



Gefahren im Schadensfall elektrifizierter Fahrzeuge

Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Hetzenecker

08.03.2013

1



Vorwort

Themen:

- ⇒ Bitte beachten Sie, dass diese Folien für eine Vortrag konzipiert sind. Es wird explizit erwähnt, dass nicht alle relevanten Informationen hier in diesen Folien aufgeführt sind, sondern im Vortrag speziell erwähnt werden sollten!
- ⇒ Die Folien sind auf Basis eigener Erfahrungen, Erkundungen und Nachforschungen nach Bestem Wissen und Gewissen erstellt worden, da es derzeit kaum offizielle Dokumente, Leitfäden der Feuerwehrsulen oder Hersteller gibt.
- ⇒ Das Feld der E-Mobilität und der jeweiligen Konzepte entwickelt sich derzeit sehr schnell, wodurch es schwierig ist auf alle Konzepte einzugehen.
- ⇒ Für die Erstellung grundsätzliche Richtlinien beim Vorgehen bei elektrifizierten Fahrzeugen sehen wir die Landesfeuerwehrsulen in der Pflicht diese zu entwickeln und zur Verfügung zu stellen.
- ⇒ © Feuerwehr Pentling 2012: Wir bitten um Benachrichtigung wenn diese Folien bei Ihnen verwendet werden oder auch Teile der Präsentation bei Ihnen verwendet werden.

08.03.2013

2



1. Gliederung

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- Was sind elektrifizierte Fahrzeuge?
- Aufbau von Hybrid-Fahrzeugen
- Aufbau von Elektro-Fahrzeugen
- Hoch-Volt-Komponenten
- Gefahren durch Energie-Speicher

08.03.2013

3



Elektro- und Hybridfahrzeuge in Deutschland

Themen:

1. Überblick
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Bestand in Deutschland zum 1. Januar 2013:
- Hybridfahrzeuge: ca. 65.000 Fzge. (2012: 47T)
 - Elektrofahrzeuge: ca. 7.114 Fzge. (2012: 4,5T)
 - ✓ Ziel Bundesregierung: bis 2020 500T E-Fzge.
 - Im Vergleich: Benzin ca. 30 Mio.,
 - Diesel ca. 12 Mio.

08.03.2013

4



2. Was sind elektrifizierte Fahrzeuge

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

Elektrifizierte Fahrzeuge

Elektro-Fahrzeuge

z.B. Mini-E
Tesla Roadster
BMW ActiveE, i3

Wasserstofffahrzeuge mit
Brennstoffzelle
Mercedes A-Klasse F-Cell

Hybrid-Fahrzeuge

z.B. Toyota Prius
Honda Civic IMA
Mercedes S400 Hybrid
Mercedes ML Hybrid
BMW 3er Active Hybrid
BMW 5er Active Hybrid
BMW 7er Active Hybrid
Versch. Lexus-Modelle

