



Elektro- und Hybridfahrzeuge

Überlegungen zu Sicherheitsfragen beim Feuerwehreinsatz

Dipl.-Ing. Dr.techn. Rudolf Mörk-Mörkenstein
Staatlich befugter und beedeter Ziviltechniker und
Ingenieurkonsulent für Elektrotechnik
Allgemein beedeter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger

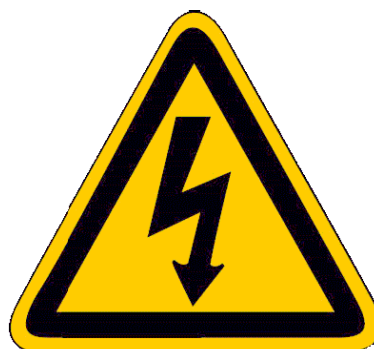


www.sv-et.at

1



Elektro- und Hybridfahrzeuge

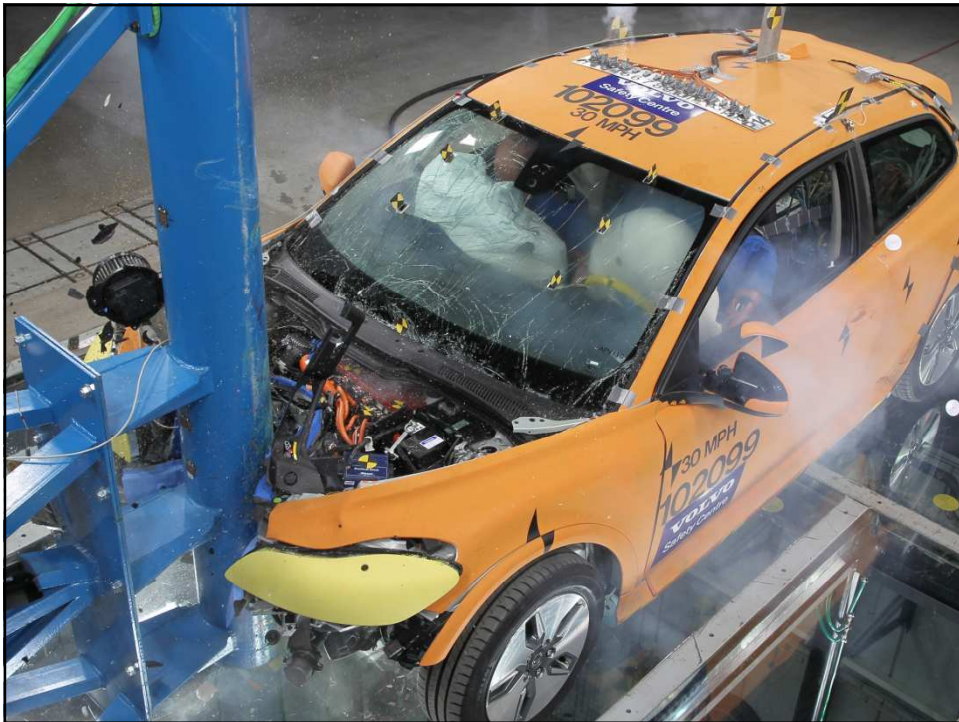


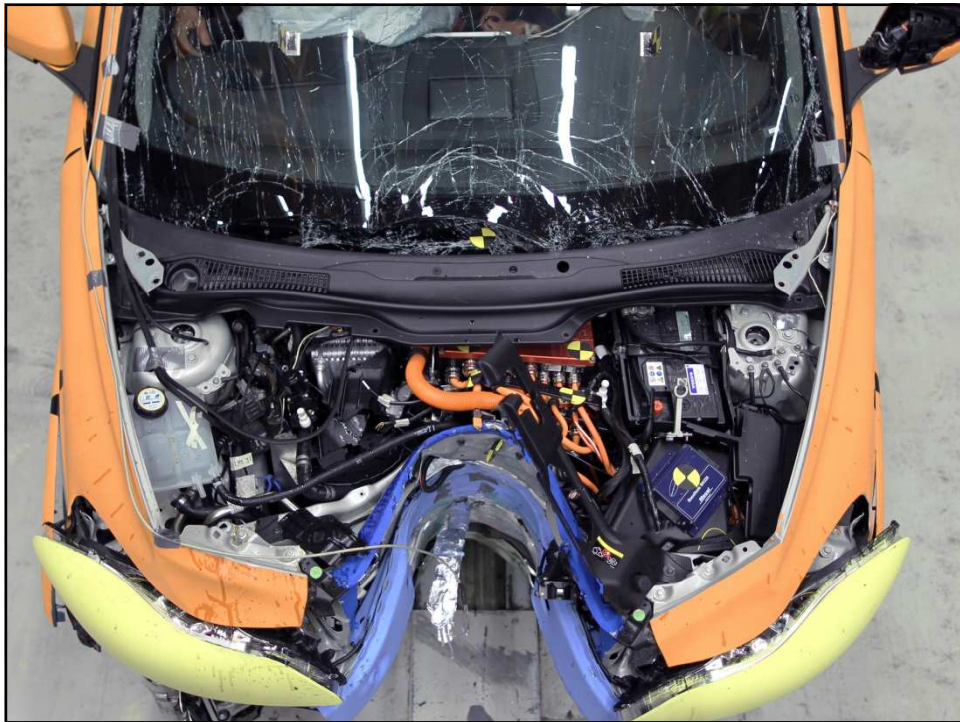
Achtung
„Hochvolt“!

2

Volvo E30

Dipl.-Ing. Dr.techn.
Rudolf Mörk-Mörkenstein
ZT für Elektrotechnik
SV für Sicherheitswesen und ET





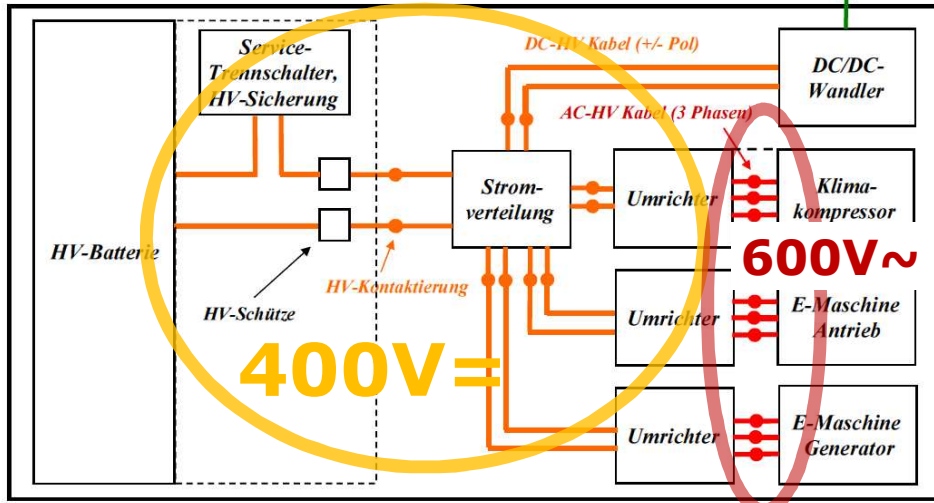
Neue („alte“) Elektrotechnik im KFZ

Dipl.-Ing. Dr.techn.
Rudolf Mörk-Mörkenstein
ZT für Elektrotechnik
SV für Sicherheitswesen und ET

