Info E-20

ÖSTERREICHISCHER
BUNDES
FEUERWEHR
VERBAND

ÖBFV

Information

EINSATZ MIT ALTERNATIV ANGETRIEBENEN FAHRZEUGEN UND DEREN PERIPHERIE

1.	Präambel	5
2.	Allgemeines	5
3.	Hybrid- und Elektroantrieb	6
4.	Wasserstoff (Brennstoffzelle)	15
5.	Erdgas	19
6.	Flüssiggas	27
7.	Bioethanol	31
8.	Künstliche Treibstoffe	32
9.	Ad Blue®	33
10.	Tank- und Ladestellen	34
11.	Einsatzmaßnahmen	40
12.	Anhang	53

Genehmigt in der 337. Präsidialsitzung

Freigegeben am 15.03.2019
Stand: 03.12.2024

Info E-20
Version 5.0

Hinweis:

Wir weisen darauf hin, dass Richtlinien des Österreichischen Bundesfeuerwehrverbandes einer regelmäßigen Aktualisierung unterliegen. Vergewissern Sie sich daher im Online Shop (https://shop.feuerwehr.at), ob es eine aktuellere Version der vorliegenden Richtlinie gibt. Für Feuerwehren und Funktionäre des ÖBFV stehen alle ÖBFV Richtlinien in der aktuellen Version kostenlos auf SharePoint (https://oebfv.sharepoint.com) zum Download zur Verfügung.

Medieninhaber & Herausgeber:	Österreichischer Bundesfeuerwehrverband Voitgasse 4, 1220 Wien Telefon: +43 (0) 1 545 82 30 Fax: DW 13 E-Mail: office@feuerwehr.or.at
Erarbeitet durch:	Sachgebiet 5.1 – Brand- & technischer Einsatz Sachgebiet 4.6 – Gefährliche Stoffe

Copyrighthinweis:	© ÖBFV 2026, Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Vervielfältigung nur für den feuerwehrdienstlichen Betrieb zulässig. Veröffentlichungen und gewerbliche Nutzung nur mit schriftlicher Genehmigung des Medieninhabers zulässig.

Inhalt

1. Präambel 5

2. Allgemeines 5

3. Hybrid- und Elektroantrieb 6

3.1 Hybridantrieb 6

3.2 Elektroantrieb 9

3.3 Sicherheitseinrichtungen (> 60 V DC) 12

4. Wasserstoff (Brennstoffzelle) 15

4.1 Funktion 15

4.2 Erkennen 16

4.3 Gefahren 17

4.4 Sicherheitseinrichtungen 18

5. Erdgas 19

5.1 Compressed Natural Gas (CNG) 19

5.2 Liquefied Natural Gas (LNG) 24

6. Flüssiggas 27

6.1 Funktion 27

6.2 Erkennen 28

6.3 Gefahren 28

6.4 Sicherheitseinrichtungen am Multiventil 29

7. Bioethanol 31

7.1 Funktion 31

7.2 Erkennen 31

7.3 Gefahren 31

8. Künstliche Treibstoffe 32

8.1 Produkte 32

8.2 Funktion 32

8.3 Erkennen 32

8.4 Gefahren 32

9. Ad Blue® 33

9.1 Funktion 33

9.2 Erkennen 33
9.3 Gefahren 33

10. Tank- und Ladestellen 34

10.1 E-Ladestation 34
10.2 Erdgas Tankstelle – gasförmig (CNG) 36
10.3 Erdgas Tankstelle- flüssig (LNG) 37
10.4 Flüssiggas Tankstelle 38
10.5 Wasserstoff Tankstelle 39

11. Einsatzmaßnahmen 40

11.1 ERKUNDUNG 40
11.2 G A M S – Regel 40
11.3 A U T O – Regel 41
11.4 Informationsbeschaffung 42
11.5 Einsatzmaßnahmen Brand 44
11.6 Einsatzmaßnahmen Verkehrsunfall 48
11.7 Einsatzmaßnahmen Tank- Ladesäulen 51
11.8 Einsatzmaßnahmen Bergung 51
11.9 Einsatzmaßnahmen Fahrzeug im Wasser 52
11.10 Erste Hilfe bei Einwirkung von Gas oder Treibstoffen 52

12. Anhang 53

12.1 Kennzeichnung nach ÖNORM EN 16942 53
12.2 Kennzeichnung nach ISO 17840 54
12.3 Stoffspezifikation Erdgas CNG & LNG 56
12.4 Stoffspezifikation Flüssiggas 57
12.5 Stoffspezifikation Wasserstoff 58
12.6 Stoffspezifikation Methanol 59

1. Präambel

Diese Unterlage wurde in den Sachgebieten 4.6 Schadstoffe und 5.1 Brand- und technischer Einsatz des ÖBFV gemeinsam erarbeitet.