08.03.2013

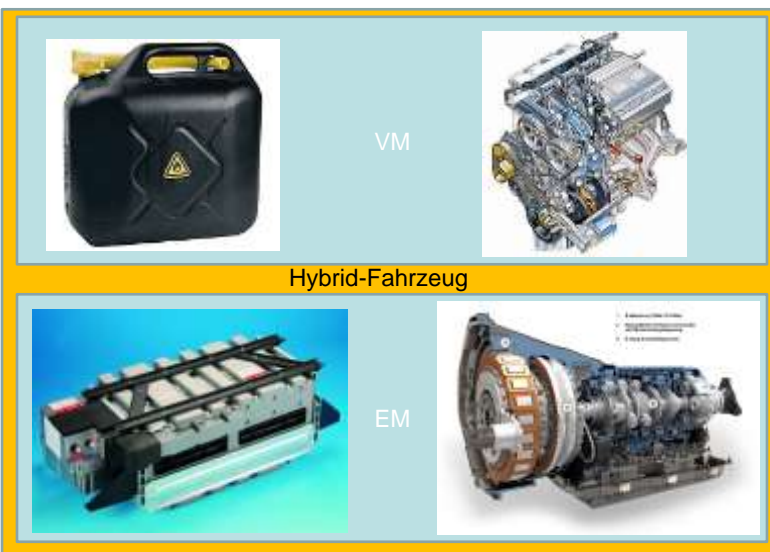
5



Aufbau von Hybrid-Fahrzeugen

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie



08.03.2013

6

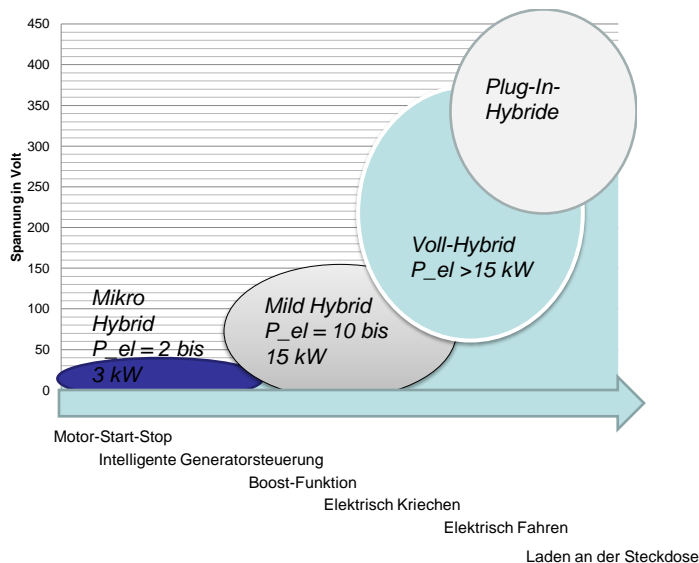


Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

08.03.2013

Einteilung von Hybrid-Fahrzeugen



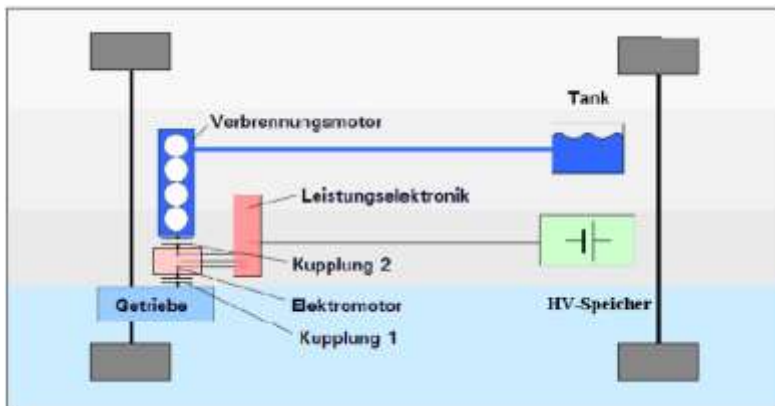

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

08.03.2013

Typen von Hybridfahrzeugen

⇒ Parallel



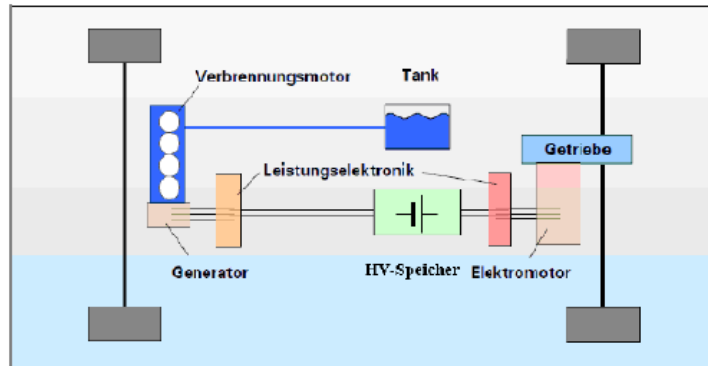


Typen von Hybridfahrzeugen

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

⇒ Seriell



08.03.2013

9

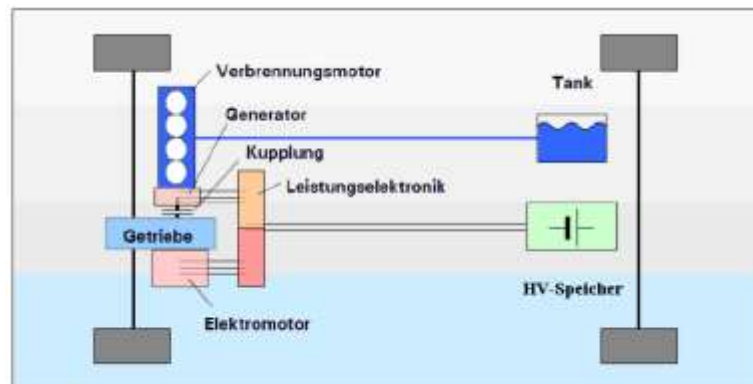


Typen von Hybridfahrzeugen

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

