

# 5. Unfallverhütung

Die Inhalte dieser Lernlektionen wurden durch den Schweizer Mobilitätsverband sffv bereitgestellt

## Modul 5.1 Sicherheitsrelevante Komponenten

30.07.2023



Modul 5 - 5.1 Sicherheitsrelevante Komponenten

# INHALT



- 1. Vorwort**
- 2. Definitionen**
- 3. Wichtige Komponenten**
- 4. Zusammenfassung**
- 5. Schlusswort**

# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten



Vorwort:

Mangelnde Kenntnisse im Umgang mit Elektro- oder Hybridfahrzeugen stellen ein erhöhtes Arbeitsrisiko dar. Die meisten Anbieter von Elektro- und Hybridfahrzeugen sowie verschiedene Berufsverbände bieten Zusatzausbildungen an. Diese sind dazu geeignet den Umgang mit Hochvoltssystemen kennenzulernen und das eigene Sicherheitsverhalten wie auch das der anderen Mitarbeiter in den täglichen Berufsalltag zu integrieren.

Hier einige Sicherheitsrisiken beim Umgang mit Elektrofahrzeugen:

- Personen und Sachgefährdungen
- Elektrische Gefährdungen (zum Beispiel Stromschläge oder Störlichtbögen)
- Thermische Gefährdungen (Verbrennungen)
- Brandgefahren
- Physikalische Gefahren (UV-Strahlen, Lärm)
- Sekundärunfälle (Schnittverletzungen, Stürze etc.)

# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten



## Definitionen

### **NIV und NEV**

NIV = Niederspannungsinstallationsverordnung (SR 734.27 Stand 1. Januar 2022)

Diese Verordnung regelt die Voraussetzungen für das Arbeiten an elektrischen Niederspannungsinstallationen (elektrische Installationen) und die Kontrolle dieser Installationen.

NEV = Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (SR 734.26 Stand 1. Januar 2023)

Diese Verordnung gilt für die elektrischen Niederspannungserzeugnisse zur Verwendung mit einer Nennspannung von 50 V bis 1000 V Wechselspannung oder von 75 V bis 1500 V Gleichspannung (Niederspannungserzeugnisse) im Sinne der Richtlinie 2014/35/EU<sub>4</sub> (EU-Niederspannungsrichtlinie).

### **HV Systeme**

In der Fahrzeugtechnik spricht man von Hochvoltsystemen bei Antriebsarten bei Elektro-, Hybrid- oder Brennstoffzellenfahrzeuge wenn folgende Attribute vorhanden sind:

- Systeme mit Gleichspannung (DC, Direct Current) grösser als 60 Volt
- Systeme mit Wechselspannung (AC, Alternating Current) grösser als 25 Volt

# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten

## Komponenten des Hochvolt-Systems

### Hochvolt-Batterie

Ein Elektrofahrzeug benötigt einen leistungsfähigen Energiespeicher.

Um die vereinzeltten Batteriearten miteinander oder auch mit fossilem Treibstoff vergleichen zu können ist die Energie- oder Leistungsdichte ein wichtiger Indikator.

**Energiedichte:** Gibt an, wieviel Energie eine Batterie, bezogen auf ihr Gewicht, speichern kann.

Die Masseinheit wird in Wattstunden pro Kilogramm (WH/kg) angegeben.

**Leistungsdichte:** Gibt an, welche elektrische Leistung eine Batterie, bezogen auf ihr Gewicht, abgeben kann.

Die Masseinheit wird in Watt pro Kilogramm (W/kg) angegeben.

Sie wird auch durch die Klemmenspannung, die Strombelastbarkeit und der Masse der Batterie, bestimmt.

# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten

Batteriearten

Blei-Säure Batterie

Sie ist die günstigste Lösung. Sie wird bei der fossilen Antriebsart als Starterbatterie eingesetzt.

Gerne wird übersehen dass ausnahmslos jedes Elektroauto auch mit einer 12V Blei-Säure-Batterie ausgestattet ist.

Denn nach wie vor kommt kein Elektrofahrzeug ohne Blei-Säure-Batterie für die Unterstützung und Versorgung des Bordnetzes aus.



# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten

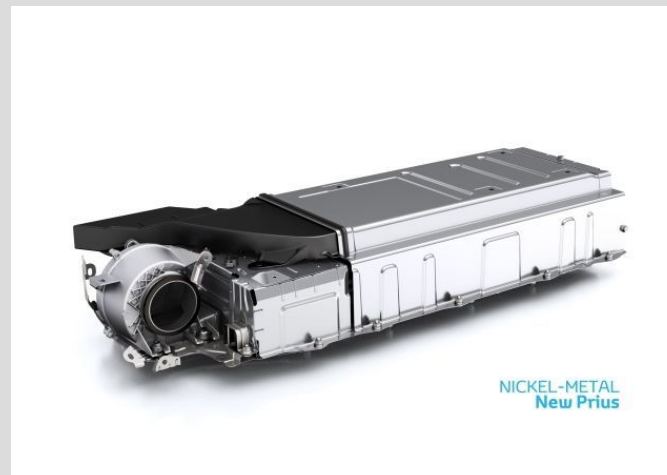
## Batteriearten

### Nickel-Metallhydrid-Batterie (NI-MH)

Diese Batterie ist eine Zusammensetzung aus Nickel und Metallhydriden. Gegenüber der Nickel-Cadmium Batterie hat sie eine grössere Energiedichte aber dafür eine kürzere Lebenserwartung. Sie enthält aber keine giftigen, metallische Substanzen.

Die maximale Betriebstemperatur liegt bei 65 Grad Celsius. Das hat zur Folge das diese Batterieart empfindlich auf Überhitzung reagiert. Dieselbe Reaktion auch bei Überladung oder Tiefentladung. Allgemein wird sie bei allen aufladbaren Geräten eingesetzt, die früher Nickel-Cadmium Batterien im Einsatz hatten.

Wird zum Beispiel beim Toyota Prius 3 eingesetzt



# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten

## Batteriearten

### Lithium-Ionen-Batterie (Li-Ion)

Dies ist die Batterie die Stand heute, das grösste Wachstumspotential besitzt. Sie besitzt bei hoher Energiedichte das kleinste Gewicht.

Aus diesem Grund wird sie bei der Elektromobilität am meisten eingesetzt. Das Selbstentladepotential ist sehr klein und sie kann länger gelagert werden ohne das sie aufgeladen werden muss. Aus Sicherheitsgründen wird aber die Spannung und der Strom begrenzt. Man kann im kleinen Rahmen auf das Wissen im Einsatz bei der Mobiltelefonie und bei Notebook Computern zurückgreifen.

Zu beachten gilt die Tatsache das Lithium ein hochreaktives Metall ist. Das hat den Nachteil dass die Komponenten dieser Batterie leicht brennbar sind und bei einem Brandfall nur mit Wasser gelöscht oder kontrolliert abbrennen zu lassen.



# 5.1 Sicherheitsrelevante Komponenten

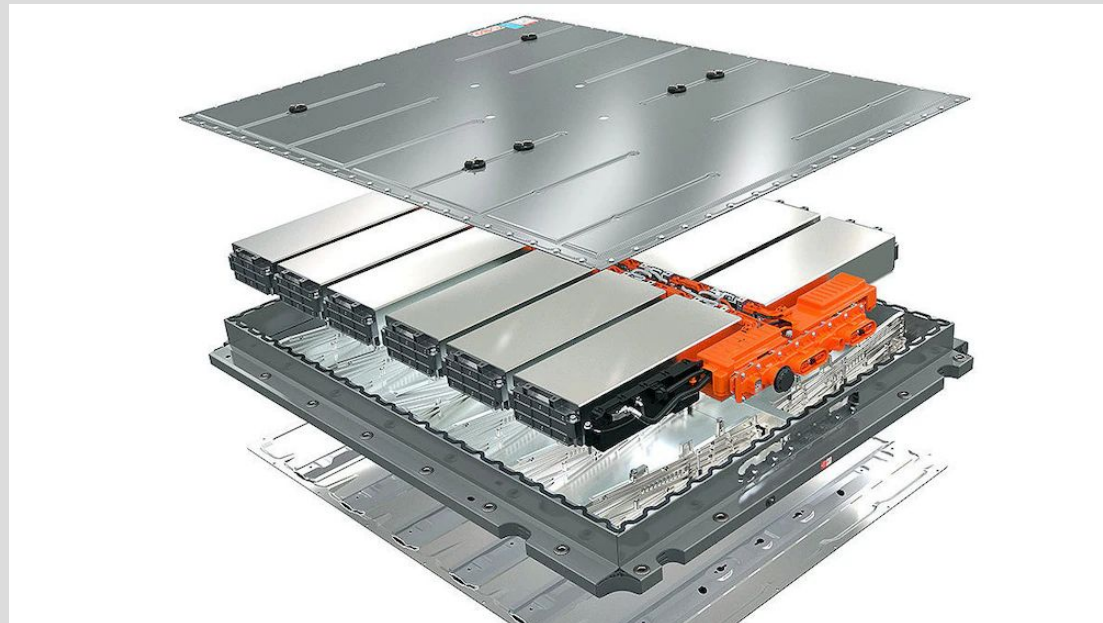
## Batteriearten

### Lithium-Polymer-Batterie (Li-Po)

Wie die Lithium-Ionen-Batterie kann auch diese System sehr schlank gebaut werden. Der Hauptunterschied besteht darin dass der verwendete Elektrolyt nicht mehr flüssig ist, sondern aus einem festen und gelagerten Polymer besteht.

