauftragen, ihm obliegende Aufgaben nach diesem Gesetz in eigener Verantwortung wahrzunehmen.

### VDE 1000-10 Pkt. 5.3

Für die verantwortliche fachliche Leitung eines elektrotechnischen Betriebes oder Betriebsteiles ist eine verantwortliche Elektrofachkraft erforderlich!

In Betrieben, in denen der Unternehmer nicht selbst verantwortliche Elektrofachkraft ist, muss er die Fach- und Aufsichtsverantwortung einer verantwortlichen Elektrofachkraft übertragen.

Initial: Mitarbeiter  
Qualifizierung

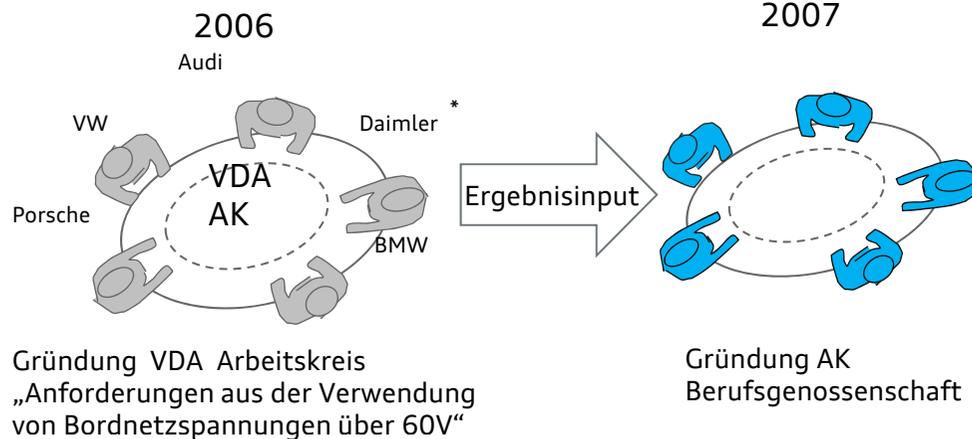
Informationen und Wissen

Kontinuierlich: Kompetenzaufbau

Organisatorisch:  
Verantwortungsstrukturen

# Rückblick: Erste Initiativen „Qualifizierung Hochvolt“

## OEM übergreifender Arbeitskreis u. AK Berufsgenossenschaft



- ▶ Definition von Minimalanforderungen und Qualifizierungsinhalten eines OEM übergreifenden „Pflichtqualifizierungsprogramms“
- ▶ **Erste Grundsteinlegung** für die Festlegung spezifischer Qualifizierungsstufen für Arbeiten an Fahrzeugen mit HV-Systemen

- ▶ Weiterentwicklung Qualifizierungsmodule und Stufen
- ▶ Anforderungsorientierte Auslegung der einzelnen



Qualifizierungsstufe	Bezeichnung	zum Beispiel
Stufe 3	MA mit Zusatzqualifizierung für Arbeiten unter Spannung (AuS)	Arbeiten unter Spannung am HV-System und Arbeiten in der Nähe berührbarer unter Spannung stehender Teile - Fehlersuche - Bauteile unter Spannung wechseln
Stufe 2	Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten (EFfT)	zum Beispiel - Spannungsfreiheit herstellen - Elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand - Freischalten - Gegen Wiedereinschalten sichern - Spannungsfreiheit feststellen - Tausch von HV-Komponenten - Stecker ziehen + Komponententausch (z. B. DC/DC-Wandler, elektrische Klimaanlage)
Stufe 1	Sensibilisierter MA	zum Beispiel - Testfahrer, - Karosseriearbeiten, - Öl-, Radwechsel

3 Stufenqualifizierung

\*Später noch GM, Ford, MAN

# Anforderungen an die Qualifizierung Elektromobilität

## Herausforderungen durch die Elektrifizierung

Wie erkennen wir **elektrische Gefahren** am Fahrzeug und bei der Bearbeitung?

Wie können wir unsere Mitarbeiter auf diese Aufgaben **vorbereiten**?

Wer kann die **fachliche** (elektrotechnische) **Verantwortung** tragen?