⇒ Leistungsverzweigt



08.03.2013

10



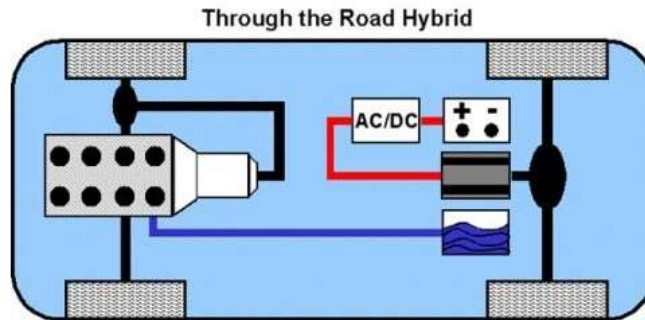
FEUERWEHR PENTLING

Typen von Hybridfahrzeugen

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

⇒ Straßengekoppelter Hybrid



Quelle: Hybrid-Autos.Info

09.03.2013

11

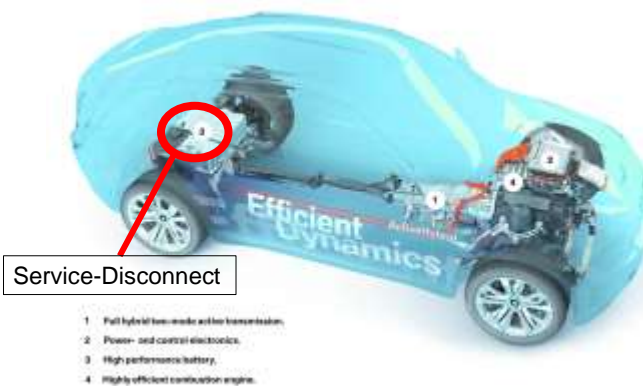


FEUERWEHR PENTLING

Aufbau von Hybridfahrzeugen

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie



09.03.2013

12



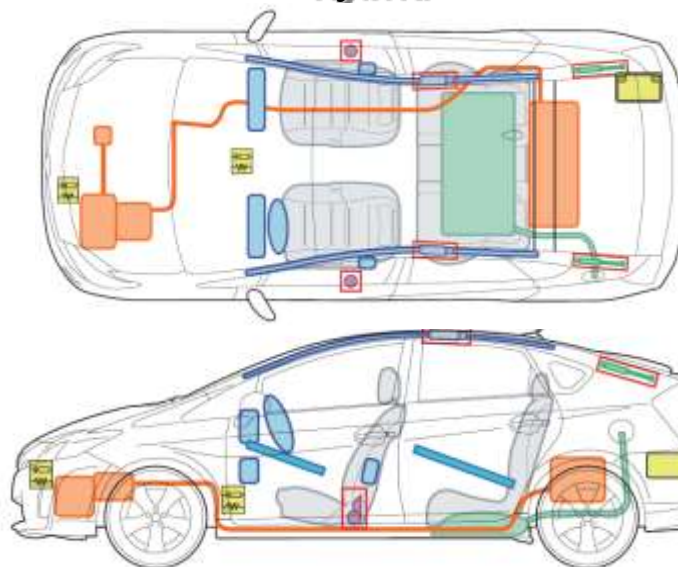
FEUERWEHR PENTLING

Auszug aus der Rescue-Card Toyota Prius Hybrid

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

08.03.2013



13



FEUERWEHR PENTLING

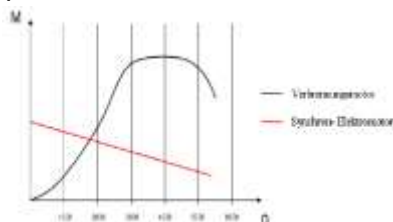
Warum Hybrid?

