

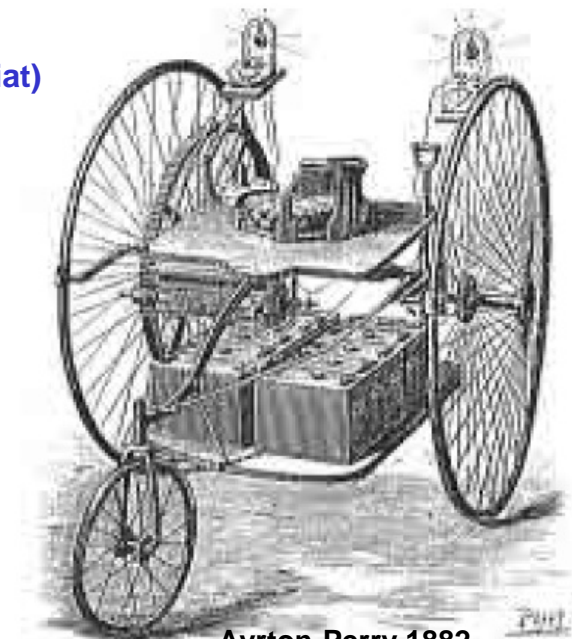
Aktueller Diskussionsstand zu Fragen der akademischen und beruflichen Bildung im Kontext der Elektromobilität

Fachkonferenz für Betriebsrätinnen und Betriebsräte
der Automobilindustrie
Bad Gögging, 13.07.2011

Prof. Dr. Matthias Becker
Universität Flensburg
Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat)



Audi e-tron 2009
Reichweite: bis zu 248 km
Vmax: 200 km/h begrenzt



Ayrton-Perry 1882
Reichweite: bis zu 40 km
Vmax: ca. 14 km/h

Gliederung

1. (Markt)entwicklungen zur Absicherung notwendiger Kompetenzen
*Für wen wird welche akademische und **berufliche** Bildung notwendig?*
2. Technologie und Technik – Trends
3. Erfahrungen mit der Arbeit an elektrifizierten Fahrzeugen
4. Qualifizierungsstrategien
5. Schlussfolgerungen

Entwicklungen

- Derzeitige Entwicklungen deuten auf einen bevorstehenden sprunghaften Übergang zur Elektromobilität hin:
 - Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität 2008
<http://www.elektromobilitaet2008.de>
 - Förderprogramm Elektromobilität (BMU)
<http://www.pt-elektromobilitaet.de>
 - Förderprogramm „Informations- & Kommunikationstechnologien (IKT) für Elektromobilität (BMWT)
<http://www.ikt-em.de>

Entwicklungen II

■ Ziel: „... bis zum Jahr 2020 mindestens eine Million Elektrofahrzeuge auf die Straße ...“

■ Auch weitere Bereiche widmen sich der Elektromobilität:

- Kompetenzbündelung (BMBF):

<http://www.forum-elektromobilitaet.de>

- Allianz von Industrieunternehmen:

<http://www.strategiekreis-elektromobilitaet.de>

- Normung: <http://www.elektromobilitaet.din.de>

- Stromtankstellen: <http://www.lemnet.org>

- Energiekonzerne, z.B. <http://www.rwe-mobility.com>

Entwicklungen III

■ Modellregionen Elektromobilität

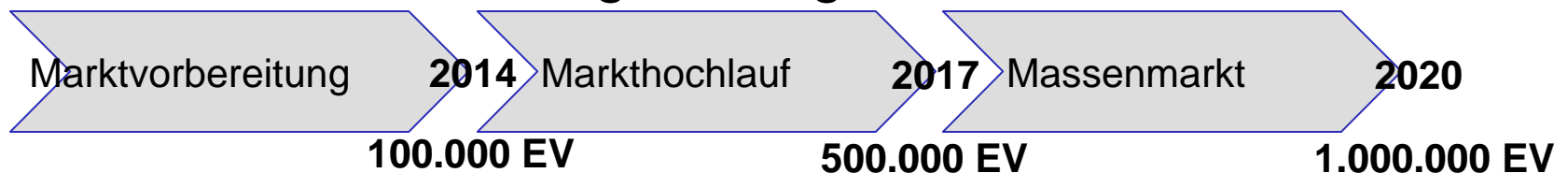
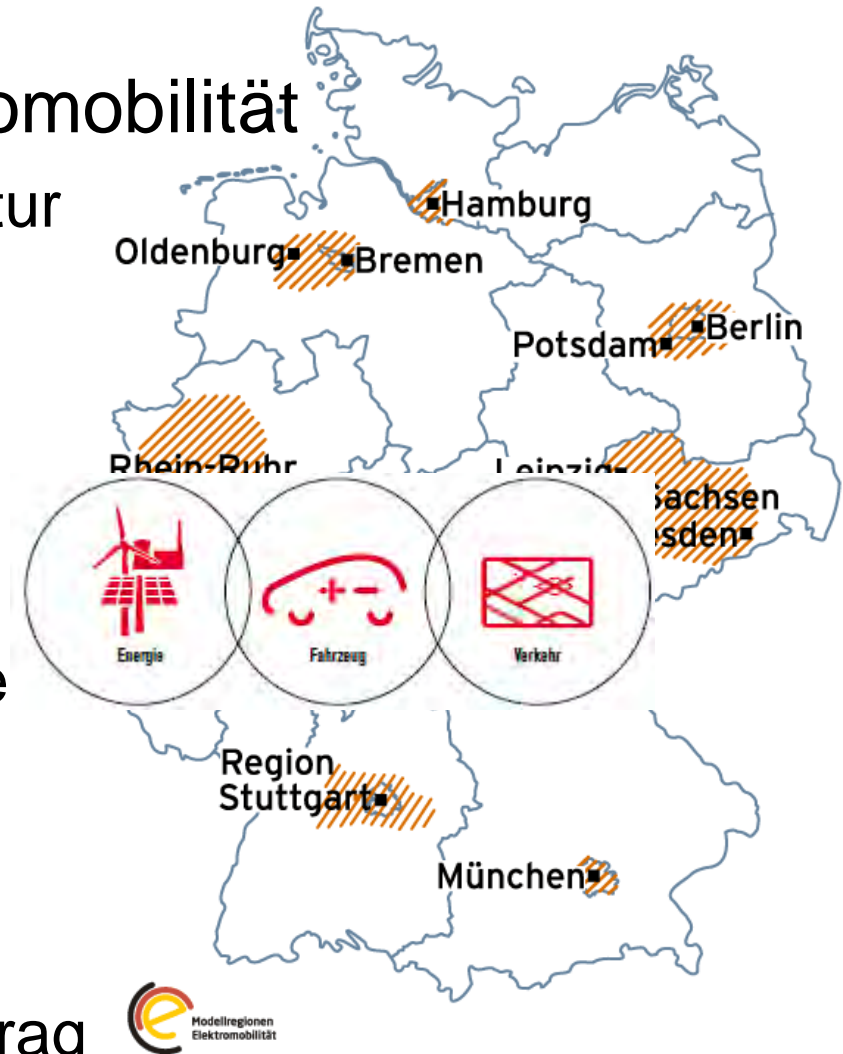
- Aufbau einer Infrastruktur
- Erprobung
- Praxistauglichkeit

■ Schaufensterprojekte

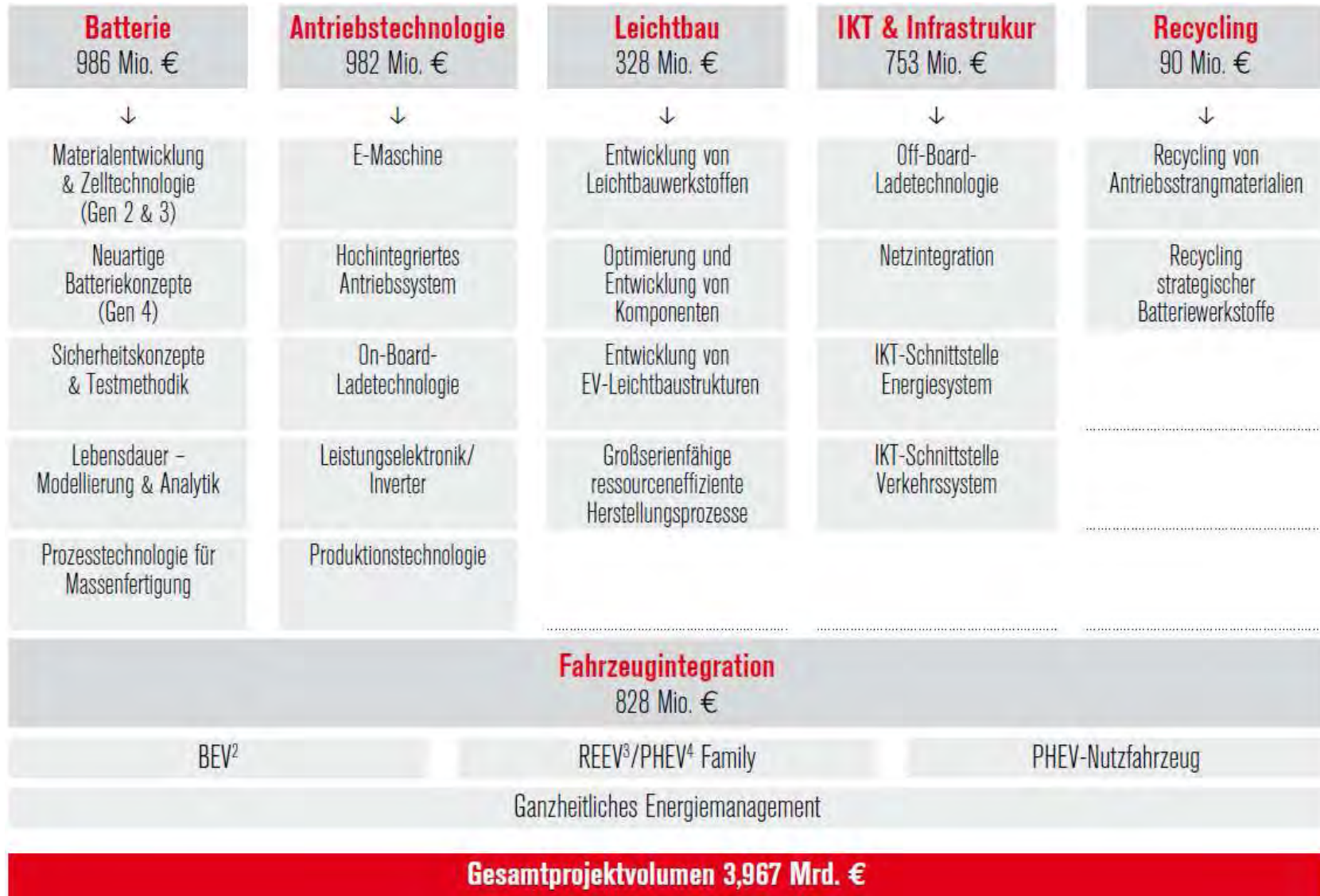
- 2012-2015
- wenige, groß angelegte Projekte