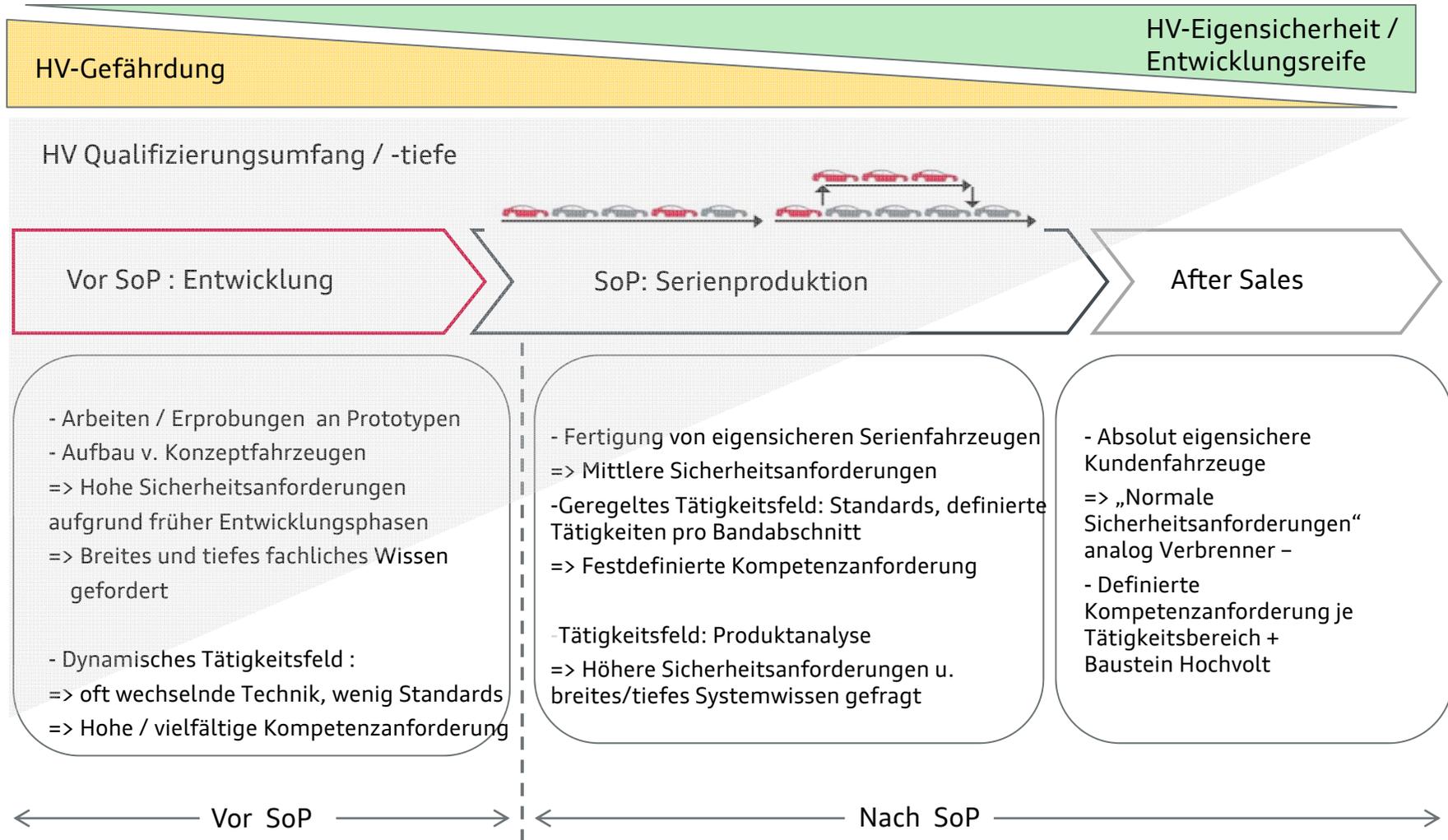
Was benötigen wir zur **sicheren** Entwicklung der HV-Fahrzeuge vor SOP?

Wie werden aktuelle **Sicherheitsinformationen** „an den Mann gebracht“?



# Unterschiedliche Anforderungen entlang der Prozesskette

## Spezifische Qualifizierungsbedarfe vor / nach SoP



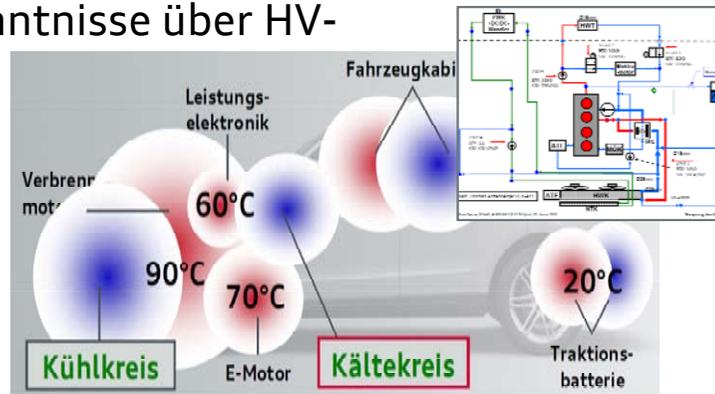
# Anforderungen an die Qualifizierung Elektromobilität