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

08.03.2013

- ⇒ Verbesserte Performance
- ⇒ Spritsparpotential
- ⇒ VM-Betrieb in optimalerem Betriebspunkt (nur leistungsverzweigter oder serieller Hybrid)
- ⇒ Mehr Drehmoment



14

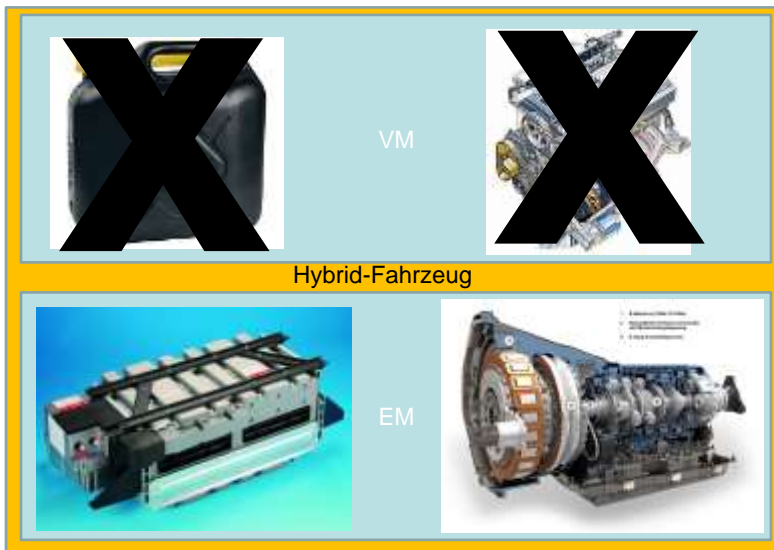


FEUERWEHR PENTLING

Aufbau von Elektrofahrzeugen

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie



09.03.2013

15

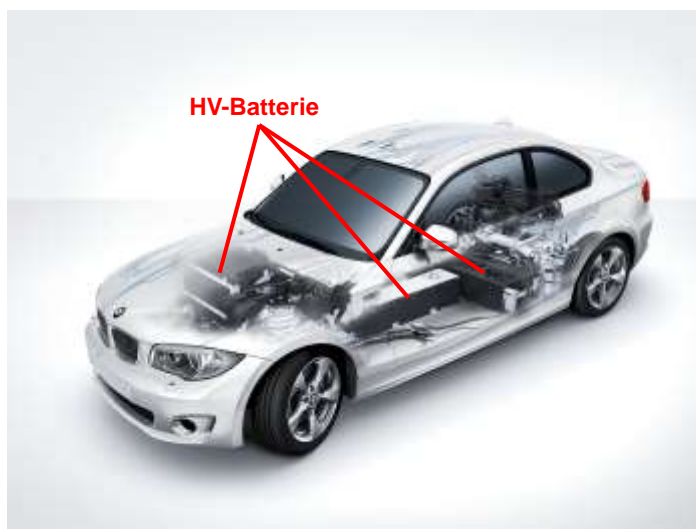


FEUERWEHR PENTLING

Aufbau von Elektrofahrzeugen

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie



09.03.2013

16

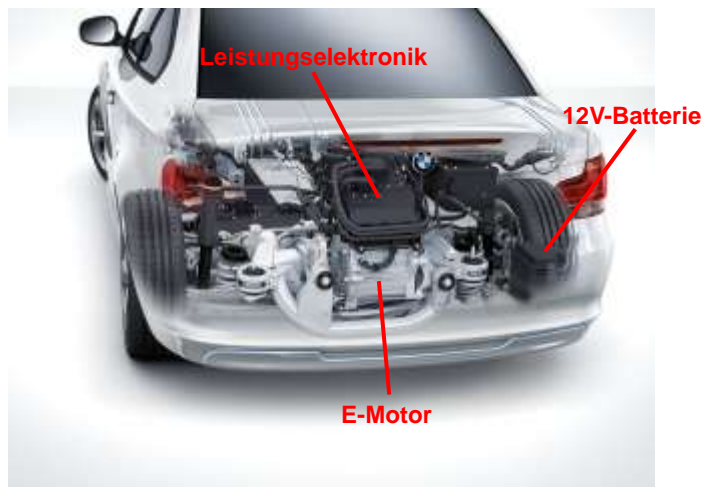


FEUERWEHR PENTLING

Aufbau von Elektrofahrzeugen

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie



08.03.2013

17

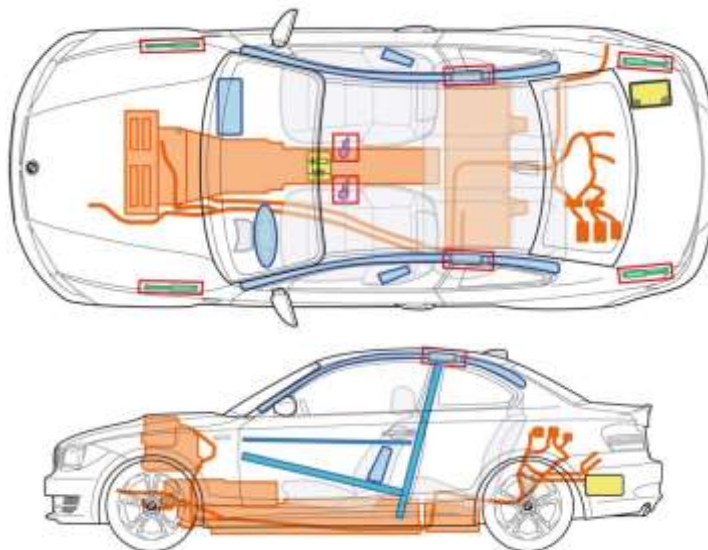


FEUERWEHR PENTLING

Rettungskarte BMW 1er Coupe Active E

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie



08.03.2013

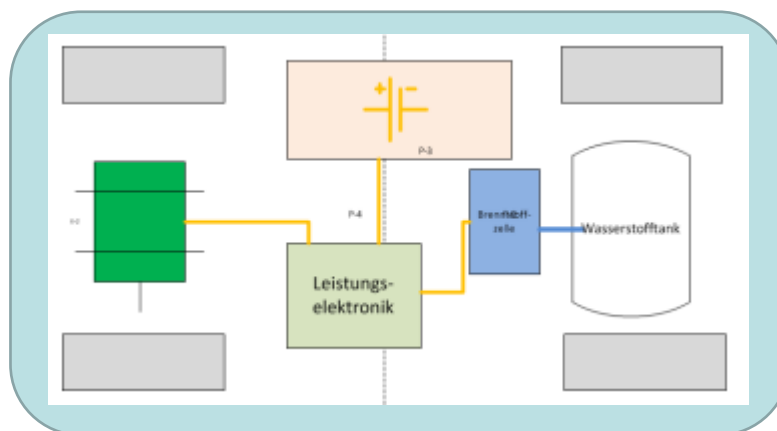
18



Wasserstofffahrzeuge mit Brennstoffzelle

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie



08.03.2013

19



Besonderheiten von Hybrid- und E-Fzg.

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Größere Mengen an Klimaflüssigkeit
- ⇒ Aussehen meist wie übliche Autos (sog. Conversions)