■ Leuchttürme

- mit Bildungs- und Qualifizierungsauftrag



Leuchttürme – Schwerpunkte



Faktenlage zu den Entwicklungen

- Pilotprojekte, Forschung und Entwicklung dominieren
- Elektromobilität ist realistische Zukunft, aber „medial überbewertete“ Realität

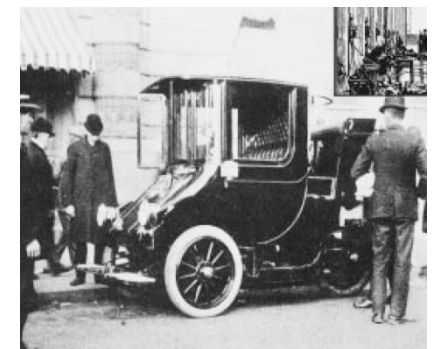
- Marktanteil der Elektrofahrzeuge in den USA

im Jahr 1900: **38 %**

im Jahr 2010: **0,023 %**



Riker Electric um 1900
mit 4 Radnabenmotoren



Elektrotaxi um 1900

Entwicklungen in Deutschland

Deutschland (2009):

- 49.602.623 zugelassene Fahrzeuge
- 3.395 (0,007 %) ZEV
1452 Elektro-Pkw, 979 Elektro-Zweiräder, 964 Busse/Lkw
- 22.657 Hybrid-Fahrzeuge (0,046 %)
22.330 Hybrid-Pkw, 176 Hybrid-Zweiräder, 151 Busse/Lkw



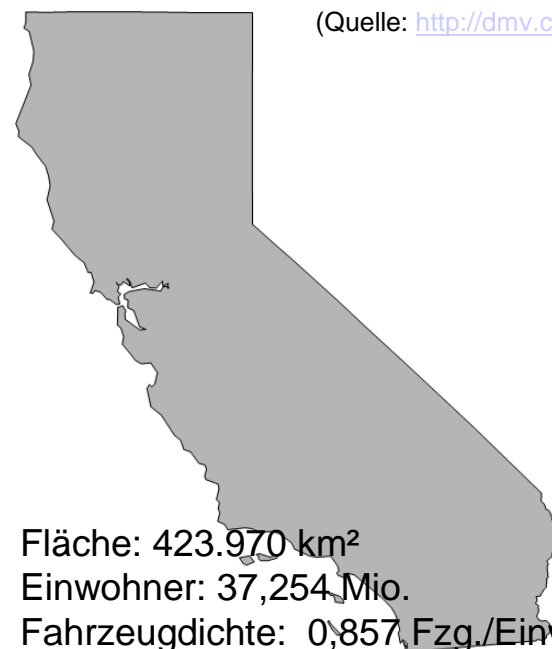
(Quelle: KBA)



Fläche: 357.111 km²
Einwohner: 81,742 Mio.
Fahrzeugdichte: 0,607 Fzg./Einw.

Kalifornien (2009):

- 31.916.865 zugelassene Fahrzeuge
- 33.000 (0,103 %) ZEV
- 258.000 Hybrid- oder Wasserstoff-Fahrzeuge (0,808 %)



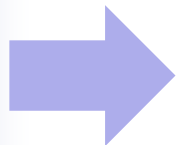
(Quelle: <http://dmv.ca.gov>; CARB)

Fläche: 423.970 km²
Einwohner: 37,254 Mio.
Fahrzeugdichte: 0,857 Fzg./Einw.

Prognosen

- „...bis zu 30.000 neue Arbeitsplätze bis 2020“ (NPE, zweiter Bericht)
- 110 000 neue Fachkräfte bis 2030 in Europa (McKinsey, 5.01.2011)

„Die dritte Herausforderung schließlich besteht im Aufbau der erforderlichen Kompetenzen und Fähigkeiten. Mit dem Trend zur Elektromobilität verschiebt sich das Kompetenzprofil der automobilen Antriebsindustrie von der Mechanik hin zur „Me-chem-tronik“: "In zwanzig Jahren wird weltweit der Anteil der Mitarbeiter in der mechanischen Bearbeitung von 80 Prozent auf 60 Prozent gesunken sein", erklärt Nicolai Müller, Partner im Kölner Büro von McKinsey. "Die restlichen 40 Prozent entfallen dann auf Elektroniker und Chemiker."