## Interdisziplinäre Fachkompetenz notwendig

- ▶ Warum kann man nicht einfach Elektriker zur EFK Fahrzeugtechnik ausbilden? Warum ist dies nicht die richtige Strategie um fit für die elektrifizierte Zukunft zu sein?
  - ▶ Hochkomplexe vernetzte Systeme im Fahrzeug erfordern neben E/E Basiswissen auch fundiertes KFZ Wissen
  - ▶ Mechanisch-/ elektrische Wechselwirkungen u. Funktionen im KFZ Verbund: interdisziplinär kompetente Fachleute gefragt statt bloße Elektrik-Kenntnisse über HV-Einzelkomponenten



Beispiel : elektrisches + mechanisch/hydraulisches Bremsen im Hybrid

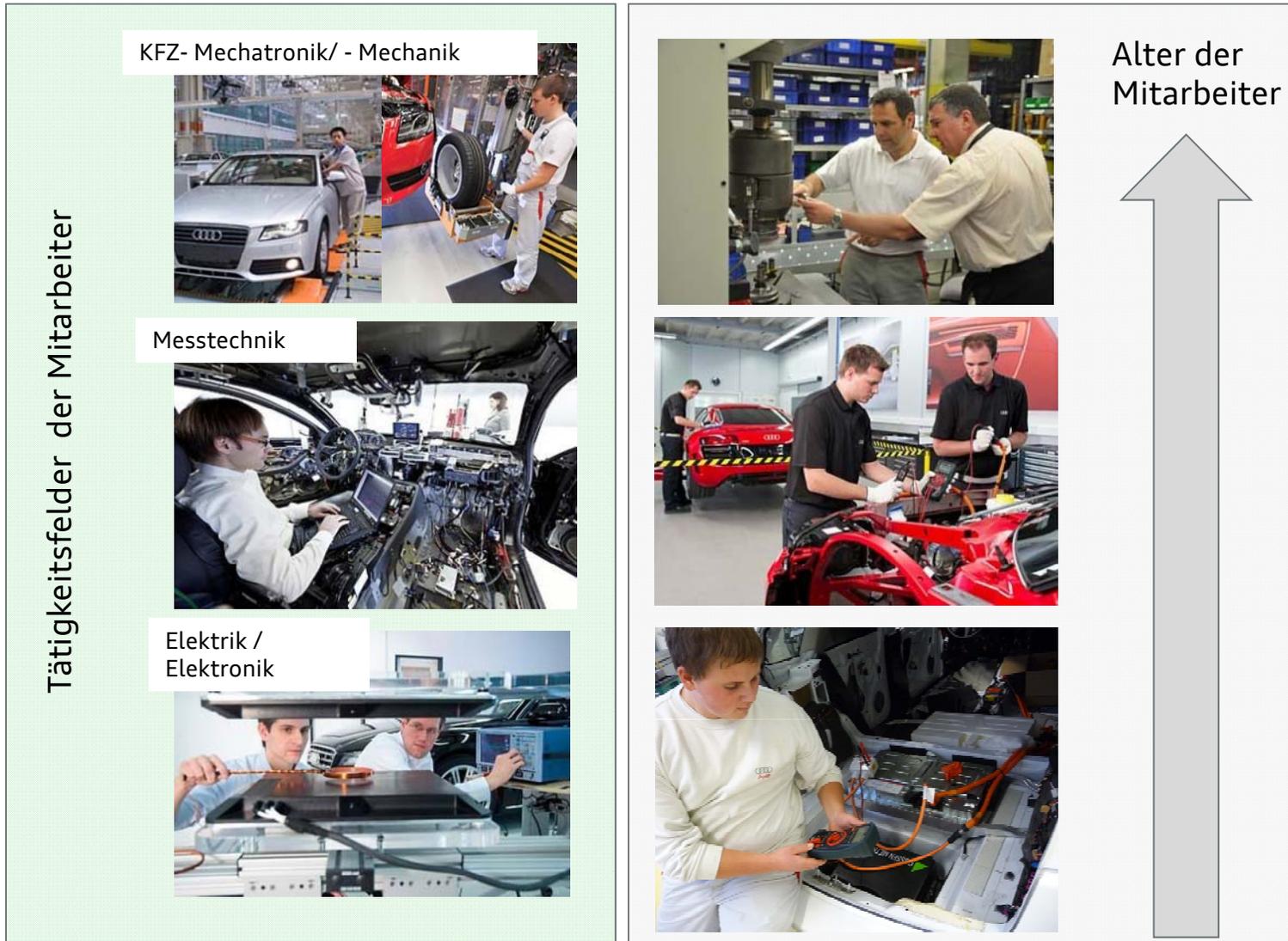


Beispiel: Thermomanagement

Technologiefeld
Sicherheit
E-Maschine
Leistungselektronik
Getriebe/Kupplung
Batteriesystem
Bordnetz
EMV
Vernetzung
Ladestrategie
Bremse
Fahrwerk / Lenkung
Thermomanagement
E-Klimakompressor
Batteriekühlung
Funktionsentwicklung
Betriebsstrategie
Energiemanagement
Konzeptentwicklung
Ergonomie
Inbetriebnahme
Akustik
Design

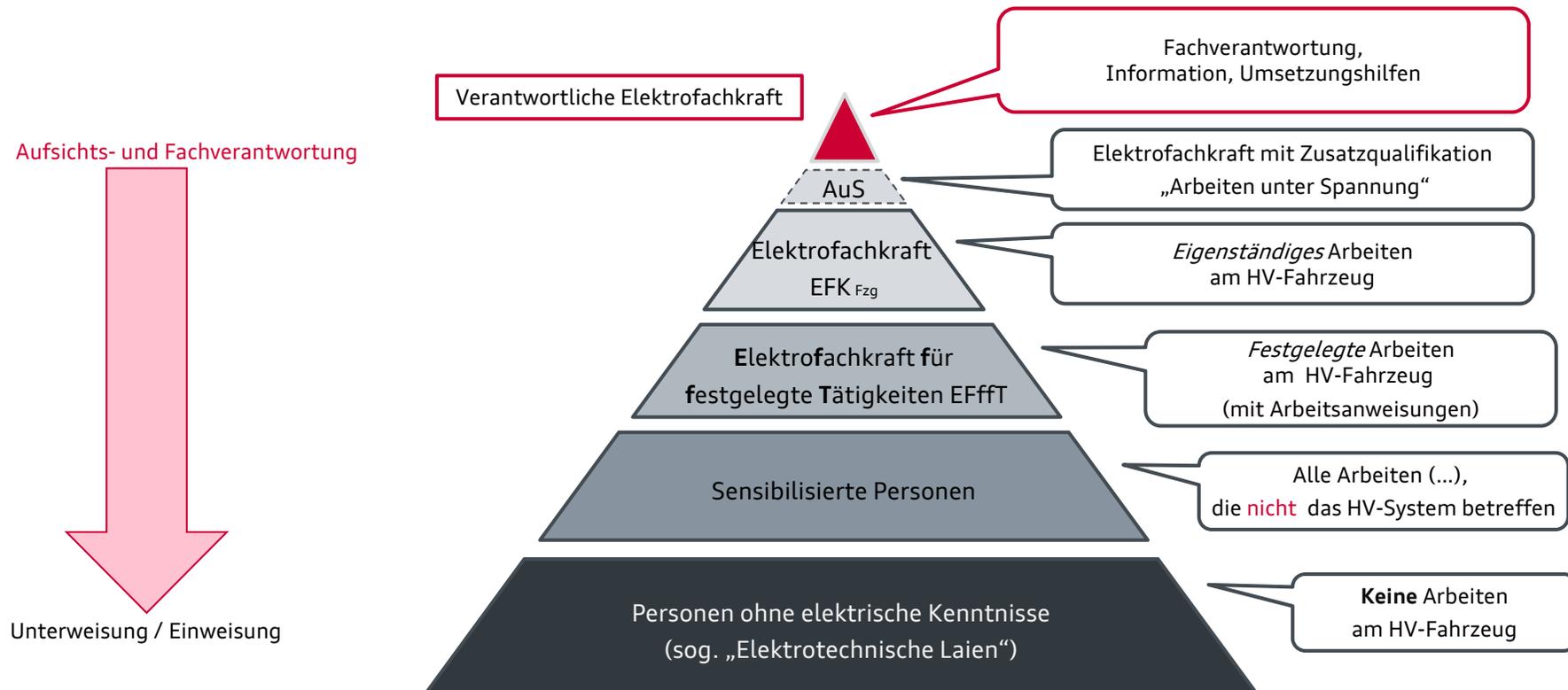
# Anforderungen an die Qualifizierung Elektromobilität