Hochvoltsystem im Fahrzeug

Quelle: Dekra.de

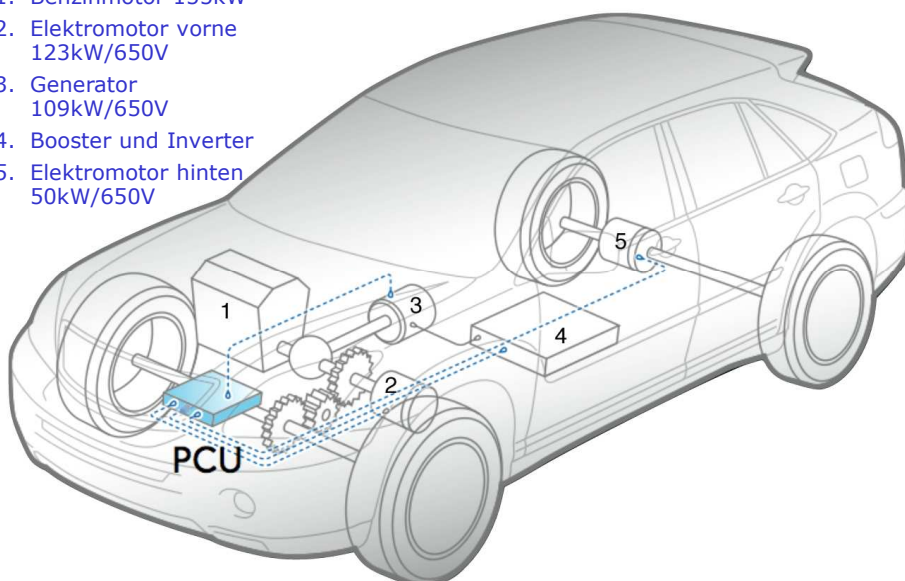
12/24V
Bordnetz



Elektro- und Hybridfahrzeuge

Dipl.-Ing. Dr.techn.
Rudolf Mörk-Mörkenstein
ZT für Elektrotechnik
SV für Sicherheitswesen und ET

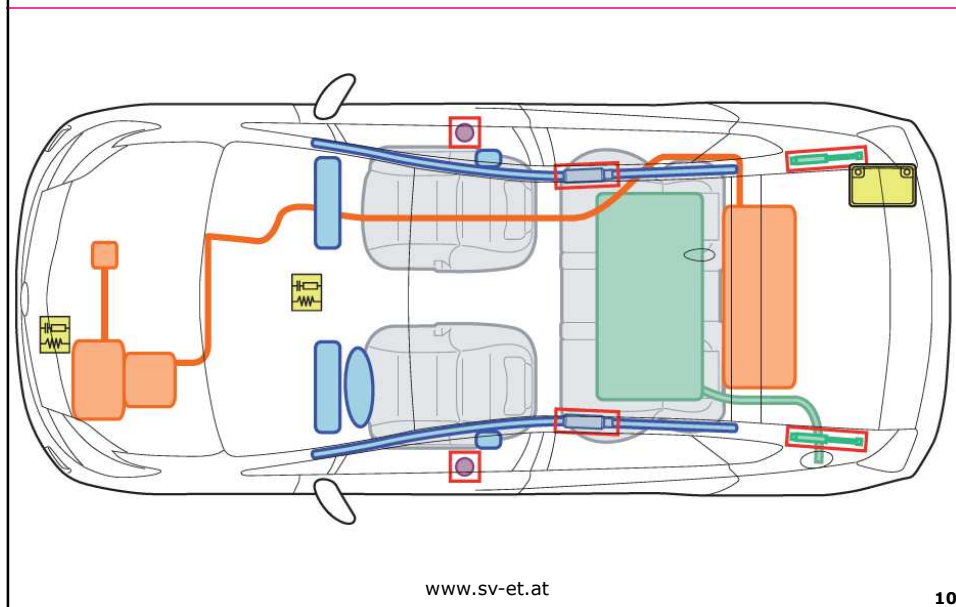
1. Benzinmotor 155kW
2. Elektromotor vorne 123kW/650V
3. Generator 109kW/650V
4. Booster und Inverter
5. Elektromotor hinten 50kW/650V





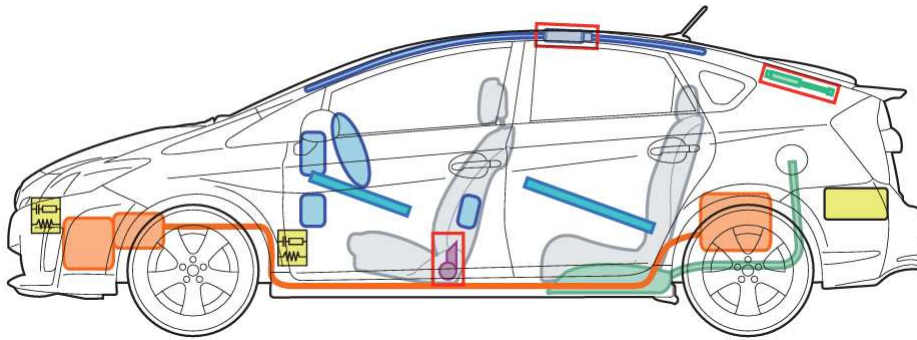
Quelle: toyota

Komponenten in Hybridfahrzeuge



Komponenten in Hybridfahrzeuge

Dipl.-Ing. Dr.techn.
Rudolf Mörk-Mörkenstein
ZT für Elektrotechnik
SV für Sicherheitswesen und ET