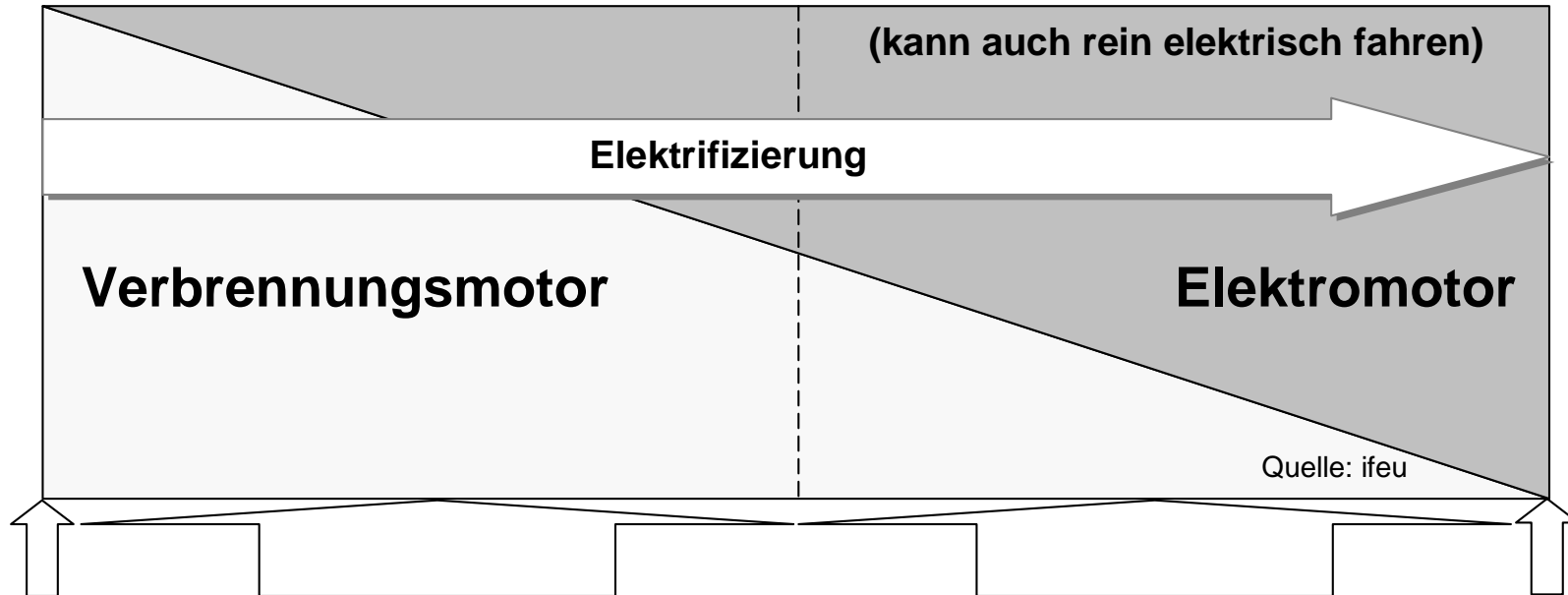
im Blick: Produktion und Entwicklung

nicht im Blick: Wartung und Instandsetzung

Technologie und Technik - Trends

Stromerzeugung im Fahrzeug

Strombetankung aus dem Netz möglich
(kann auch rein elektrisch fahren)



Konventionelles Fahrzeug

Mikro-

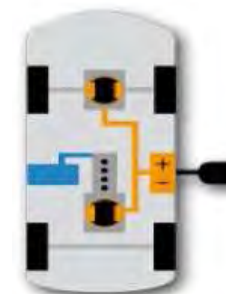
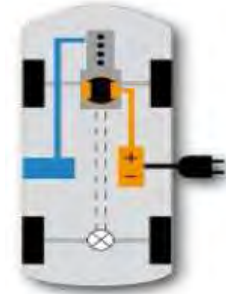
Mild-Hybrid