- ⇒ Erkennungsmöglichkeiten:
 - Beschriftung am Fahrzeug
 - Tankdeckel öffnen/mehrere Tankdeckel vorhanden?
 - Orange-Leitungen
 - Versuchsträger mit Aufkleber versehen
 - Anzeigen im Armaturenbrett
 - Bei E-Fahrzeugen kein Auspuff

08.03.2013

20



Besonderheiten von Hybrid- und E-Fzg.

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Teilweise erhöhtes Fahrzeuggewicht
- ⇒ Einsatz von neuen Materialien z.B. Carbon, hochfeste Stähle, Aluminium
- ⇒ „Fahrbereitschaft“ kann nicht akustisch wahrgenommen werden
- ⇒ E-Fahrzeuge können nicht leicht geschoben werden, Fahrzeuge nicht abschleppen (Gefahr Induktion hoher Spannungen)

09.03.2013

21



Hoch-Volt-Komponenten

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Hoch-Volt im Fahrzeug:
 - Alles größer als 42 Volt
 - Spannungen bis 700 Volt (AC + DC) möglich
- ⇒ Speicherung im Akku:
 - Energien bis ca. 50 kWh (MINI-E: 35 kWh)
 - Entspricht in etwa 4,5l Diesel
 - Batterie 35 kWh wiegt etwa 250 kg

- BEV13 Elektrisches Energiespeichersystem $U_n = 355,2V$; $C = 18Ah$; $m = 255kg$
- BEV10 Elektrisches Energiespeichersystem $U_n = 355,2V$; $C = 18Ah$; $m = 503kg$
- Tank: $U_n = 103,6V$; $C = 18Ah$; $m = 138kg$
- Tunnel: $U_n = 159,1V$; $C = 18Ah$; $m = 234kg$
- Stirnwand: $U_n = 92,5V$; $C = 18Ah$; $m = 134kg$