www.sv-et.at

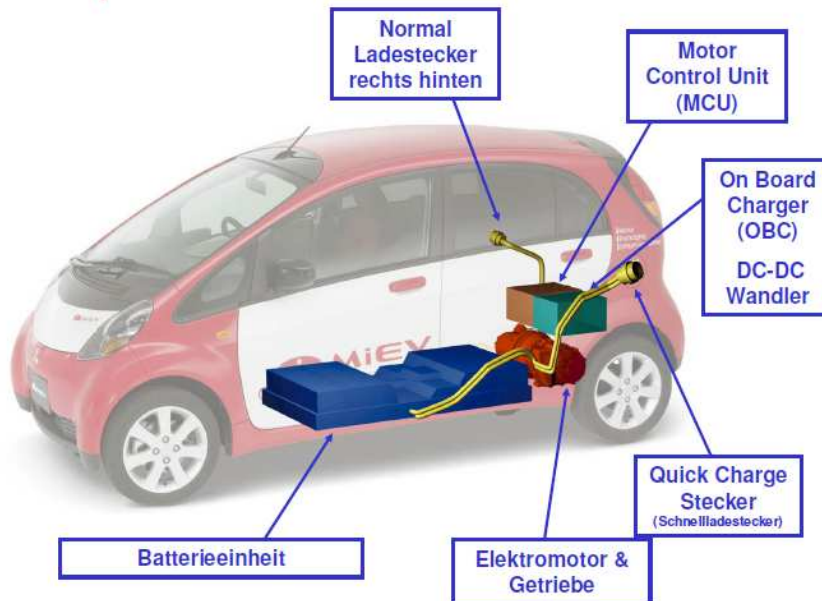
11

MiEV

i-MiEV

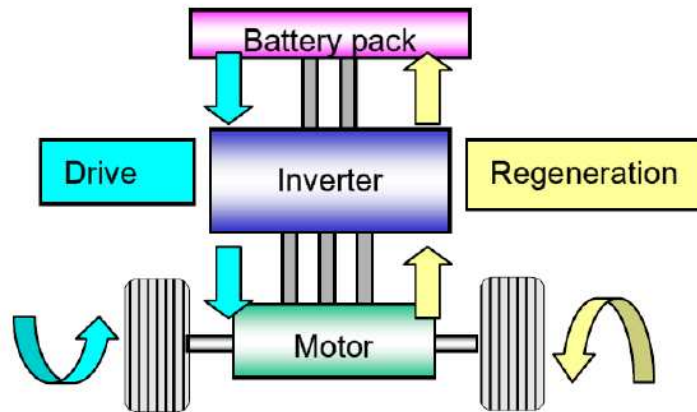


Hochvoltkomponenten Übersicht 330 Volt





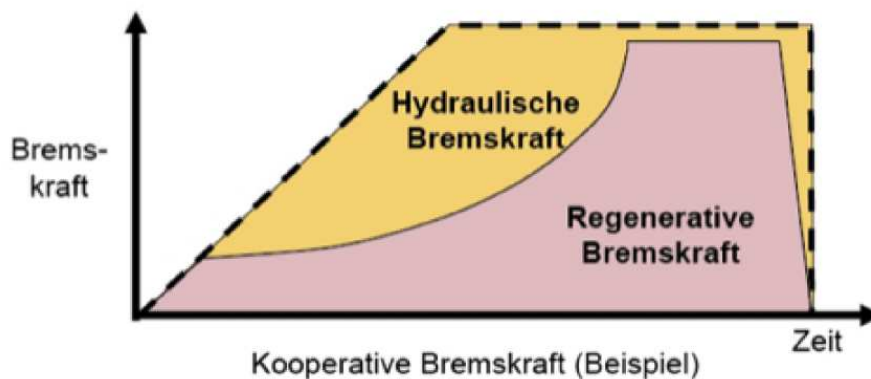
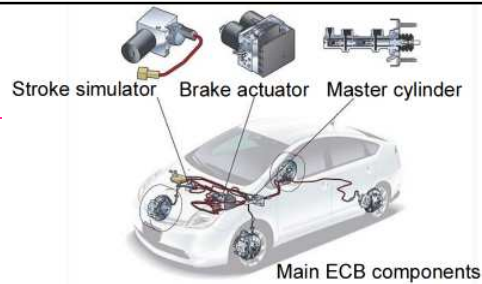
➤ **Nutzbremmung**



Durch eine Änderung der AC Phasen, wenn das Fahrzeug langsamer wird, arbeitet der Motor als Generator. Die so erzeugte Energie kann in der Batterie gespeichert werden. Dies nennt man **Regeneration**.

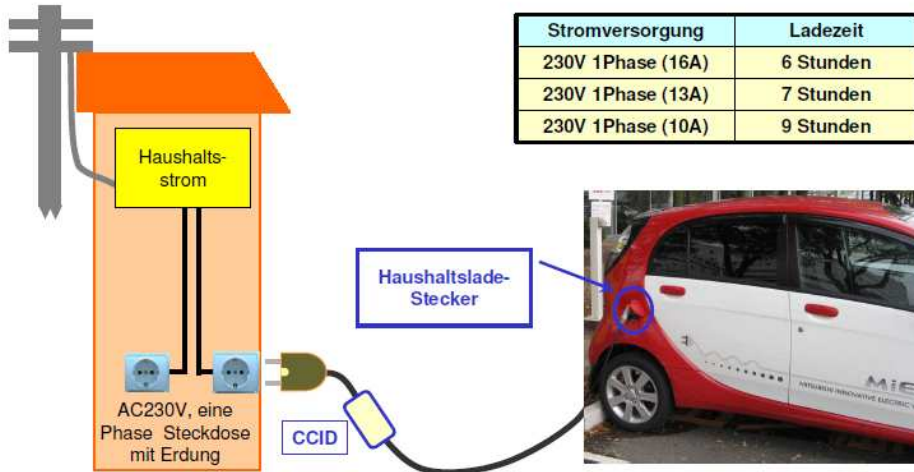
Elektro- und Hybridfahrzeuge

➤ **Nutzbremmung**



Haushaltsladesystem 1/5

Haushaltsladesystem für AC230V, mit dem Schukostecker.
 Die Umweltfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit kommt am besten in der Nacht zu tragen. (CCID= charging circuit interrupting device)



Stromversorgung	Ladezeit
230V 1Phase (16A)	6 Stunden
230V 1Phase (13A)	7 Stunden
230V 1Phase (10A)	9 Stunden

Neue Gefahrenquellen im KFZ

HV-Systeme

Dipl.-Ing. Dr.techn.
Rudolf Mörk-Mörkenstein
ZT für Elektrotechnik
SV für Sicherheitswesen und ET



➤ Neue Gefahrenquellen im Fahrzeug

HV-Batterie

HV-Kabel

Batterie Chemie

HV-Elektronik

Elektromotor/Generator

➤ Spezielle Kennzeichnung

HV-Symbol

Orange Kabelstränge



www.sv-et.at

19

Neue („alte“) Elektrotechnik im KFZ

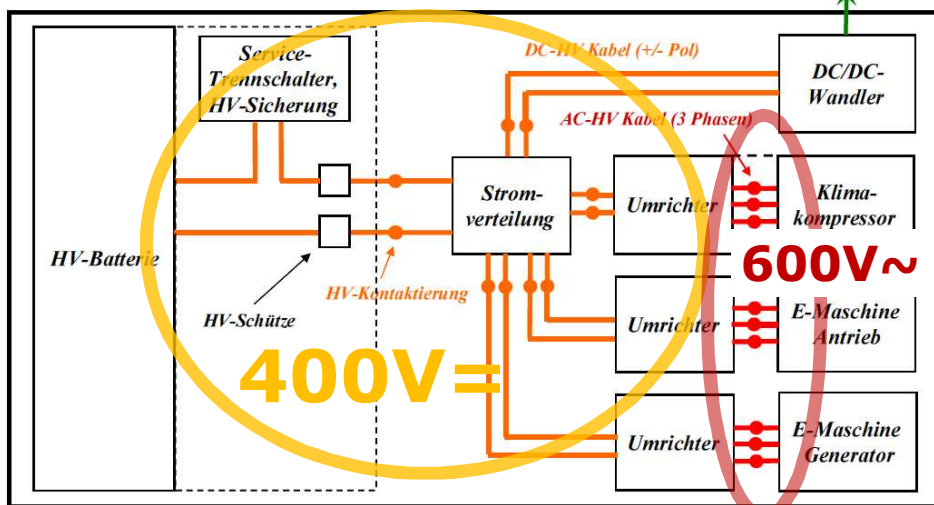
Dipl.-Ing. Dr.techn.
Rudolf Mörk-Mörkenstein
ZT für Elektrotechnik
SV für Sicherheitswesen und ET