Voll-



Plug-In Hybrid

Elektrofahrzeug + Range Extender


Reines Elektrofahrzeug



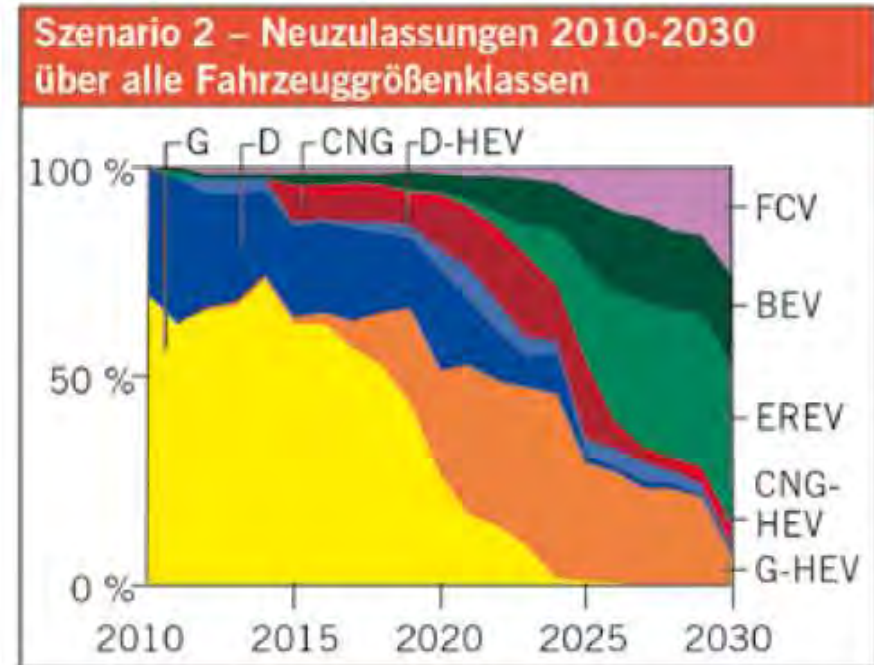
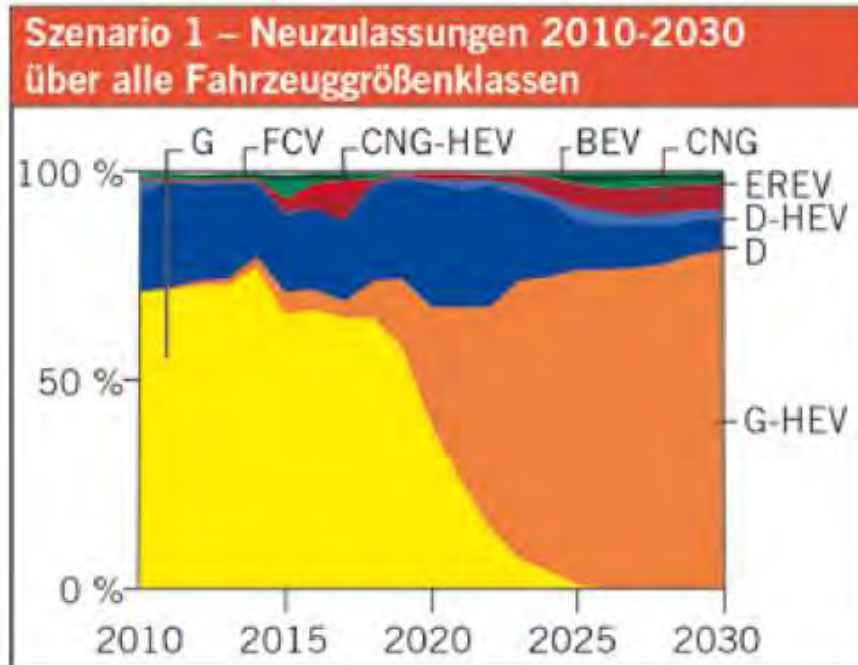
 Benzintank
 Verbrennungsmotor

 Batterie
 Elektromotor/Generator

 H₂ Wasserstofftank

 FC Brennstoffzelle

Szenarios



Abkürzungen: Ottofahrzeug (G), Dieselfahrzeug (D), Erdgasfahrzeug (CNG), Hybridfahrzeug (HEV), Extended Range Electric Vehicle/Plug-in-Hybrid-Fahrzeug (EREV), Batteriefahrzeug (BEV), Brennstoffzellenfahrzeug (FCV)

Quelle: Friedrich, H.E.: Marktanteile verschiedener Fahrzeugantriebe Szenarien bis 2030. In: MTZ 09/2010, 71. Jg. S. 568-572

Fahrzeugarchitektur - Elektrofahrzeug



Facharbeit an elektrifizierten Fahrzeugen

- Wird es rein „elektrische/elektronische“ Arbeiten geben?
- Erfordert die Hochvolttechnologie besondere Kompetenzen?
- Fallen Wartungs- und Reparaturarbeiten an Batterie, Elektromotor, Inverter und Steuerungs- und Regelsystemen an?
- Unterscheidet sich die Diagnose an HV-Anlagen von der Diagnose anderer elektronischer Systeme?

Analogien? – Wartung am Beispiel des ICE 3

❶ Schnelle Inspektion:

Alle 4.000 Kilometer, max. 90 min:

- Frischwasser nachfüllen
- Sammelbehälter WCs entleeren
- Reparatur akuter Mängel z. B. nicht schließende Türen
- Einstellung des **Anpressdrucks der Stromabnehmer**
- Reinigung der Isolatoren auf dem Dach, Kontrolle auf Haarrisse
- Kontrolle der **Trafoanlage** auf Feuchtigkeit und der **Stromabnehmerwippe** auf Verschleiß
- Laufwerkskontrolle

❷ Nachschau

Alle 20.000 Kilometer, max. 150 min:
Zusätzliche Kontrolle der Bremsen

❸ Inspektionsstufe 1

Nach 80.000 Kilometern, 16h:

- Bremsrevision
- Prüfung von Klimaanlage, Kücheneinrichtung, Sitzen, **Batterien** und des Fahrgastinformationssystems

❹ Inspektionsstufe 2

Nach 240.000 Laufkilometern, 16h:

- Prüfung (zusätzlich) von **Fahrmotoren**, Lagern und Wellen der Radsätze sowie der Kupplungen

❺ Inspektionsstufe 3

Ca. jedes Jahr (480.000 Kilometer) 24h:

- Prüfungen an den Luftpressern, der **Trafo-Kühlung** sowie Arbeiten im Fahrgastraum

❻ 1. Revision

1,2 Millionen Kilometer, 10 Tage:

- Untersuchung aller weiteren Komponenten

❼ 2. Revision

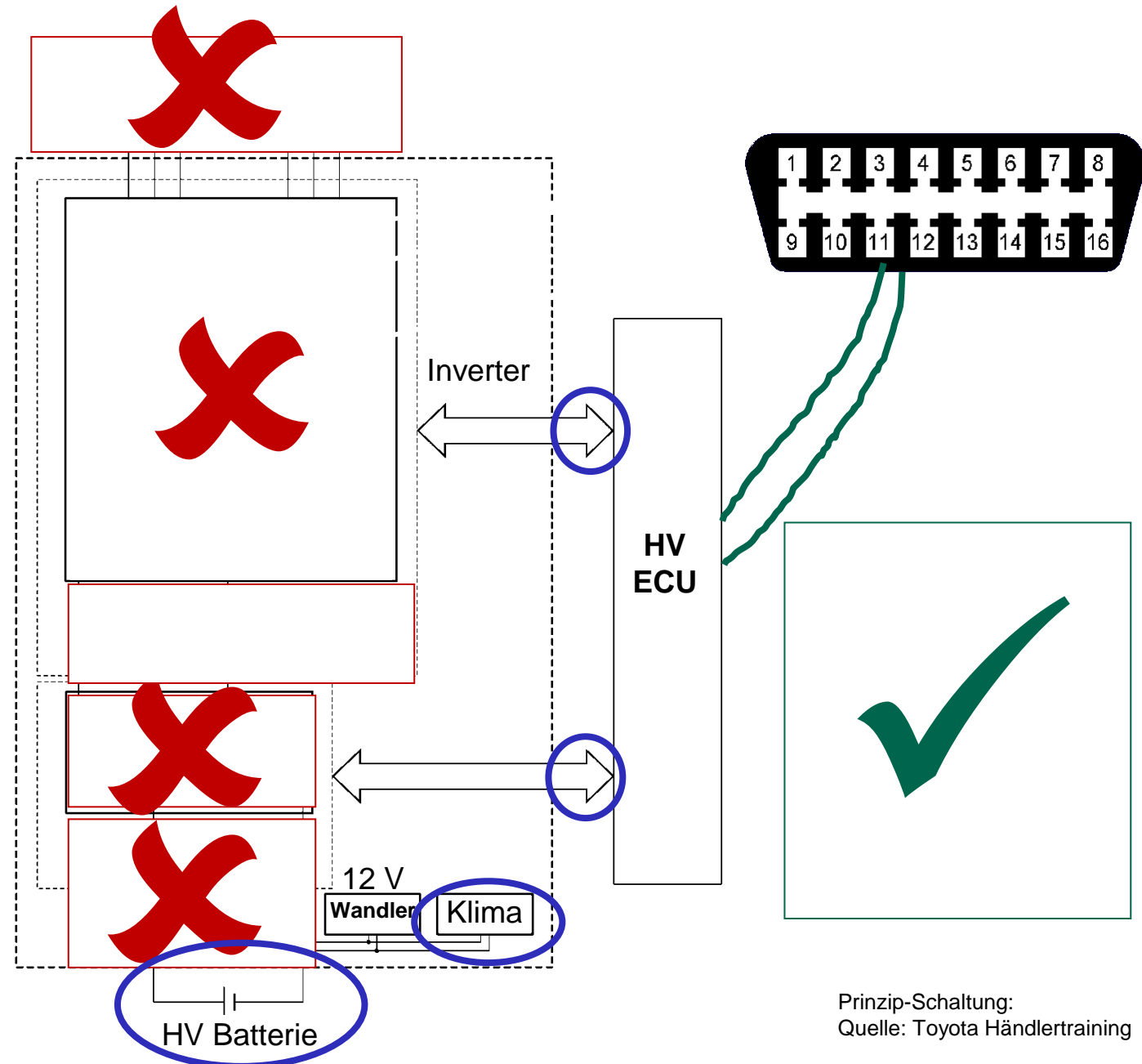
2,4 Millionen Kilometer, 10 Tage:

- Tauschen der Drehgestelle
- Zerlegung weiterer Komponenten

Wartungsteams von bis zu 30 Mitarbeitern:

- Industriemechaniker
- Mechatroniker
- Elektroniker für Betriebstechnik

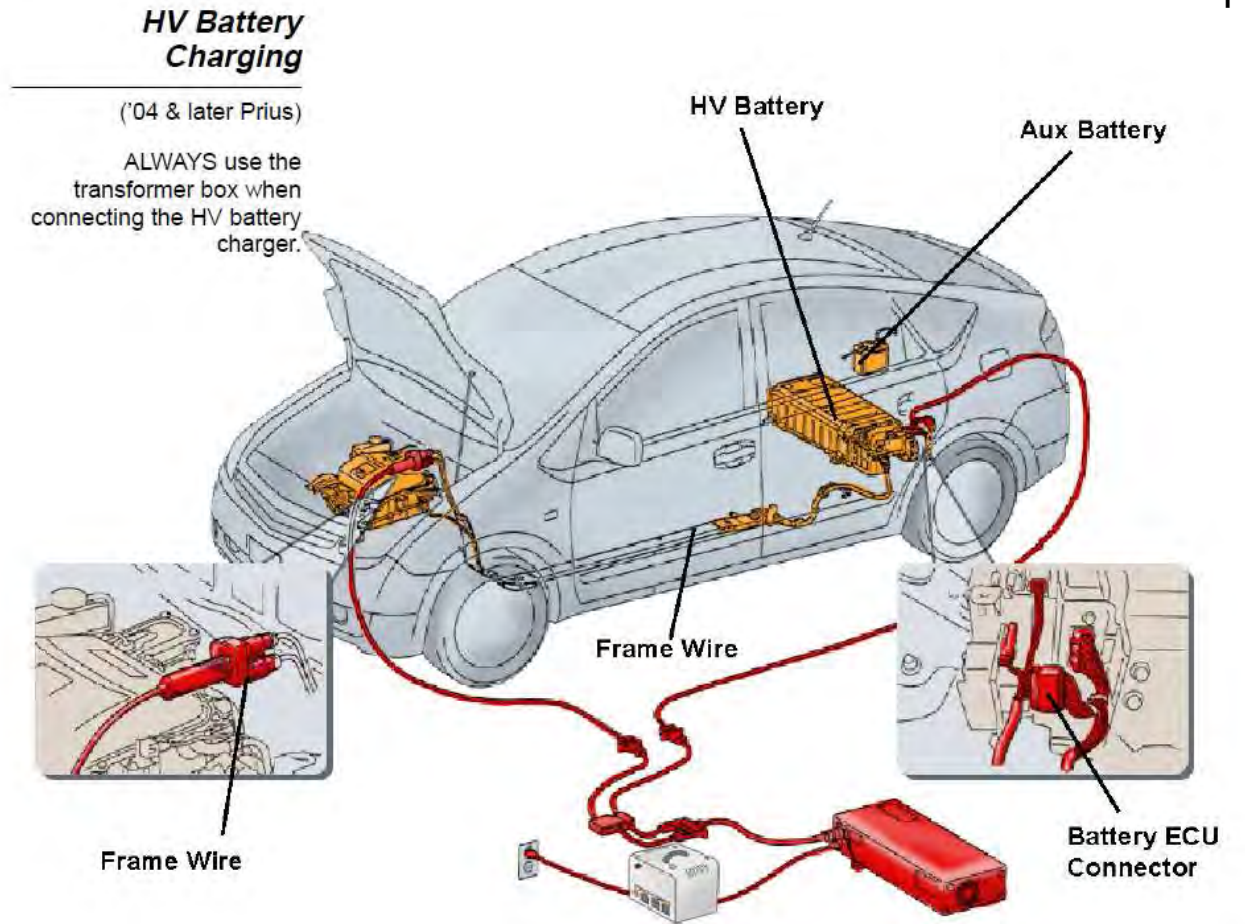
Werkstattarbeiten an der Elektrik/Elektronik?



Prinzip-Schaltung:
Quelle: Toyota Händlertraining

Wartungsarbeiten: HV-Batterie laden

Beispiel: Toyota Prius



T072f506c

Beispiel: Demontage des Inverters

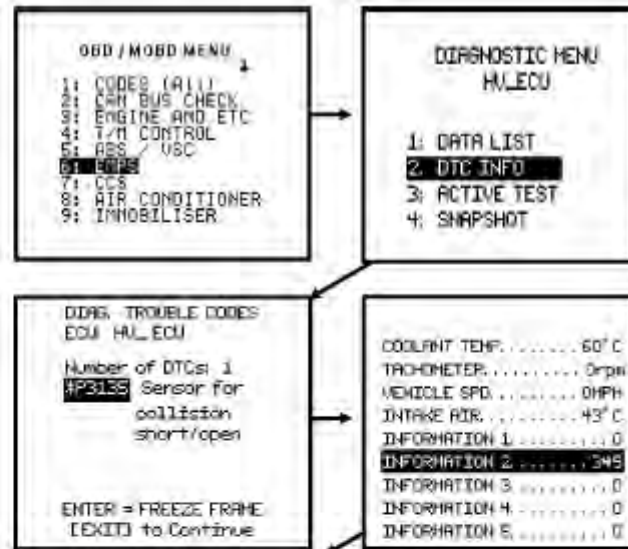
Außer den Sicherheitshinweisen sind keine besonderen Kompetenzen gefordert.



Service und Diagnose mit Hilfe von Datenlisten

Accessing Information Codes

Follow the screen flow to access the Information Codes.



```

    INFORMATION 2. .... 349
    MG1 REV. .... 0rpm
    MG2 REV. .... 0rpm
    MG1 TORQ. .... 0Nm
    MG2 TORQ. .... 0Nm
    POWER ROST. .... 0W
    ENGINE SPD. .... 0rpm
    MYCL CTRL POWER. .... -16Nm
    SOC. .... 52.92%
    WOUT CTRL POWER. .... 20960W
    WIN CTRL POWER. .... -20000W
    DRIVE CONDITION. .... 0
    INVERT TEMP-MG1. .... 40° C
    INVERT TEMP-MG2. .... 38° C
    MG1 TEMP. .... 40° C
    MG2 TEMP. .... 34° C
    PWR RESOURCE UW. .... 0V
    PWR RESOURCE IB. .... 0A
    SHIFT SENSOR 1. .... P
    ACC SENSOR MAIN. .... 0.00%
    ENG STOP ROST. .... YES
    IDLING REQUEST. .... NO
    ENGINE FUEL CUT. .... YES
    HV BATT CH ROST. .... NO
    HCAC ABSRT ROST. .... NO
    ENG WARM UP ROT. .... YES
    STOP SW COND. .... NO
    CRUISE CONTROL. .... NO
    AUX. BATT V. .... 11.99V
  