Ein grosser Vorteil dieser Technologie ist, das sie als Auslaufsicher gilt.

Einsatz zum Beispiel beim Hyundai IONIC oder Chevrolet Volt.



# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten

## Kondensatoren

Das sind Elemente, welche die Energie in elektrischer Form speichern.

Sie sind aber infolge ihrer geringen Energiedichte nicht als Energiequelle bei Elektro- und Hybridfahrzeugen geeignet.

Doppelschichtkondensatoren können in kurzer Zeit sehr viel Leistung aufnehmen und auch wieder abgeben. Sie besitzen aber ein kleines Speichervolumen. Sie haben nahezu einen 100% Wirkungsgrad und sind sehr stromfest.

Beim Elektrofahrzeug werden sie zur Aufnahme von Selbstinduktionsspannungen angewendet. Das ist beim Bremsen der Fall. Hier helfen die Kondensatoren dem Gleichrichter beim glätten der Oberwelligkeit. Es wird auch einmal soweit sein dass Superkondensatoren den Strom beim Bremsen aufnehmen werden und die Energie sofort wieder zugeführt werden kann.



# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten

## Batteriemanagement

Das Batteriemanagement hat die Aufgabe, für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb des Gesamtsystem und seines Energiehaushaltes zu sorgen. Es regelt und überwacht die batterierelevanten Daten. Im weiteren kommuniziert das Batteriemanagement über einen Datenbus mit allen relevanten Steuergeräten im Elektrofahrzeug.



Lithium-Ionen Batterien benötigen ein sehr gutes Überwachungskonzept. Man riskiert sonst ein vorzeitiges Altern der Batterie oder es können Schäden entstehen die bis zum Brand führen können.

# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten



## Management für Betriebssicherheit

Das Sicherheitsmanagement wird benötigt um gefährliche Betriebszustände wie Tiefenentladung, Überladung, Überstrom, Übertemperaturen oder Kurzschlüsse, rechtzeitig zu erkennen und wenn möglich auch zu verhindern. Es gibt die Bereiche Überwachungssystem und Thermomanagement.

Das Überwachungssystem ist dauernd aktiv, das heisst auch wenn das Fahrzeug sich im Ruhezustand befindet.

Wenn entscheidende Betriebsparameter über- oder unterschritten werden, ist das Sicherheitsmanagement dazu verantwortlich, zu reagieren.

## Management für den Energiefluss

Das Energiemanagement bestimmt über vorgegebene Massnahmen das Ab- und Zuschalten von Verbrauchern. Es regelt die Energierückgewinnung beim Bremsvorgang und adaptiert dies an den Alterungsprozess der Batterie und verwaltet dadurch die Ladestrategien. Es benötigt dazu ein Modul für die Bestimmung des Batteriezustandes. Es gibt Auskunft über den Ladegrad und den Zustand der Batterie. Dazu werden die einzelnen Zellen in Untergruppen zusammengefasst, überwacht und ausgewertet.

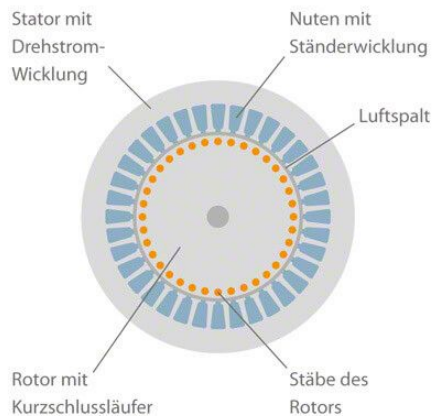
# 5.1 Sicherheitsrelevante Komponenten

## Elektrische Maschinen

In jeder Beschreibung von Elektro- und Hybridfahrzeugen ist die Rede von elektrischen Maschinen. Dieser Begriff kommt daher weil die Antriebseinheit einmal als Motor und einmal als Generator benutzt werden kann. Es besitzt auch eine Kontroll- und Regeleinheit.