Ziel dieser Information ist es, Entscheidungshilfen für die Einsatzdurchführung zu geben. Die Information hat aber keinen Normcharakter, der Einsatzleiter kann daher entsprechend seiner Lagefeststellung und Lagebeurteilung bei der Bekämpfung der Gefahr auch eine andere Vorgangsweise wählen.

2. Allgemeines

Aufgrund der zunehmenden Verknappung fossiler Rohstoffe und zunehmenden Umweltbewusstsein, setzt die Industrie vermehrt auf alternative Antriebe und Treibstoffe, gefördert von der Politik steigt deren Verbreitung stetig an.

Dies können brennbare Gase, Flüssigkeiten verwendet in Antrieben aus Verbrennungs- und Elektromotoren sowie viele weitere Kombinationen mehr sein.

Die Neuerungen betreffen nicht nur die Art des Treibstoffes und des Antriebes, sondern oft auch die Lagerung (fest, flüssig, gasförmig, tiefkalt, sehr hohe Drücke etc.).

Die Erkennbarkeit der verschiedenen Systeme ist eine der Herausforderungen. Derzeit gibt es weder durchgängig vorgeschriebene Kennzeichnungen, noch einheitliche Absperr- und Notmaßnahmen für die verschiedenen Antriebssysteme.

Im Besonderen ist der stark wachsende Markt der Elektrofahrzeuge und Nutzung der Hochvoltbatterien in vielen Bereichen eine zunehmende Herausforderung für uns.

Bezeichnung	Energieträger/ Quelle	Speicherung	Antrieb
Gase	Flüssiggas Propan/ Butan	flüssig	Verbrennungsmotor
	Erdgas CNG, LNG	CNG - gasförmig, (LNG - tiefkalt verflüssigt)	Verbrennungsmotor
	Wasserstoff	gasförmig, flüssig, fest als Hydrid gespeichert, gelöst	Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle mit Elektroantrieb
Flüssigkeiten	Methanol	flüssig	Verbrennungsmotor, Elektroantrieb
	„Synfuel“® Gas to liquid	flüssig	Verbrennungsmotor
	„Sunfuel“® Biomass to liquid	flüssig	Verbrennungsmotor
	Bioethanol E85/ E 100	flüssig	Verbrennungsmotor

3. Hybrid- und Elektroantrieb

3.1 Hybridantrieb

3.1.1 Funktion

Fahrzeuge mit einem sogenannten Hybridantrieb verfügen entweder über einen herkömmlichen Otto-Kraftstoff- oder Dieselmotor. Des Weiteren ist an den Verbrennungsmotor ein Elektromotor gekoppelt, welcher ebenfalls auf den Antriebstrang wirkt. Für den verbrennungsmotorischen Betrieb verfügt das Fahrzeug über einen Kraftstofftank normaler Bauart. Für den elektrischen Antrieb, welcher sich zu- bzw. wegschaltet, verfügt das Fahrzeug über eine Hochvoltbatterie. Die Spannung der Gleichstrombatterie liegt zwischen 45 und 800 V Gleichspannung. Verbaut ist die Batterie im Bereich der Bodenplatte, Rückbank, Kofferraum wobei dies aufgrund der oftmals geringeren Größe im Vergleich zu rein elektrisch angetrieben Fahrzeugen sehr unterschiedlich sein kann. (Front, Heck, …)