```

```

    INFORMATION 2. .... 349
    MG1 REV. .... 0rpm
    MG2 REV. .... 0rpm
    MG1 TORQ. .... 0Nm
    MG2 TORQ. .... 0Nm
    POWER ROST. .... 0W
    ENGINE SPD. .... 0rpm
    MYCL CTRL POWER. .... -16Nm
    SOC. .... 52.92%
    WOUT CTRL POWER. .... 20960W
    WIN CTRL POWER. .... -20000W
    DRIVE CONDITION. .... 0
    INVERT TEMP-MG1. .... 40° C
    INVERT TEMP-MG2. .... 38° C
    MG1 TEMP. .... 40° C
    MG2 TEMP. .... 34° C
    PWR RESOURCE UW. .... 0V
    PWR RESOURCE IB. .... 0A
    SHIFT SENSOR 1. .... P
    ACC SENSOR MAIN. .... 0.00%
    ENG STOP ROST. .... YES
    IDLING REQUEST. .... NO
    ENGINE FUEL CUT. .... YES
    HV BATT CH ROST. .... NO
    HCAC ABSRT ROST. .... NO
    ENG WARM UP ROT. .... YES
    STOP SW COND. .... NO
    CRUISE CONTROL. .... NO
    AUX. BATT V. .... 11.99V
  
```

Qualifizierungsstrategien

- Sicherheitsschulung → [BGI/GUV-I 8686](#)
- Produktschulungen → Fahrzeughersteller/Zulieferer
- Montage und Demontage von HV-Systemen: keine besondere Qualifizierung notwendig
- Diagnose von Elektroantrieben: Besonderheiten von Elektromotoren und deren Ansteuerung ... hier fehlen Erfahrungswerte
 - Messtechnik: z.B. Messung von Isolationswiderständen, berührungsfreie Messung
 - Ausgangspunkt ist DTC
- Instandsetzung der HV-Komponenten: Facharbeit für Elektroniker, aber: „*Ein E-Motor mit 300.000km Laufleistung ist praktisch neuwertig*“ (Referent in Ulm)





Bedeutung der BGI 8686

- Wichtig: Integration der Sicherheitsschulung in die Erstausbildung
- **Überbewertung der Bedeutung der [BGI 8686](#):**
Niemand käme beispielsweise auf die Idee, die BG-Information zur Fahrzeuginstandhaltung (BGI 550) als zusätzliche Qualifikationsanforderung für Mitarbeiter mit einem Kfz-Beruf zu verstehen (Heben, Tragen, Tore, Gruben, Altöl, Batterien, Gasanlagen, Hebebühnen, Prüfstände etc.).

Stufe 3	zum Beispiel	Service (Entwicklung)
Arbeiten unter Spannung am HV-System und Arbeiten in der Nähe berührbarer, unter Spannung stehender Teile	<ul style="list-style-type: none"> – Fehlersuche – Bauteile unter Spannung wechseln 	<ul style="list-style-type: none"> > 48UE FA/Meister/Ing. > 8UE Kfz/Elektrofachkraft
Stufe 2	zum Beispiel	
<ul style="list-style-type: none"> – Spannungsfreiheit herstellen – Elektrotechnische Arbeiten im spannungsfreien Zustand 	<ul style="list-style-type: none"> – Freischalten – Gegen Wiedereinschalten sichern – Spannungsfreiheit feststellen – Tausch von HV-Komponenten – Stecker ziehen + Komponententausch (z. B. DC/DC-Wandler, elektrische Klimaanlage) 	<ul style="list-style-type: none"> >100UE Facharbeiter, Meister, Ingenieur (nicht Kfz) > 8+4UE Kfz-Mechatroniker (48) > 20UE Elektrofachkräfte
Stufe 1	zum Beispiel	
Nicht-elektrotechnische Arbeiten	<ul style="list-style-type: none"> – Testfahrer, – Karosseriearbeiten, – Öl-, Radwechsel 	1-2UE

Schlussfolgerungen

- Es fallen (fast) keine elektrotechnischen Arbeiten an Elektrofahrzeugen an, die über das hinaus gehen, was Kfz-Mechatroniker/innen schon jetzt bearbeiten (keine Arbeit in elektrischen HV-Komponenten).
- Montage- und Demontagearbeiten an/von HV-Anlagen erfordern keine besonderen Kompetenzen.
- Diagnosearbeiten einschließlich der Überwachung der Funktionalitäten werden über Diagnosetester realisiert.
- Die Vermittlung von Hintergrundwissen und notwendige Sicherheitsschulungen sollten in der Erstausbildung verankert sein, weil alle Arbeiten am Fahrzeug betroffen sind.
- Produktspezifische Kompetenzen können und sollten in der Weiterbildung entwickelt werden; vorrangig beim Hersteller.
- Es gilt: Facharbeit untersuchen → Bildungsmaßnahmen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr. Matthias Becker
Universität Flensburg
Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik
Berufliche Fachrichtung Fahrzeugtechnik
Auf dem Campus 1
24943 Flensburg
Tel.: +49 (0)461-805-2160
becker@biat.uni-flensburg.de
www.biat.uni-flensburg.de