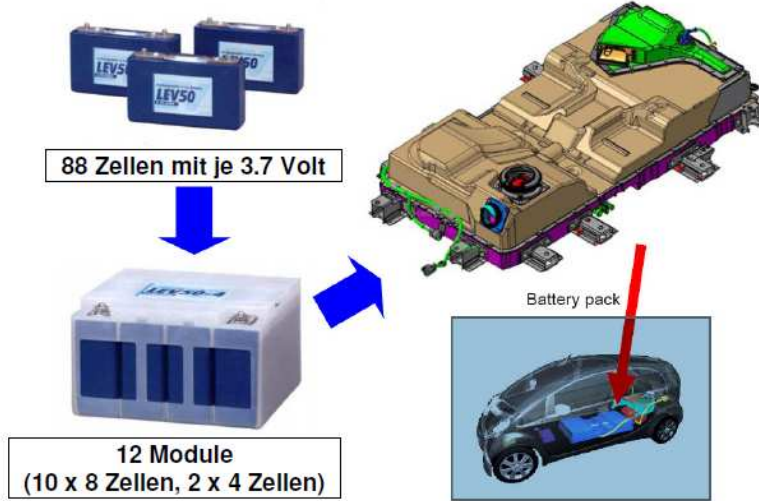
Hochvoltsystem im Fahrzeug

Quelle: Dekra.de

12/24V
Bordnetz

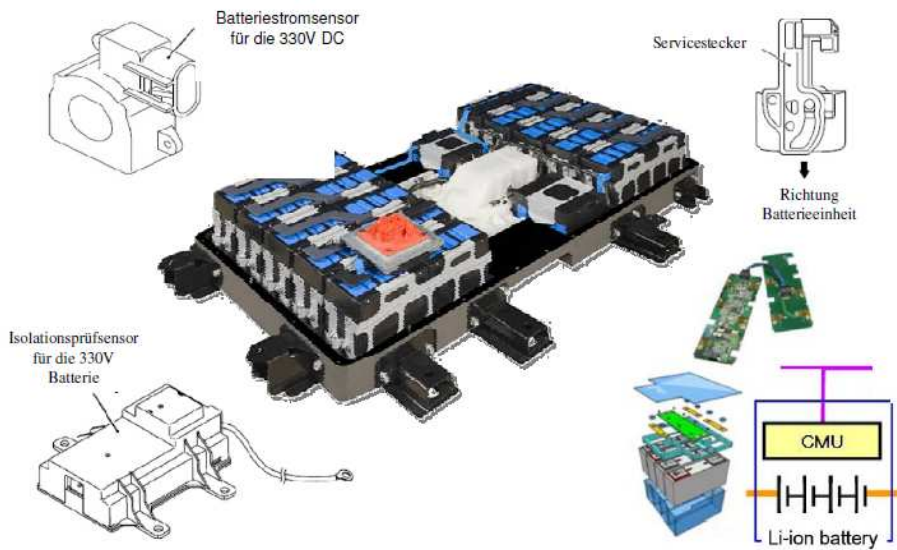


Batterieeinheit



Die Batterie besteht aus 88 Zellen vereint in 12 Modulen.
 Nennspannung = 330 Volt / Voll geladen = 365 Volt / Entladen = 315 Volt

Batterieeinheit und Komponenten



CMU = Cell Monitoring Unit x 12 (eine an jedem Modul)



HV - Eigensicherheit eines KFZ



HV-Eigensicherheit eines Fahrzeuges

➤ **Durch technische Maßnahmen am Fahrzeug ist ein vollständiger Berührungs- und Lichtbogenschutz gegenüber dem HV-System gewährleistet.**

- Trennung des HV-Netzes vom 12V-Netz
- Farbliche Kennzeichnung der HV-Kabel und HV-Komponenten
- Fahrzeuginterne Sicherheitssysteme z.B.
 - Batterie-Hauptrelais unterbricht mit Abschalten der 12V-Steuerspannung
 - Wartungs-/Servicestecker, Batterieauptschalter
 - Crash-Sensor
 - Ständige Überwachung des Isolationswiderstandes
 - Überwachung von Steckverbindungen



Unfallhavarie → Eigensicherheit

- Nach einem Unfall muss geprüft werden, ob die **HV-Eigensicherheit noch gegeben ist.**
- Alle Arbeiten sind daher **mit größter Vorsicht** und nur nach dem **Setzen von Sicherheitsmaßnahmen** möglich.

Wie sieht aber die Praxis für den Feuerwehreinsatz aus?

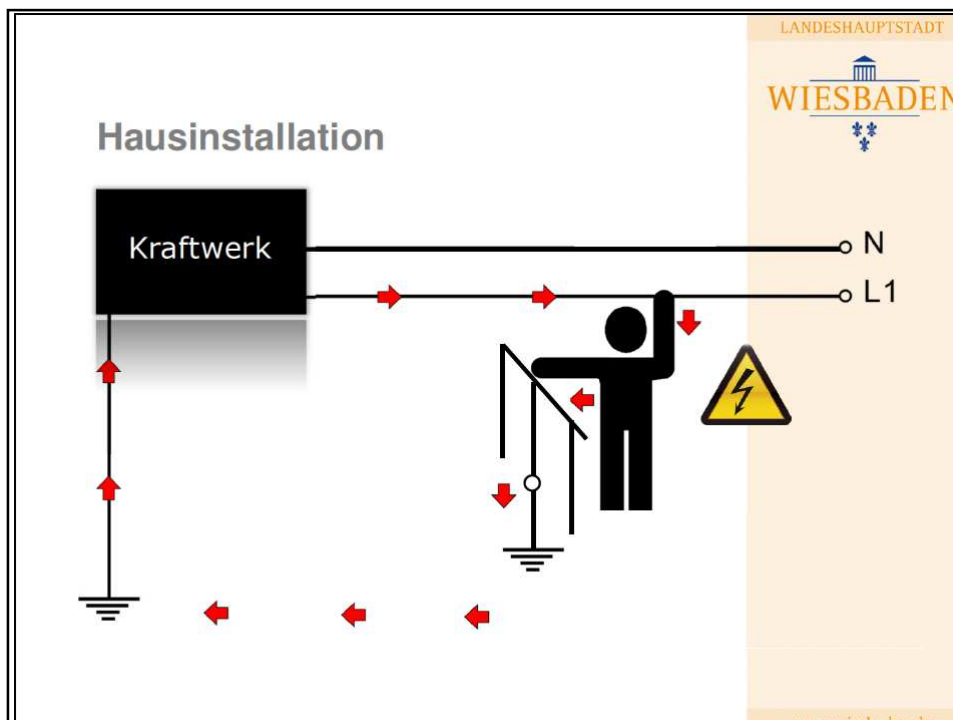
??????

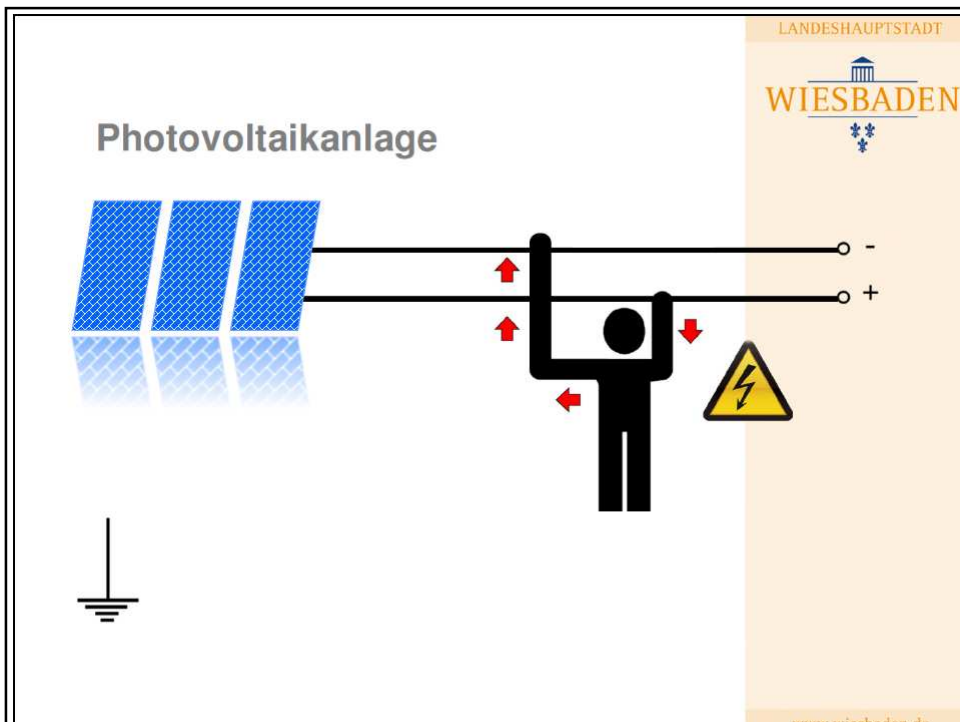
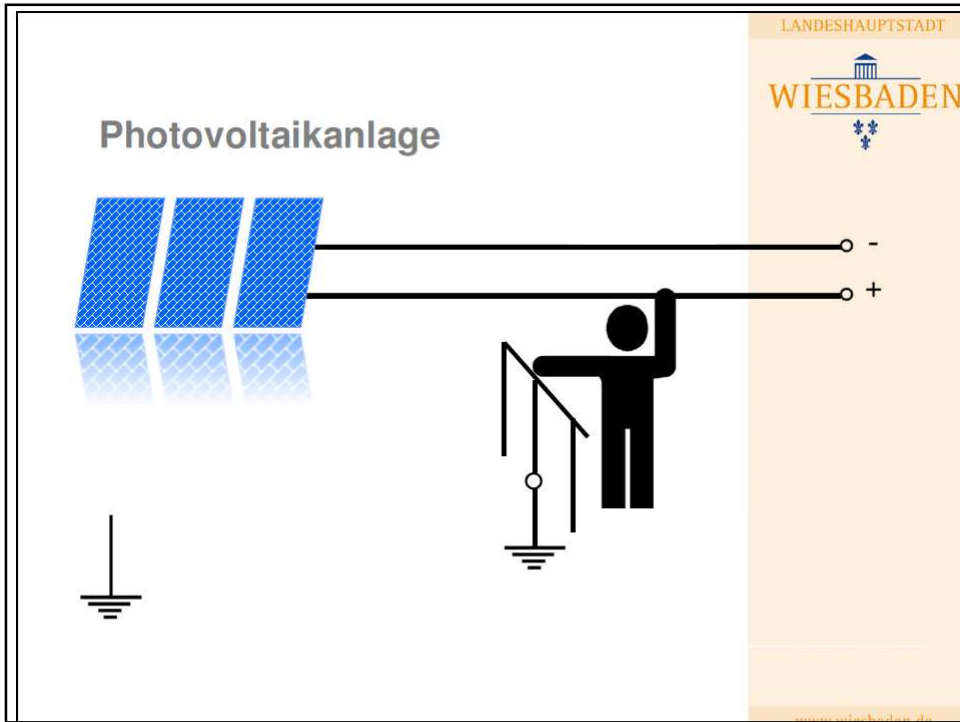