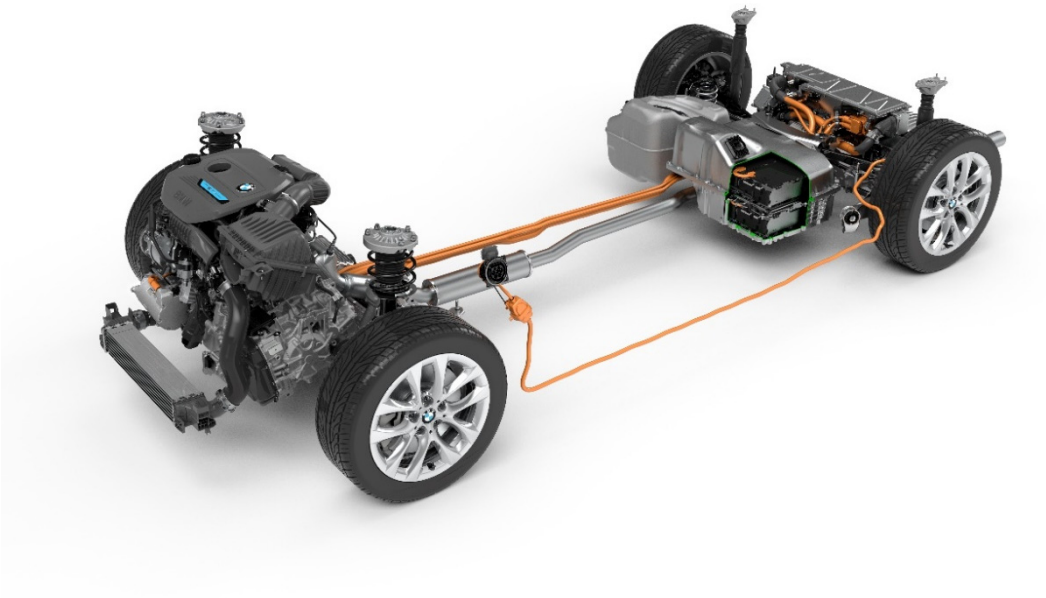


Abbildung 1: Antriebssystem Hybridfahrzeug (BMW AG)

<u>Hochvolt - Definition</u>

Ein Hochvoltsystem, oder Hochvolt (kurz HV), ist ein Begriff aus der Fahrzeugtechnik für Systeme, die mit Wechselspannungen über 30 V bis 1 kV oder mit Gleichspannungen über 60 V bis 1,5 kV betrieben werden. Der Begriff „Hochvolt“ darf nicht mit Hochspannung verwechselt werden. Da in den E- bzw. Hybridfahrzeugen zwei unterschiedliche Batteriesysteme verbaut sind – nämlich Batterien für das Bordnetz mit den gewohnten Spannungen im Bereich von 12 V bis 48 V und Batterien für den Antrieb – hat man zur Unterscheidung den Begriff „Hochvolt-System“ eingeführt. Elektrotechnisch handelt es sich auch beim „Hochvolt-System“ um eine Niederspannungsanlage.

48 V Bordnetz (Textquelle: Querum.de)

Der Einsatz eines 48 V-Systems ersetzt das bisher bekannte 12 V-Bordnetz nicht, sondern ergänzt dieses. Viele etablierte Komponenten im Fahrzeug können ausschließlich mit 12 V betrieben werden, was einen kompletten Umstieg auf höhere Spannungen unnötig teuer machen würde. Die Integration von einem 48 V Bordnetz kann durch zwei verschiedene Konzepte erreicht werden:

Insellösung

Kommt es durch den Einsatz von Wankstabilisierung oder elektrischen Turboladern zu kurzzeitigem hohem Leistungsbedarf, kann dieser vom 12 V-Netz nicht mehr gedeckt werden. Daher werden 48 V-Lithiumionen-Batterien oder Kondensatoren mittels eines unidirektionalen DC/DC-Wandlers aus dem 12 V-Netz versorgt.

Kombiniertes Netz

Im Gegensatz zur oben beschriebenen Insellösung erfolgt der Energietransfer hier umgekehrt. Ein uni- oder bidirektionaler DC/DC-Wandler versorgt die 12 V-Seite aus+ dem 48 V-Netz. Dieses ist mit dem Starter-Generator, einer geregelten elektrischen Maschine verbunden, und startet den Motor. Bei laufendem Verbrenner versorgt die elektrische Maschine das 48 V Bordnetz.

Bei 48 Voltsystemen kommt es zu keinen gefährlichen Berührungsspannungen, der Hautwiderstand reicht aus, gefährliche Stromstärken zu verhindern. Da aber das 12 V und 48 V System die gleiche Masseführung auf der Karosserie haben, besteht die Gefahr einer Lichtbogenbildung, wenn irrtümlich orange 48 V Kabel durchtrennt werden und einen Masseschluss bekommen.