09.03.2013

22



HV-Komponenten

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Batterie
- ⇒ Inverter (Leistungselektronik)
- ⇒ DC/DC-Wandler
- ⇒ Kabel
- ⇒ Aggregate (z.B. elektr. Klimakompr.)
- ⇒ E-Motor(en)
- ⇒ Generatoren
- ⇒ (Brennstoffzelle)



HV-Sicherheit

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Alle HV-Leitungen sind
 - Orange
 - Gelb
- ⇒ Kabel sind relativ sicher verlegt
- ⇒ Alle Stecker mit HV-Interlock, d.h. sofortige Abschaltung der Batterie bei Öffnen eines HV-Steckers
- ⇒ Bei Airbag-Auslösung wird auch HV-Batterie abgeschaltet

**Themen:**

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

Kennzeichnung von HV-Komponenten

Kennzeichnung der Hochvoltbatterien:



Kennzeichnung der restlichen Hochvoltbauteile:



08.03.2013

25

**Themen:**

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

HV-Sicherheit

⇒ Verbauort der Batterie ist von Fahrzeug zu Fahrzeug unterschiedlich.

- Bei Fahrzeugen die zum Hybrid umgebaut werden meist hinter der Sitzbank oder in Reserveradmulde
- Bei E-Fahrzeugen ganz unterschiedlich von Unterboden bis „Getriebetunnel“, meist tief am Fahrzeug zwischen den Achsen
- Batterie ist in Submodule gegliedert, die aus einzelnen Zellen bestehen; Batterie ist sehr robust gebaut

08.03.2013

26



HV-Sicherheit

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

⇒ Manueller Batterie Hauptschalter (Service-Disconnect) vorhanden, oft auch nur kleiner Stecker unter Frontklappe (orange)



HV-Sicherheit

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

⇒ Bei abgeklemmter 12V-Batterie ist automatisch HV aus! → Schütze (Relais) zur Abschaltung der HV meist in HV-Batterie integriert

⇒ Wenn möglich 12V-Batterie abklemmen (erst Minuspol, dann Pluspol, (idealerweise nur bei schlafendem Fahrzeug abklemmen → Beschädigung HV-Schütze möglich)



HV-Sicherheit

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

⇒ HV-Netz ist galvanisch getrennt vom Fahrzeug

- D.h. beim Berühren nur einer Leitung besteht keine Gefahr, erst wenn + und – Leitung berührt werden
- Vor Arbeiten am HV-Netz 12V abklemmen, Batterieauptschalter aus/Stecker abziehen
- Bei Arbeiten an HV, grundsätzlich einhändig arbeiten

⇒ Beim Löschen üblichen Sicherheitsabstand wie bei allen elektrischen Anlagen halten (1m/5m)

08.03.2013

29



Hoch-Volt-Batterie

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie



08.03.2013

30



HV-Batterie-Typen

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Blei-Batterie
- ⇒ Blei-Gel
- ⇒ NiCd → nicht mehr erlaubt
- ⇒ NiMH
- ⇒ Li-Ion
- ⇒ Li-Polymer
- ⇒ Li-Luft
- ⇒ ...



Gefahren durch HV-Batterie

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Hochspannung
- ⇒ Verätzung (Flusssäure bei Li-Ion)
- ⇒ Explosion
- ⇒ Umweltgefährdung (Salze, Säuren, Klimaflüssigkeit)



Hochspannung

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Siehe oben
- ⇒ Automatische Abschaltung im Crash-Fall
- ⇒ Zündung aus, Zündschlüssel abziehen, bzw. bei „Keyless-Go“-Fahrzeugen Schlüssel 5m weg vom Fahrzeug: Abschaltung der HV-Spannung kann ca. 1min dauern nach Zündung aus.
- ⇒ Finger weg! Keine HV-Komponenten Berühren, keine HV-Leitungen durchtrennen, Vorsicht beim Wegkippen des Vorderwagens, ob ggf. Leitungen abgerissen werden können → zuvor 12V-Batterie abklemmen.
- ⇒ 12 V-Batterie wie üblich abklemmen
- ⇒ Ggf. HV-Batterie abstecken/abschalten