Die Konstruktionsarten sind:

### Asynchron-Motor



Vorteile:

- Kostengünstig
- Einfach zu reparieren

Nachteile:

- Kleinster Wirkungsgrad
- Anpassungen notwendig

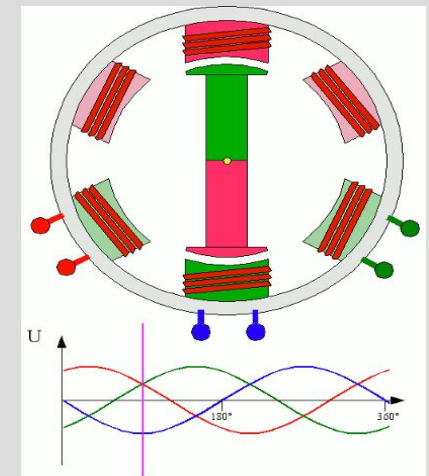
### Synchron-Motor

Vorteile:

- höchster Wirkungsgrad
- Hohes Anfahrtdrehmoment

Nachteile:

- teure Reparaturen
- Teures Material Magnete



# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten



## Leistungselektronik

Bei Hochvoltfahrzeuge spricht man von Leistungselektronik wenn elektrische Energie umgewandelt werden muss.

Mögliche Herausforderungen sind folgende:

- Spannungswert nach unten oder oben anpassen
- Umwandlung Gleichspannung in Wechselspannung
- Umwandlung Wechselspannung in Gleichspannung
- Frequenzwechsel in der Wechselspannung

Dazu werden verschiedene Grundbausteine verwendet:

Konverter: Wandelt eine Gleichspannung in eine andere Gleichspannung um. Das Potenzial wird geändert.

Inverter: Umwandlung von Gleichspannung in Wechselspannung. In diesem Fall arbeitet der Inverter als Wechselrichter

Inverter: Umwandlung Wechselspannung in Gleichspannung. In diesem Fall arbeitet der Inverter als Gleichrichter.

Transformator: Wandelt das Potenzial einer Wechselspannung in ein anderes Potenzial um.

Frequenzwandler: Wandelt eine Eingangsfrequenz in eine Ausgangsfrequenz um die höher oder tiefer ist.

# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten

Beispiel an einem Fahrzeug

Powertrain Electric Vehicle (EV) beinhaltet alle Komponenten, die als Antrieb zur Fortbewegung des Elektrofahrzeuges benötigt werden.



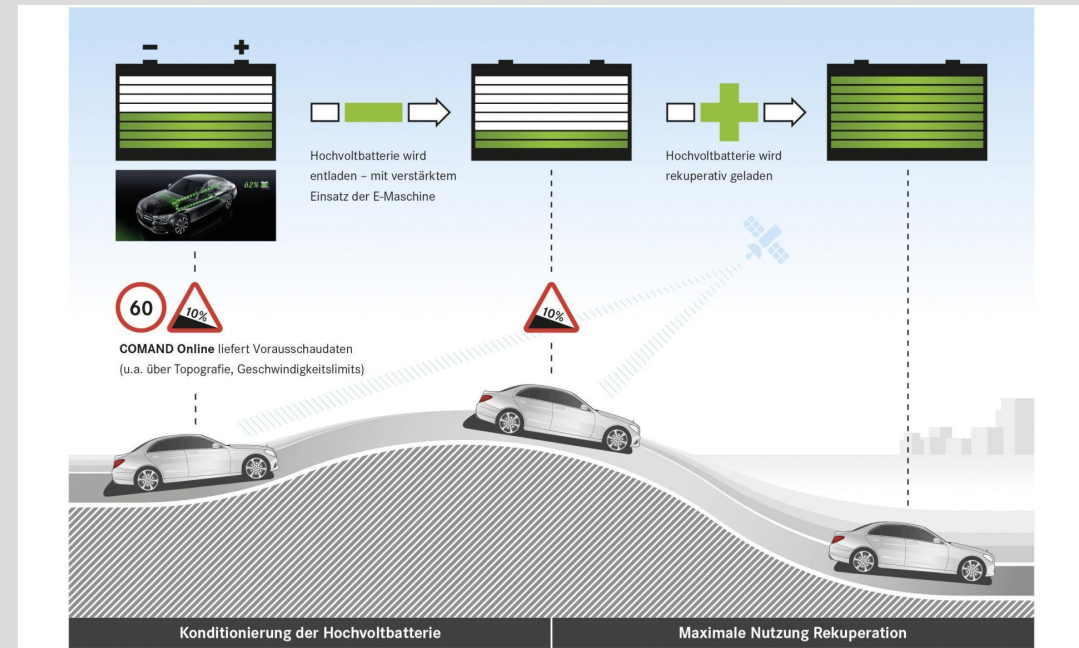
# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten

## Regeneratives Bremsen

Bei der Verzögerung des Fahrzeuges arbeitet der Elektromotor als Generator und wandelt durch Rekuperation (Wiedererwerbung) die Bewegungsenergie (Verzögerungsenergie) wieder in elektrische Energie um.