Elektrotechnische Gefährdung:

➤ Installation in einem E-KFZ ist vergleichbar mit Photovoltaikanlagen:

- Hochvoltssystem ist gegen Masse und gegen Erde isoliert
- Die elektrische Anlage kann unter Zeitdruck nicht spannungsfrei geschaltet werden
- Die Erzeugung der elektrischen Energie kann nicht unterbunden werden





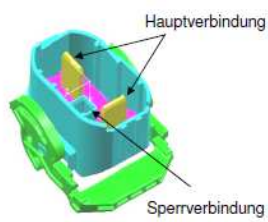
Sicherheitsmaßnahmen



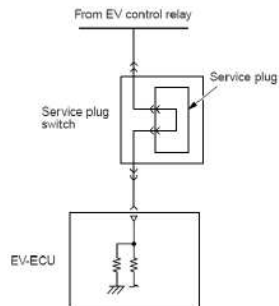
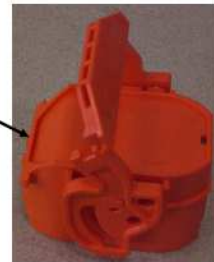
i-MiEV



Batterie Servicestecker



Servicestecker



Sicherheitsbrücke





- **„Ortskenntnisse“
für jede Fahrzeugtype
notwendig !**
- Achtung auf Definition einer
(elektrotechnischen) Fachkraft!



Besonderheiten bei Feuerwehreinsätzen an Elektrofahrzeugen



➤ **Grundsätzlich: Rettungskarten der Fahrzeughersteller**

Links zu den Internetseiten der einzelnen KFZ-Hersteller sind zu finden unter:

http://www.tcs.ch/main/de/home/auto_moto/fahrzeugmarkt/rettungskarten-der-fahrzeughersteller.html

<http://www.rettungskarten.eu/>

Beispiele: Prius, Lexus, iMiEV, Ampera



➤ **Variante 1: Fahrzeug nur minimal beschädigt**





➤ **Variante 1: Fahrzeug nur minimal beschädigt**

HV-Eigensicherheit ist im Regelfall vorhanden

Fahrzeug kann problemlos abgeschleppt werden

Üblicherweise kein außergewöhnlicher Zeitdruck

➤ mögliche Vorsichtsmaßnahmen sind:

Zündung abschalten („~~Ready~~“)

Sichtkontrolle

12V-Sicherungen abziehen, 12V-Batterie abklemmen

Service Plug abziehen



➤ **Variante 2: Fahrzeug extrem beschädigt, Brand**





➤ **Variante 2: Fahrzeug extrem beschädigt, Brand**



- Metallische Durchdringung kann Batterie beschädigen
- HV-Eigensicherheit ist von Außen nicht feststellbar

39



➤ **Variante 2: Fahrzeug extrem beschädigt, Brand**

HV-Eigensicherheit ist von Außen nicht feststellbar

Metallische Durchdringung kann Batterie beschädigen

→ **Hoher Zeitdruck**

→ **Brand**

→ **Personenberkung**

- es gibt keinen „Standardablauf“ zur Vorgehensweise
- es ist daher mit der auch sonst üblichen Vorsicht und Umsicht vorzugehen

40

Schulungsunterlage ÖBF

Dipl.-Ing. Dr.techn.
Rudolf Mörk-Mörkenstein



ZT für Elektrotechnik
SV für Sicherheitswesen und ET

Elektro- und Hybridfahrzeuge

Überlegungen zu Sicherheitsfragen beim Feuerwehreinsatz

Dipl.-Ing. Dr.techn. Rudolf Mörk-Mörkenstein

Staatlich befugter und beeideter Ziviltechniker und
Ingenieurkonsulent für Elektrotechnik

FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller Reinhard Amann, Landesfeuerwehrschule Vorarlberg

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger



FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller Reinhard Amann, Landesfeuerwehrschule Vorarlberg

V04

1

Unfälle mit Elektro-/Hybridfahrzeugen



- Variante 1: Fahrzeug nur minimal beschädigt
Eigensicherheit ist im Regelfall vorhanden
Fahrzeug kann problemlos abgeschleppt werden
- Üblicherweise kein außergewöhnlicher Zeitdruck

2

Unfälle mit Elektro-/Hybridfahrzeugen

➤ Variante 2: Fahrzeug extrem beschädigt, Brand



- Metallische Durchdringung kann Batterie beschädigen
- Sicherheit ist von außen nicht feststellbar

3

Schulungsunterlage Elektro- und Hybridfahrzeuge

FS Deckmann - Lehrgang Thema
Ersteller: FS Amann

FS Erregger am 11.11.2017
von FS Amann

Elektro- und Hybridfahrzeuge



Erkennen von Gefahrenquellen

Sicherer Umgang in Gefahrensituationen

5

Vorbemerkungen



- Die folgende Aussagen beziehen sich nur auf Serienfahrzeuge.
- Technische Merkmale sind je nach Hersteller unterschiedlich.
- Die allgemeinen taktischen Grundsätze sind immer zu berücksichtigen.
- Jeder Einsatz erfordert individuelle Erkundung und Beurteilung.
- Gefahren durch Beladung sind hier nicht berücksichtigt.