## Modularität

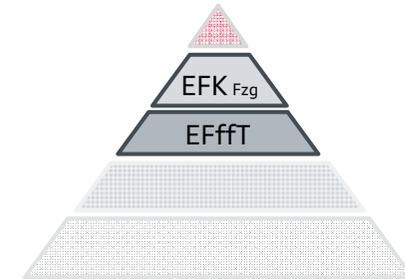


# Anforderungen an die Qualifizierung Elektromobilität

## Stufenkonzept



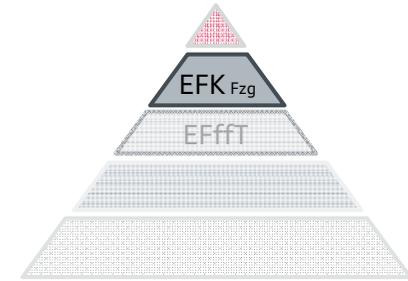
# Aufbau des Qualifizierungskonzeptes Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik



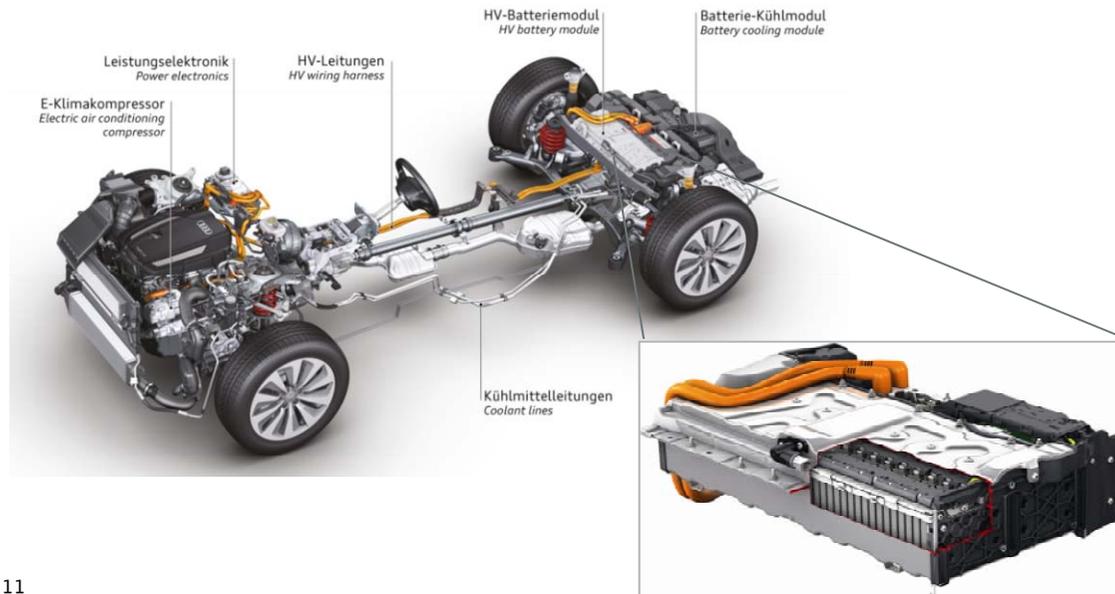
Basis: Elektro- / HV-Technik			Fahrzeugtechnik			HV-Komponenten und -System			
Basis Modul	Aufbau Modul	Praxismodul HV-Fzg.	Modul Fzg. Technik	Modul Fzg. technik	Modul Fzg. Technik	Modul HV-Komponente	Modul HV-Komponente	Modul HV-System	Modul HV
<b>Elektro-Technische Grundlagen</b>	<b>Elektro-technik</b>	<b>Inbetriebnahme HV- System</b>	<b>Diagnose</b>	<b>Mess-technik</b>	<b>Sensoren Aktoren</b>	<b>HV-Batterie</b>	<b>Leistungs-Elektronik E-Maschine</b>	<b>Fahrzeug-system, Diagnose</b>	<b>Wechsel- /Dreh-Strom elektrischer Antriebe</b>
5 Tage	5 Tage	1 Tag	<b>3 Tage</b>	<b>5 Tage</b>	<b>3 Tage</b>	<b>5 Tage</b>	<b>5 Tage</b>	<b>5 Tage</b>	<b>5 Tage</b>
Grundlagen Strom, Spannung, Widerstand, Leitungsauswahl	Absicherung Gefahren u. Schutzmaßnahmen, Kabelkonfekt. theoretische Prüfung	Prakt. Messungen am HV-System u. -Fahrzeug Inbetriebn., Freischaltung	Diagnose-Systeme, Betriebsarten, Eigen-Diagnose, Fehlersuche	Messgeräte, Bussysteme Systematische Fehlersuche, Batterietechn., Ausser- & Inbetriebnahme	Prinzip, Einsatz, Typen von Sensoren. und Aktoren, Beispiele	Bauteile, Sicherheitstechnik, Digitaltechnik, Prüf-messungen	Bauteile, Messtechnik, Isoprüfung, Drehstrom, Leistungsber-echnung, Typen	Bauteile, Diagnose, Inbetriebn., Sicherheitstech-nik IT-System Vorschriften / Normen	IT-Netz Motoren, Fehlersuche HV System, VDE 701 / 702
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">Theoret. Prüfung</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">Prakt. Prüfung</div> </div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: 80%; margin: auto;"> <b>IHK-Prüfung EFK Fahrzeugtechnik 2 Tage</b> Theoretische und praktische Prüfung                 </div>							