Das heisst die gewonnen Energie wird wieder in der Hochvoltbatterie gespeichert und kann wieder abgerufen werden. Diese einschaltbare Massnahme erhöht die Reichweite eines Fahrzeuges um einiges.

Nach allgemeinen physikalischen Grundsätzen kann durch Rekuperation nicht mehr Energie gewonnen werden, als zuvor zum Antrieb der jeweiligen Maschinen oder Anlagen eingesetzt wurde.



Quelle: Mercedes-Benz C-Klasse Intelligent Hybrid, Rekuperationsenergie vollständig nutzen | Mercedes-Benz

# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten

## Klimatisierung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen

Der absolute Vorteil eines Elektrofahrzeuges liegt darin, dass die Temperatur des Fahrzeuges im Innenbereich, vor der Fahrt bestimmt werden kann. Das heisst, die Klimatisierung oder die Heizung werden über die Hochvoltbatterie gesteuert. Am besten natürlich wenn das Fahrzeug an der Ladeeinheit angeschlossen ist.

Elektronischer Klimakompressor:

Der Kompressor wird mit Hochspannung elektrisch angetrieben.

Das ermöglicht eine Fahrzeugklimatisierung auch bei ausgeschaltetem Motor.

Darüber hinaus kann mithilfe der Klimaanlage zusätzlich das Kühlmittel heruntergekühlt werden.



Elektronischer Zuheizer / Hochvolt Zuheizer

Elektrofahrzeugen fehlt die Abwärme des Motors, welche sich auf das Kühlmittel überträgt.

Somit ist es notwendig, den Innenraum mit Hilfe eines elektrischen Zuheizers, der im Belüftungssystem untergebracht ist, aufzuwärmen



# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten

Zusammenfassung:

Ein Elektro- oder Hybridfahrzeug besitzt Komponenten die nicht in einem üblichen Fahrzeug vorhanden sind. Das heisst nicht in dieser Form.

- Hochvoltbatterien (verschiedene Zusammensetzungen)
- Kondensatoren
- Batteriemanagement (Betriebssicherheit und Energiefluss)
- Elektrische Maschinen (Asynchron Motor und Synchron Motor)
- Leistungselektronik
  - Konverter
  - Inverter
  - Transformator
  - Frequenzwandler
- Regeneratives Bremsen (Rekuperation)
- Elektronischer Klimakompressor
- Elektronischer Zuheizer / Hochvolt Zuheizer

# 5. 1 Sicherheitsrelevante Komponenten



Schlusswort:

Ein Elektrofahrzeug ist nicht nur ein weiteres Automobil das ohne weiteres von jedem repariert werden kann. Im Gegensatz zu den fossilen Antriebsarten ist es mit zusätzlichen Komponenten ausgestattet, die eine Wartung durch einen Spezialisten verlangt.

Die Gefahren mit Hochvoltsystemen sind enorm und man sollte mit notwendigem Respekt an die Arbeiten gehen.

Wir haben euch einige zusätzliche Komponenten beschrieben und diese sollen nur aufzeigen wie sie ungefähr funktionieren. Es wird notwendig sein für eine komplette Reparatur eine Zusatzausbildung abzuschliessen, um die Elektro- oder Hybridfahrzeuge fachmännisch zu reparieren. Solche Kurse werden über den AGVS und anderen Institutionen angeboten.

In diesem Modul haben wir euch die Grundbegriffe der einzelnen Komponenten erklärt und diese sind nicht abschliessend. Es gibt noch andere Zusatzfunktionen die zu tief in die Materie gehen würde.



*Der Schweizer  
Mobilitätsverband  
sffv*

Die Inhalte dieser Lernlektionen wurden durch  
den Schweizer Mobilitätsverband sffv bereitgestellt

Inhalt/Autor: Patrick Bünzli

[info@mobilitaetsverband.ch](mailto:info@mobilitaetsverband.ch)

[www.mobilitaetsverband.ch](http://www.mobilitaetsverband.ch)

Stoppelstrasse 19

5417 Untersiggenthal

Schweiz