Grundsätzlich gelten auch bei Elektro- und Hybridfahrzeugen die allgemeinen Einsatzregeln für Fahrzeugunfälle, insbesondere in der Erstphase die Vorgehensweise:

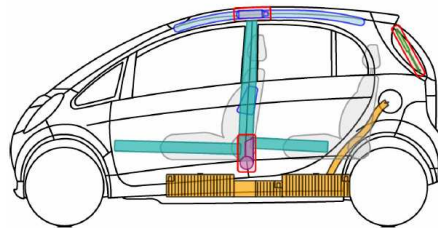
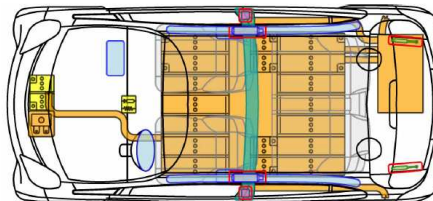
- Sichern (auch gegen Wegrollen)
- Zugang schaffen
- Lebenserhaltende Sofortmaßnahmen einleiten
- Menschenrettung

Elektrofahrzeuge



i-MiEV

Typ: HA3W, ab Modelljahr 2011



FS Dokumentation - Lehrgang "Elektro- und Hybridfahrzeuge" (FS 10)

Quelle: <http://rdb.info-122.at/index.php/uebersicht/category/68-mitsubishi?download=654:mitsubishi-i-miev-ha3w-ab-2011>

FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller Reinhard Amann, Landesfeuerwehrschule Vorarlberg

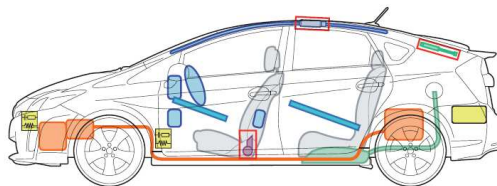
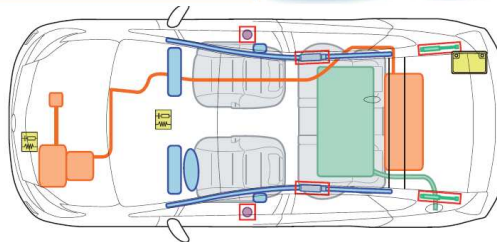
V04

7

Hybridfahrzeuge



Toyota Prius
(XW3 Hybrid 5-Türer, ab 2009)



FS Dokumentation - Lehrgang "Elektro- und Hybridfahrzeuge" (FS 10)

Quelle: http://www.toyota.de/images/Prius_RLF_V1_tcm281-926175.pdf

FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller Reinhard Amann, Landesfeuerwehrschule Vorarlberg

V04

8

Hochvoltsysteme



Unter dem Begriff **Hochvoltsystem** versteht man die gesamte elektrotechnische Ausstattung eines Elektro- und Hybridfahrzeuges im Bereich des Antriebsstranges, welches mit deutlich höheren Spannungen als die bisher gewohnten 12 V oder 24 V, nämlich mit z. B. 400 V betrieben wird.

Elektrotechnisch gesehen handelt es sich um ein **Niederspannungssystem**.

Quelle: Landesfeuerwehrschule Vorarlberg - Amann

Bauteile und Eigenschaften Hochvoltsystem



- Derzeit bis zu **400 V Gleichspannung** im Batteriekreis und bis zu 600 V Wechselspannung im Motorkreis.
- Kennzeichnung:
Kabelfarbe grundsätzlich orange
- Das **Hauptrelais** an der Antriebsbatterie wird durch den **Zündschlüssel geschaltet**.
- Auch das **Ladekabel** schaltet beim Anstecken das Hauptrelais der Antriebsbatterie ein.

Bauteile und Eigenschaften Hochvoltsystem



- „Ready“, „GO“ oder „⚡“-Lampe signalisiert "Hochvoltsystem ist eingeschaltet"



Bauteile und Eigenschaften Hochvoltsystem



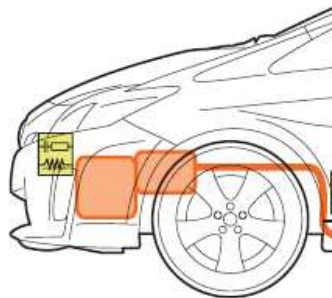
IT-System



FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller Reinhard Amann

- Das Hochvoltsystem ist **mit beiden Polen gegenüber der Karosserie isoliert** ausgeführt.
- Das Durchtrennen und Berühren eines einzelnen Kabels (Isolationsfehler) führt daher noch zu keiner unmittelbaren Personengefährdung.
- Ein Doppelfehler (z. B. beide Pole werden kurz geschlossen) führt bei intakten Sicherheitssystemen zu einer sofortigen Abschaltung des Hauptrelais für das Hochvoltsystem.

Bauteile und Eigenschaften Hochvoltsystem



Steuergerät

FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller Reinhard Amann, Landesfeuerwehrschule Vorarlberg

ÖBFV Energie aus 11/17/2017
von FS, FS

- Ein **Crashsensor** schaltet bei den meisten Herstellern bei einem Aufprall das Hauptrelais des Hochvoltsystems automatisch ab.
- Ein ausgelöster Airbag kann daher darauf hinweisen, dass das Hochvoltsystem abgeschaltet wurde.

Quelle: http://www.toyota.de/Images/Prius_RLF_V1_tcm281-926175.pdf

Bauteile und Eigenschaften Hochvoltsystem



FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller Reinhard Amann, Landesfeuerwehrschule Vorarlberg

ÖBFV Energie aus 11/17/2017
von FS, FS

- Das Hauptrelais des HV-Systems wird durch einen 12 V-Kreis angesteuert.
- Eine Unterbrechung des 12 V-Kreises z. B. durch Abziehen der zugeordneten 12 V-Sicherung bewirkt ein Abschalten des Hauptrelais des 400 V-Kreises.

Isolationsüberwachung



- Ein Isolationsüberwachungssystem kontrolliert ständig den ordnungsgemäßen Zustand der Hochvoltkabel.
- Bei einem Masseschluss wird das Hauptrelais des Hochvoltsystems automatisch abgeschaltet.

FS Drehmomente & Leistung Thema
Ersteller: V04

FS Drehmomente & Leistung Thema
Ersteller: V04

Hochvoltkabel



- Die Hochvoltkabel (grundsätzlich orange) sind besonders dick ummantelt, verstärkt isoliert und mit einem Schirmgeflecht ausgestattet.
- Eine Durchtrennung oder schadhafte Quetschung bewirkt einen Masseschluss, sodass das Isolationsüberwachungssystem das Hauptrelais des Hochvoltsystems automatisch abschaltet.

FS Drehmomente & Leistung Thema
Ersteller: V04

FS Drehmomente & Leistung Thema
Ersteller: V04

Gefahren durch höhere Spannungen



Das Hochvoltsystem hat daher eine Sicherheitskette, bei der mehrere Elemente gleichzeitig versagen müssen, um eine Gefahrensituation entstehen zu lassen.

Man spricht hier auch von der sogenannten **Eigensicherheit eines Hochvoltsystems**.

FS Dokumentation - Lehrgang Stromerzeugung V04

FS Dokumentation - Lehrgang Stromerzeugung V04

Grundsätzliche Gefahren



FS Dokumentation - Lehrgang Stromerzeugung V04

FS Dokumentation - Lehrgang Stromerzeugung V04

Folgende Gefahren können trotzdem entstehen:

- **Lichtbogenfehler:**
Bei einem Gleichstromsystem kann es zu einem "stehenden" d. h. länger andauernden Lichtbogen kommen.
- **Gefahr eines Stromschlages:**
Berührungsspannungen mit bis zu 400 V Gleichspannung und 600 V Wechselspannung bedeuten eine Personengefährdung durch elektrischen Schlag.
- **Elektrolytaustritt**

Umgang mit Hochvolt-(HV-)Systemen im Einsatzfall

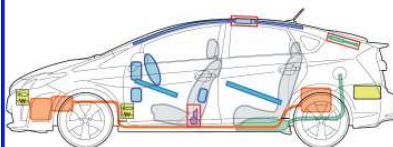
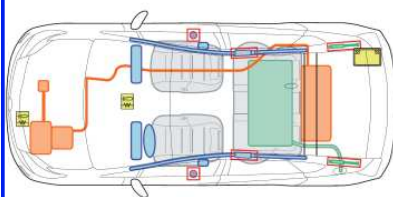


© ADAC - ADAC - ADAC

Quelle: Video ADAC Crashtest

- Elektro- und Hybridfahrzeuge geben im eingeschalteten Zustand keine Geräusche ab.
- Elektrofahrzeuge können sich daher jederzeit „unbemerkt“ still bewegen, daher entsprechend absichern.
- In Unfallsituationen wird durch das fahrzeugtypische Sicherheitssystem das Hochvoltssystem im Regelfall automatisch abgeschaltet.
- Bei detektiertem Unfallgeschehen könnte in unwahrscheinlichen Fällen bei Isolationsfehlern mit gleichzeitigem Versagen der Sicherheitskette eine Gefahr durch Strom auftreten.