# Aufbau des Qualifizierungskonzeptes

## Anwendungsorientierte Schulungsinhalte



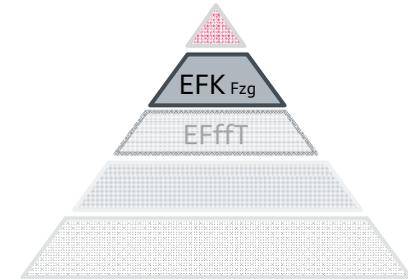
- ▶ Praxisnah durch Einsatz von HV- / Hybrid-Modellen und Schulungen am HV-Fahrzeug
- ▶ Modulinhalte entsprechen dem Fahrzeugaufbau
- ▶ Anhand der verbauten HV-Komponenten im Fahrzeug wird die Elektrotechnik und Funktion geschult



Zum Beispiel

<b>Modul HV-Komponente</b>	<b>Lehrinhalte mit Lernziel: Experte</b>
<b>HV-Batterie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Gesamtsystem HV+ Bauformen</li> <li>▶ Aufbau HV-Batterie                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zellenaufbau</li> <li>▶ Schütze =&gt; Technik</li> <li>▶ Zwischenkreiskondensator</li> <li>▶ Funktion Laden</li> <li>▶ HV-Interlock</li> <li>▶ Temperatursensoren</li> <li>▶ Batteriemangement: Digitaltechnik</li> <li>▶ Berechnung Innenwiderstand</li> </ul> </li> <li>▶ Vorschriften, Gefahren</li> <li>▶ Schutzmaßnahmen</li> </ul>
<b>5 Tage</b>	
Bauteile, Sicherheitstechnik, Digitaltechnik, Prüfungen, Vorschriften / Normen	

# Qualifizierungsweg Elektrofachkraft Spezifika



## ► Zusatzqualifizierungsmodul für Elektrofachkräfte aus anderen Arbeitsgebieten

4 Tage
<p><b>VDE - Bestimmungen und Grundlagen Hybrid- und Elektrofahrzeuge für Elektrofachkräfte</b></p> <p>VDE-Bestimmungen für die betriebliche Praxis Überblick Gesetze / Normen, Befähigte Personen, Schutzmaßnahmen, Prüfungen.</p> <p>Systemaufbau, Komponenten der HV-Fahrzeugtechnik Überblick Fahrzeugantriebssystem, HV-Komponenten wie E-Maschine, Batterie, Klimakompressor Pulswechselrichter</p>

+

1 Tag
<p><b>Praxis Modul HV-Fahrzeug</b></p> <p>Praktische Messungen am HV-System bzw. HV-Fahrzeug Zertifiziertes Spannungsfreischalten Ausserbetriebnahme Inbetriebnahme Fehlersuche / Diagnose</p>
Praktische Prüfung



Elektrofachkraft  
Fahrzeugtechnik

## ► Zusatzqualifizierung für das „Arbeiten unter Spannung (AuS)“

1 Tag
<p><b>Modul AuS (Fach-Theorie)</b></p> <p>Normen + Vorschriften (VDE 105, BGR A3, VDE..) Gefahren/Schutzmaßnahmen, PSA (pers. Schutzausrüstung), elektr. Energiespeicher, Sicheres Arbeiten unter Spannung</p>
Theorie Prüfung

+

1 Tag
<p><b>Praxis Modul AuS</b></p> <p>Elektr. Energiespeicher: Komponenten, Zerlegung, Zusammenbau, Konstruktion, Schutzmaßnahmen</p>
Praktische Prüfung

<p>Eingangsvoraussetzung für AuS Schulung:</p> <p>Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik + Erst-Helfer + körperl. Eignung</p>
---

# Prüfungsordnung und Prüfung der EFK Fahrzeugtechnik Zusammenarbeit Audi mit IHK

 Industrie- und Handelskammer für  
München und Oberbayern

**Besondere Prüfungsvorschriften  
„Geprüfte Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik“  
(Anlage 53 zur FPO)**