08.03.2013

33



Verätzung durch Säuren

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Gefahr besteht nur bei offener Batterie, bzw. offenen Zellen
- ⇒ Sowohl gasförmig als auch flüssig vorkommend
- ⇒ Säuretyp abhängig von Batterietyp
- ⇒ Vorsicht bei Li-Ion-Batterien:
 - Austritt von Flusssäure möglich!
 - Kleinste Mengen können tödlich sein!
 - (aber sehr unwahrscheinlich)

08.03.2013

34



Flusssäure

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Bei Kontakt SOFORT ins Krankenhaus
- ⇒ Mit Wasser abspülen, Vorsicht vor Kontaminationsverschleppung
- ⇒ Mit Ca-Gluconat einsalben, Ca Körper zuführen
- ⇒ Handtellergröße Verätzung ist innerhalb von Stunden tödlich (keine Schmerzen)

08.03.2013

35



Flusssäure

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Flusssäure dringt schnell ein, auch wenn Wunde nur oberflächlich erscheint



08.03.2013

36



Explosion

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Zellen können bei Überhitzung abbrennen, ausgasen (Sollbruchstellen in Zellen) und dann ggf. explodieren
- ⇒ Zellen aber gekapselt in Batteriegehäuse
- ⇒ Mögliche Entwicklung giftiger Dämpfe (übliche Schutzmaßnahmen: Atemschutz)



Fahrzeugbrand

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Löschvorgang wie üblich
- ⇒ Bei Brand Gefahr von Kurzschluss durch HV-Leitungen → thermal runaway, Batterie brennt unter Lichtbogen ab
- ⇒ Unter Lichtbogen brennende Batterie nur mit Pulver löschen/Löschsand oder einfach ausbrennen lassen (nur wenige Sekunden)



Umweltgefährdung durch Batterie

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Enthält zum Teil Schwermetalle
- ⇒ Giftige Salze und Säuren
- ⇒ Sowohl fest, flüssig und gasförmig anzutreffen
- ⇒ Beim Löschen: Wasser, Wasser, Wasser (oder auch Schaum)
- ⇒ Klimaflüssigkeit für Batterie: Flüssigkeit nach Möglichkeit auffangen/bindern (Ölbinder ungeeignet)



Zusammenfassung

Themen:

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

- ⇒ Zunächst Vorgehen wie bei üblichen Unfällen
- ⇒ Ggf. parallel Kontakt mit Hersteller aufnehmen, bzw. Rettungskarte sichten
- ⇒ Zündung aus, Zündschlüssel raus aus dem Fahrzeug (min. 5m Abstand)
- ⇒ 12V-Batterie abklemmen
- ⇒ Erhöhte Vorsicht
- ⇒ Keine HV-Teile berühren, wenn nicht unbedingt notwendig (falls notwendig, natürlich Abschaltung zuvor sichergestellt!)

**Themen:**

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

⇒ Noch Fragen?

⇒ Präsentation wird abgelegt auf:

www.feuerwehr-pentling.de

→ Lehrgänge

**Themen:**

1. Gliederung
2. Elektrifizierte Fahrzeuge
3. Hybrid-Fzg.
4. Elektro-Fzg.
5. HV-Teile
6. Batterie

Vielen Dank für Eure
Aufmerksamkeit!



Backup

Themen: ⇒ Quellenverzeichnis:

- <https://oss.bmw.de/index.jsp>: aktuelle Rettungsleitfäden BMW → Im Notfall BMW-Werksfeuerwehr: 089-382-112
- Wikipedia: liefert viele Erklärungen, Zulassungszahlen.
- www.hybrid-autos.info: eine sehr gute Seite mit zahlreichen Infos zu den unterschiedlichsten Konzepten von elektrifizierten Fahrzeugen.
- <http://www.toyota.de/kundenservice/rettungsleitfaeden.tmex>: Rettungskarten Toyota
- https://portal.aftersales.i.daimler.com/public/content/asportal/de/communication/informationen_fuer/rettungskarten.html: Rettungskarten Daimler, mit sehr guten Infos zur Rettung bei Hybrid-/Elektrofahrzeugen



Weitere gute Infos

Themen: LFS: [www.lfs.sachsen.de/download/lfs/5_Sensibilisierung_HV -
_LFS.pdf](http://www.lfs.sachsen.de/download/lfs/5_Sensibilisierung_HV_-_LFS.pdf)

DGUV: publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/i-8664.pdf