Umgang mit Hochvolt-(HV-)Systemen im Einsatzfall

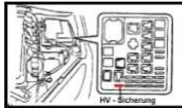


© Toyota - Toyota

Quelle: http://www.toyota.de/Images/Prius_RLF_V1_tcm281-926175.pdf

- Die Hochvoltkabel sind oft in den Holmen und Trägern des Unterbodens des Fahrzeuges verlegt. Beim Arbeiten mit hydraulischen Rettungsgeräten ist daher besondere Vorsicht geboten.
- Die Lage der Hochvoltkabel, der Hochvoltbatterie und der anderen Komponenten sind dem jeweiligen Rettungsdatenblatt des Fahrzeuges zu entnehmen.

Mögliche Sicherheitsmaßnahmen



- Abschalten des Fahrzeuges
Zündschlüssel bzw. Start/Stop-Taste
(= Abschaltung des Hauptrelais)
- Entfernen der 12 V-Sicherung für den
Steuerkreis des HV-Systems
(im Zweifel alle 12 V-Sicherungen)
- Zusätzlich Abklemmen der 12 V-
Batterie
(= Abschaltung des Hauptrelais)
- Wartungsstecker bei HV-Batterie
entfernen (siehe Rettungsdatenblatt)
zur Unterbrechung des Hochvoltkreises
Dabei Verwendung von Schutzhand-
schuhen (Lichtbogengefahr) und
Gesichtvisier vom Feuerwehrhelm

Hauptbatterie



- Nickel-Metallhydrid-Batterie (NiMH) in
Fahrzeugen der Generationen bis
2011 und
 - Lithium-Ionen-Batterie (Li-Ion) in
praktisch allen neueren Fahrzeugen
seit 2011
- Seltener im Einsatz sind
- Zebra-(Hochtemperatur-)Batterien mit
typisch 300 °C Betriebstemperatur.

<http://www.zebra.com>

Quellen:
<http://www.sblmotive.com/en/products.html>; http://www.focus.de/auto/news/technik-nickel-metallhydrid-batterien-blieben-im-nemmen_aid_433967.html;
http://www.google.de/url?sa=B&ct=Z&q=zebra%20battery%20handbook&source=web&cd=5&ved=0CElQFjAE&url=http%3A%2F%2Fds1.drefels.ch%2Fwikileaks%2Fimages%2F1622_Studie_ZEBRA_fuer_TWIKE_20070702.pdf&ei=LmEqT-DuB674QSGxoy_Dg&usq=AFQICNEIUe45BKJX5BAPbH66sG4ttO&cad=rja

Technische Eigenschaften von Hochvoltbatterien



- HV-Batterien sind üblicherweise im Bereich der Fahrgastzelle angeordnet, dadurch ist ein gewisser Grundschutz bei Unfällen gegeben.
- Bei einigen Modellen füllt die HV-Batterie den Bereich der Bodenplatte aus.
- Einzelne Modelle haben die Li-Ionen-Batterie auch unter der Motorhaube.
- HV-Batterien sind in auslaufsicheren und versiegelten Metallgehäusen eingebaut.
- Auch sind die einzelnen Zellen, Zellengruppen oder Module wiederum in dichten und separaten Gehäusen versiegelt.
- Das Auslaufen von chemischen Substanzen ist bei einer mechanischen Zerstörung der Batterie möglich (→ Verfahren wie bei Chemikalienaustritt).
- In Einzelfällen kann es bei einer mechanischen Beschädigung zu einer Selbstentzündung kommen, vor allem bei Li-Ionen-Batterien.
- Lithium-Brände sind kaum löschbar (Selbstentzündung mit Feuchtigkeit).

Umgang mit Hochvolt-(HV-)Batterien im Einsatzfall



- Außer bei einem Totalschaden oder falscher Vorgehensweise ist es unwahrscheinlich, dass Pannen- und Unfallhelfer in eine Gefährdungssituation mit Hochvoltbatterien geraten.
- Wirklich **schwierige Gefahrensituationen** sind vor allem bei groben mechanischen Beschädigungen wie z. B. einer Durchdringung der Hochvoltbatterie mit einer Metallstange o. ä. möglich.

Hier kann es zu **mehrfachen Gefährdungen** kommen durch

- Elektrolytaustritt
 - Selbstentzündung
 - Elektrische Gefährdung durch Stromschlag
 - Brandgefahr durch Lichtbogen
- In solchen Fällen ist immer eine **individuelle Gefahrenanalyse** durchzuführen und die Vorgangsweise dementsprechend festzulegen.

Umgang mit Hochvolt-(HV-)Batterien im Einsatzfall



- Die Metallgehäuse der Batteriemodule dürfen unter keinen Umständen aufgebrochen oder entfernt werden, auch nicht im Brandfall.

Die Missachtung dieser Vorschrift kann zu schweren Brandverletzungen oder einem elektrischen Schlag, unter Umständen auch mit schweren Personenschäden, führen.

- Im Falle einer Personenrettung mit Hilfe von hydraulischen Rettungsgeräten ist zu beachten, dass beim Schneiden oder Spreizen die Kapselung der Hauptbatterie nicht beschädigt wird.
- Die Lage der Hauptbatterie, der Hochvoltkabel und der anderen Komponenten ist dem jeweiligen Rettungsdatenblatt des Fahrzeuges zu entnehmen.

Brandbekämpfung der Hochvoltbatterie



Der Einsatzleiter entscheidet über eine offensive oder defensive Brandbekämpfung:

- **Offensive Brandbekämpfung**

Ein Brand im Hochvolt-Batteriepaket lässt sich wirkungsvoll unter Kontrolle bringen, wenn das Batteriepaket aus sicherer Entfernung mit großen Wassermengen "geflutet" wird, da die nebeneinander liegenden Batteriemodule dadurch auf eine Temperatur unterhalb ihrer Zündtemperatur abgekühlt werden. Batteriezellen z. B. bei Li-Ionen-Batterien, bei denen der Brand durch das Wasser nicht gelöscht wird, brennen aus.

- **Defensive Brandbekämpfung**

Wurde eine defensive Brandbekämpfung beschlossen, sollte sich das Löschteam zurückziehen und die Batteriemodule aus sicherer Entfernung ausbrennen lassen.

Dabei ist zu beachten, dass der Rauch giftige und ätzende Komponenten enthält wie z. B. Flußsäure.

Brandbekämpfung



- Beim ersten Brandbekämpfungsversuch schnell und aggressiv vorgehen.
Das Löschteam erkennt möglicherweise erst nach Bekämpfung der Flammen und beim Beginn der Aufräumarbeiten, dass es sich um ein Elektro- oder Hybridfahrzeug handelt.
- Die Einsatzkräfte sind auf die zusätzlichen Gefahren der Elektro- und Hybridfahrzeuge hinzuweisen!
- Auf die persönliche Schutzausrüstung ist zu achten.

FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller: Reinhard Amann

FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller: Reinhard Amann

Brandbekämpfung



- In Brandfällen sind die üblichen Regelungen für Niederspannungsanlagen anzuwenden (ÖVE/ÖNORM E8350).
- Als Löschmittel ist möglichst Wasser zu verwenden. Löschschaum darf bei elektrischen Anlagen grundsätzlich nur im spannungsfreien Zustand angewendet werden.
- Beim Einsatz von CM-Strahlrohren gemäß ÖNORM F 2190 und Löschmittel Wasser ist ein Sicherheitsabstand bei **Sprühstrahl von 1 m** und bei **Vollstrahl von 5 m** einzuhalten.

FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller: Reinhard Amann

FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller: Reinhard Amann

Li-Ionen-Batterien



- Brände von **Li-Ionen-Batterien** mit großen Wassermengen löschen.
- *Vorteil: Alle geschädigten Zellen, deren Gehäuse offen sind, brennen endgültig durch den Kontakt mit Wasser ab. Nicht beschädigte Zellen werden gut gekühlt.*
- *Li-Ionen-Akkus sind hermetisch gekapselt. Bei Beschädigungen reagiert das Lithium-Metall aber heftig mit Wasser. Durch die Reaktion des Lithiums mit dem Löschwasser entsteht Wasserstoff (zündfähiges Gas, wobei Wasserstoffflammen nicht sichtbar sind).*
- Anmerkung: Kommen offene, bereits ausgebrannte Li-Ionen-Batteriezellen mit Wasser in Berührung, entsteht knoblauchartig riechender und hochgiftiger Phosphorwasserstoff (Monophosphan, PH_3). Dies ist vor allem dann ein Problem, wenn das beschädigte und abgelöschte Fahrzeug in geschlossenen Räumen ohne entsprechenden Luftdurchsatz steht!
- In einem Schadensfall ist bei Li-Ionen-Batterien für eine fortgesetzte Kühlung auch nach Beendigung eines Löscheinsatzes zu sorgen, bis das Fahrzeug einer qualifizierten Fachwerkstätte übergeben werden kann.

Zebra-Batterien



Bei **Zebra-Batterien** ist Folgendes zu beachten:

- Durch die hohe Betriebstemperatur von typischerweise 300 °C ist betriebsmäßig eine ständige Kühlung der Batterie notwendig.
- Bei einer Durchdringung oder einem Aufplatzen der Zebra-Batterie kann es zu einem internen Temperaturanstieg kommen, der dann auch auf der Außenseiten Oberflächentemperaturen von bis zu 500 °C zur Folge haben kann.
- Es ist daher im Schadensfall für eine fortgesetzte Kühlung auch nach Beendigung eines Löscheinsatzes zu sorgen, bis das Fahrzeug einer qualifizierten Fachwerkstätte übergeben werden kann.
- Ein Abstellen des Fahrzeuges in geschlossenen Räumen ist zu vermeiden, da auch hier in geringen Mengen giftige Gase entstehen können.

Sonderfall: Fahrzeugbergung aus dem Wasser

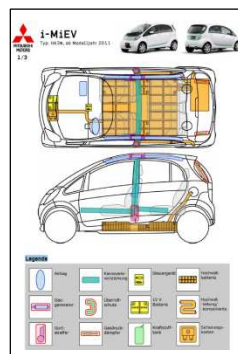


- Um ein Elektro- oder Hybridfahrzeug, das sich vollständig oder teilweise unter Wasser befindet, sicher handhaben zu können, sollten das HV-System und die Airbags frühestmöglich deaktiviert werden.
- Das Fahrzeug bergen.
- Wenn möglich, das Wasser aus dem Fahrzeug ablassen.
- Die erforderlichen Maßnahmen zum Ausschalten des Fahrzeugs durchführen.

FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller Reinhard Amann, Landesfeuerwehrschule Vorarlberg

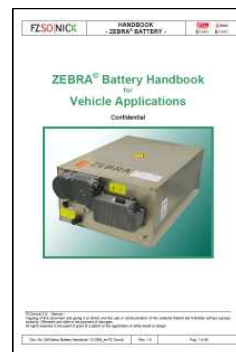
FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller Reinhard Amann, Landesfeuerwehrschule Vorarlberg

Detailunterlagen der Fahrzeughersteller



FS Elektro- und Hybridfahrzeuge
Ersteller Reinhard Amann, Landesfeuerwehrschule Vorarlberg

- Rettungsdatenblätter
<http://rdp.info-122.at/>
http://www.vda.de/de/arbeitsgebiete/rettungsleitfaeden_feuerwehr/
- Rettungsanweisungen
- Hinweise für die Handhabung der Batterie



Abschlussarbeiten nach einem Einsatz



- Es können von außen nicht erkennbare Gefahren weiter bestehen.
- Bei unbemerkten Beschädigungen z. B. der Hauptbatterie ist eine Selbstentzündung mit Zeitverzögerung von mehreren Stunden möglich.
- Solche Gefahren sind nur durch einen Fachmann/Fachwerkstätte erkennbar.
- Information des Eigentümers über die Gefahren, wenn er über die weitere Verwahrung seines Fahrzeuges selbst verfügt (z. B. elektrischen Schlag, Selbstentzündung einer defekten Hauptbatterie o. ä.)

Ebenso ist der Abschleppdienst darüber zu informieren.

- **Niemals ein Elektro- oder Hybridfahrzeug nach einem Einsatz unbeaufsichtigt oder in geschlossenen Hallen abstellen!**

- **Übergabe des Fahrzeugs an einen Fachmann oder eine Fachwerkstätte!**

Dabei sind auch entsprechende Informationen über den Unfallverlauf, die Fahrzeugbergung, Besonderheiten während des Einsatzes etc. mitzuteilen.

Schlussbemerkung



- Vor allem in der Situation einer starken Beschädigung eines Elektro- und Hybridfahrzeuges, eines Fahrzeugbrandes, einer akuten Personenbergung und dies dann auch noch unter einem extremen Zeitdruck kann **die Hochvoltsicherheit eines Fahrzeuges von außen nicht festgestellt werden.**
- Es gibt daher auch keinen „Standardablauf“ zur Vorgehensweise in Extremsituationen.
- Eine Haftung für den Inhalt dieser Präsentation und die Eignung der Hinweise im Einzelfall kann trotz sorgfältigster Recherche nicht übernommen werden.
- **Eine eigene sorgfältige Erkundung und Beurteilung der im Falle eines konkreten Einsatzes zu beachtenden Umstände bleibt daher immer unverzichtbar.**



Kontaktadressen Mitarbeiter der Arbeitsgruppe

Dipl.-Ing. Dr. Rudolf Mörk-Mörkenstein

Ziviltechniker für Elektrotechnik,
Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter
Sachverständiger für Elektro- und Hybridfahrzeuge
und KFZ-Elektronik
Leopold Gattringer-Str. 27
2345 Brunn am Gebirge
ziviltechniker@moerk-moerkenstein.at
Tel. +43 676 905 1000

Ing. Franz Schuster

Leiter der NÖ Landesfeuerwehrschule Tulln
Langenlebarner Straße 106
3430 Tulln an der Donau
franz.schuster@noel.gv.at
Tel. +43 2742 9005 16662

Bildnachweis:
Rettungsdatenblätter und Rettungsanweisungen der
Herstellen Fahrgestellhersteller
Handbuch der Batteriehersteller
Film ADAC Crash-Test
Fotos der Landesfeuerwehrschule Vorarlberg

Dipl.-Ing. Dr. Michael Sternad

Senior Researcher - Lithium Power Group
Technische Universität Graz
Institut für Chemische Technologie von Materialien
Stremayrgasse 9
8010 Graz
michael@sternad.com
Tel. +43 664 463 2727

Ing. Reinhard Amann

Leiter der Landesfeuerwehrschule Vorarlberg
Florianistraße 1
6800 Feldkirch
reinhard.amann@lfv-vorarlberg.at
Tel. +43 5522 3510 213

Hubert Springer

Weber-Hydraulik GmbH
Weber Rescue Systems
Industriegebiet 3 + 4
4460 Losenstein
hubert.springer@weber-hydraulik.at
+43 664 8284030