Aufgrund der §§ 54, 71 Abs. 2 des Berufsbildungsgesetzes vom 23. März 2005 (BGBl. I Seite 931) – BBlG -, zuletzt geändert durch Artikel 9 b des Gesetzes vom 7. September 2007 (BGBl. I Seite 2246), erlässt die Industrie- und Handelskammer für München und Oberbayern folgende vom Berufsbildungsausschuss der Kammer am 19. März 2010 nach § 79 Abs. 4 Satz 1 BBlG beschlossene und gemäß §§ 56 Abs. 1 Satz 2, 47 Abs. 1 Satz 2 i. V. m. Art. 2 Abs. 1 lit. a), 1 Abs. 2 lit. a) des Gesetzes zur Ausführung des Berufsbildungsgesetzes i. d. F. der Bekanntmachung vom 29. September 1993 (GVBl. S. 754), zuletzt geändert durch Gesetz vom 24. Juni 2005 (GVBl. S. 197), vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie mit Schreiben vom 05.05.2010 Az. IV/5-4607/2433/2 genehmigte besondere Prüfungsvorschriften für die Fortbildungsprüfung „Geprüfte Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik“.

**§ 1 Ziel der Prüfung und Bezeichnung des Abschlusses**

(1) Zum Nachweis von Kenntnissen, Fertigkeiten und Erfahrungen, die durch die berufliche Fortbildung zur „Geprüfte Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik“ erworben worden sind, kann die zuständige Stelle Prüfungen nach den §§ 2-7 durchführen.

(2) Ziel der Prüfung ist der Nachweis der Qualifikation zur „Geprüfte Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik“ und damit die Befähigung:  
In Betrieben der Kraftfahrzeugbranche die Tätigkeit einer Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik gemäß BGV A3 eigenverantwortlich auszuüben.

(3) Durch die Prüfung ist festzustellen, ob der Prüfungsteilnehmer/die Prüfungsteilnehmerin die Qualifikation besitzt, um in den in § 3 genannten Handlungsbereichen insbesondere folgende Aufgaben einer „Geprüfte Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik“ wahrnehmen zu können:

1. Aufbau, Inbetriebnahme und Fehlersuche von bzw. bei Fahrzeugen oder Fahrzeugkomponenten durchführen und deren Funktionsfähigkeit sicherstellen; Störungen erkennen und beseitigen;
2. Arbeitsabläufe planen, umsetzen, überwachen; Information und Kommunikation intern und extern sicherstellen; Arbeits-, Umwelt- und Gesundheitsschutz gewährleisten;
3. Elektrotechnische Sicherheitsunterweisungen am Fahrzeug oder an Fahrzeugkomponenten durchführen.

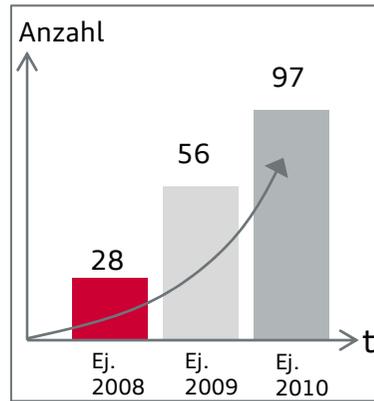
(4) Die erfolgreich abgelegte Prüfung führt zum anerkannten Abschluss „Geprüfte Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik“.

- ▶ Definierte Prüfungszulassungsvoraussetzungen
- ▶ Aufteilung der Prüfung in die 3 Qualifikationsbereiche:
  - ▶ Sicherheitstechnik und Arbeitsschutz  
(Schriftl. Prüfung à 90 Minuten)
  - ▶ Funktions- und Schaltungsanalyse  
(Schriftl. Prüfung à 90 Minuten)
  - ▶ Praxisorientierter Handlungsauftrag  
(Praktische Prüfung à 120 bis 180 Minuten)

# Qualifizierung Elektromobilität

## Zusatzqualifikation Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik in der Berufsausbildung Kfz-Mechatroniker

- ▶ Ab Einstelljahrgang 2010 alle Kfz-Mechatroniker, Hochlaufmodell ab 2008
- ▶ Qualifizierung Ausbilder als Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik

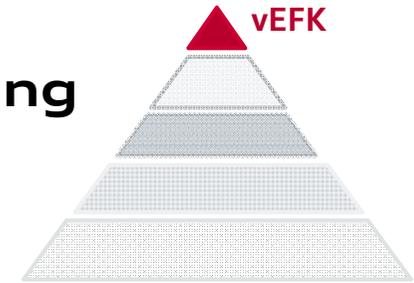


- ▶ Berufsschule übernimmt Inhalte

Basis: Elektro- / HV-Technik				
 <b>Berufsschule</b>	<b>Basis Modul</b>  <b>Elektro-Technische Grundlagen</b>  5 Tage  Grundlagen Strom, Spannung, Widerstand, Leitungsauswahl	<b>Aufbau Modul</b>  <b>Elektrotechnik</b>  5 Tage  Absicherung Gefahren u. Schutzmaßnahmen, Kabelkonfekt. theoretische Prüfung	<b>Praxismodul</b> <b>HV-Fzg. Inbetriebnahme HV- System</b>  1 Tag  Prakt. Messungen am HV-System u. -Fahrzeug Inbetriebn., Freischaltung	 <b>Betrieb</b>

Aufteilung BS / Betrieb am Bsp. Basismodule EFFT

# Weitere Anforderung im Zuge der Elektrifizierung Verantwortungsstruktur mit Ernennung von „verantwortlichen EFK (vEFK)“

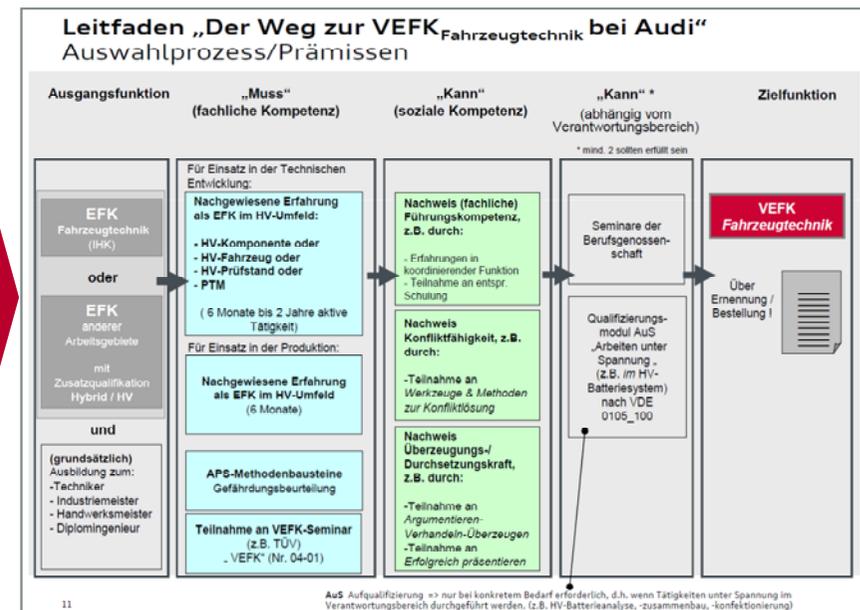


- ▶ Für **eigenverantwortliches Arbeiten** an Hochvolt-Fahrzeugen und -Systemen muss mindestens **ein** beauftragter Beschäftigter die Befähigung zur **Verantwortlichen Elektrofachkraft** im jeweilig **definierten Verantwortungsbereich** besitzen (siehe DIN VDE 1000-10)

## Anforderung an die im Bereich der Elektrotechnik tätigen Personen (DIN VDE 1000 Teil 10)

### Absatz 5.3 (Erläuterungen)

In Betrieben, in denen der Unternehmer nicht selbst verantwortliche Elektrofachkraft ist, muss er die Fach- und Aufsichtsverantwortung einer verantwortlichen Elektrofachkraft nach 4.1 übertragen, wobei je nach Anforderung und Gefahrenpotential die geeignete Fachkraft auszuwählen ist.





# Handlungsbedarf

- ▶ Integration von Hochvolt-Basisqualifikationen in den Beruf Kfz-Mechatroniker
- ▶ Zusatzqualifikation oder Schwerpunkt Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik im Beruf Kfz-Mechatroniker
- ▶ Praxisnahe Qualifizierung der Lehrkräfte an Berufsschulen und Konzepte für die Vermittlung am Lernort Berufsschule
- ▶ Berufsbegleitende Konzepte für Fort- und Weiterbildung
- ▶ Ausbau und Etablierung von modularen Konzepten
  - ▶ Qualifizierungsbausteine
  - ▶ anwendungsorientierter Curricula
  - ▶ Unterstützung durch offene eMedien und Lernplattformen
- ▶ Inhaltlich standardisierte und organisatorisch flexible Prüfungsordnungen für Aus- und Weiterbildung
- ▶ Konzepte für die Qualifizierung „älterer“ Mitarbeiter



**Vielen Dank.**