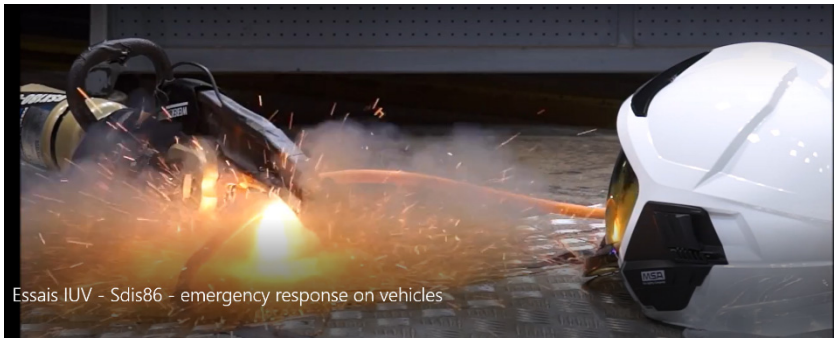


Abbildung 2: Lichtbogen beim Trennen einer 48 Volt Leitung (Sapeurs-pompiers de la Vienne, ÖBFV Film Gefahrenlehre)

3.1.2 Erkennen

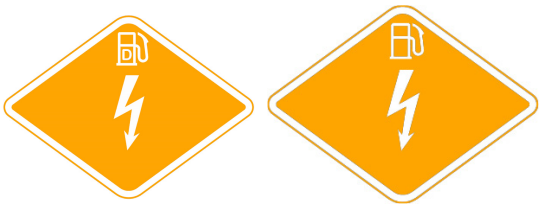


Abbildung 3: Piktogramme mit Kennzeichnung nach ISO 17840 von Hybridantrieben mit „Elektro+Diesel“ (links) und „Elektro+Benzin“ (rechts)

Hybridfahrzeuge (HEV) sind nur schwer als solche zu identifizieren, da bei einer Sichtung von außen lediglich die Typenbezeichnung selbst den Hinweis auf ein Hybridfahrzeug gibt. Im Bereich der Hochvoltbauteile, müssen jedoch alle Kabel in der Signalfarbe Orange ausgeführt sein. Des Weiteren kann es durchaus sein, dass zum „konventionellen“ Tankdeckel eine zusätzliche Ladesteckdose vorhanden ist. Somit kann das Fahrzeug auch an externen Ladestationen geladen werden. In diesem Fall spricht man dann von einem Plugin Hybridfahrzeug (PHEV).

Abbildung 5: Lademöglichkeit hinter Tankdeckel (BMW AG)

Abbildung 4: Beispiel einer Bezeichnung für Elektrofahrzeuge (BMW AG)

Abbildung 6: Aufbau eines Hochvoltkabels (Hubert Springer, ÖBFV)

Aus oben genannten Gründen sollte man sich zur schnellen und eindeutigen Identifizierung der KFZ-Kennzeichenabfrage bedienen, siehe Kapitel 11.4.1.

3.1.3 Gefahren

Hybridfahrzeuge sind im betriebsbereiten Zustand lautlos und können sich ungewollt in Bewegung setzen bzw. wegrollen. Bei zerstörten bzw. beschädigten Hochvoltbatterien bestehen Gefährdungen durch Stromschlag, Verbrennung durch einen Lichtbogen sowie Verätzungen durch die Elektrolytflüssigkeit (je nach Bauart Säure oder Lauge). Bei starken Verformungen von Hochvoltbatterien muss mit einer zeitnahen exothermen Reaktion gerechnet werden. Beim Brand von Hochvoltbatterien werden stark gesundheitsschädigende Gase freigesetzt, daher ist umluftunabhängiger Atemschutz notwendig.

3.2 Elektroantrieb

3.2.1 Funktion

Elektrofahrzeuge (EV bzw. BEV) verfügen über einen oder einen geteilten Hochvoltspeicher (Batterie) Die Spannungen liegen zwischen 60 und 800 V Gleichspannung im Bereich der Batterie und bis zu 800 V Wechselspannung im Bereich der Antriebsmotoren. Wie beim Hybridfahrzeug müssen die Hochvoltkabel orangefarben sein. Elektrofahrzeuge müssen an externen Ladestationen geladen werden. Die Größe der Hochvoltbatterie ist typenabhängig und geht im PKW-Bereich aktuell bereits über 100 kWh und bei Busse und LKW auf 600 kWh und mehr. Die Hochvoltbatterie ist bei PKW in der Regel im Bereich der Bodenplatte bzw. Mitteltunnel, generell geschützt, verbaut. LKW und Busse haben die Batterien meist links und rechts vom Rahmen verbaut, Stadtbusse meist im Bereich des Daches.

Die Betriebstemperatur im Bereich der Hochvoltbatterie liegt zwischen 30 und 50 °C. Für die optimale Betriebstemperatur sorgt ein intelligentes Heiz- und Kühlungssystem. (Luft, Wasser bzw. Öl-Kühlung mit teilweise intensiver Farbgebung). Nur wenige Hochvoltbatterien arbeiten mit höheren Temperaturen (Zebrabatterien bis zu 300 °C).

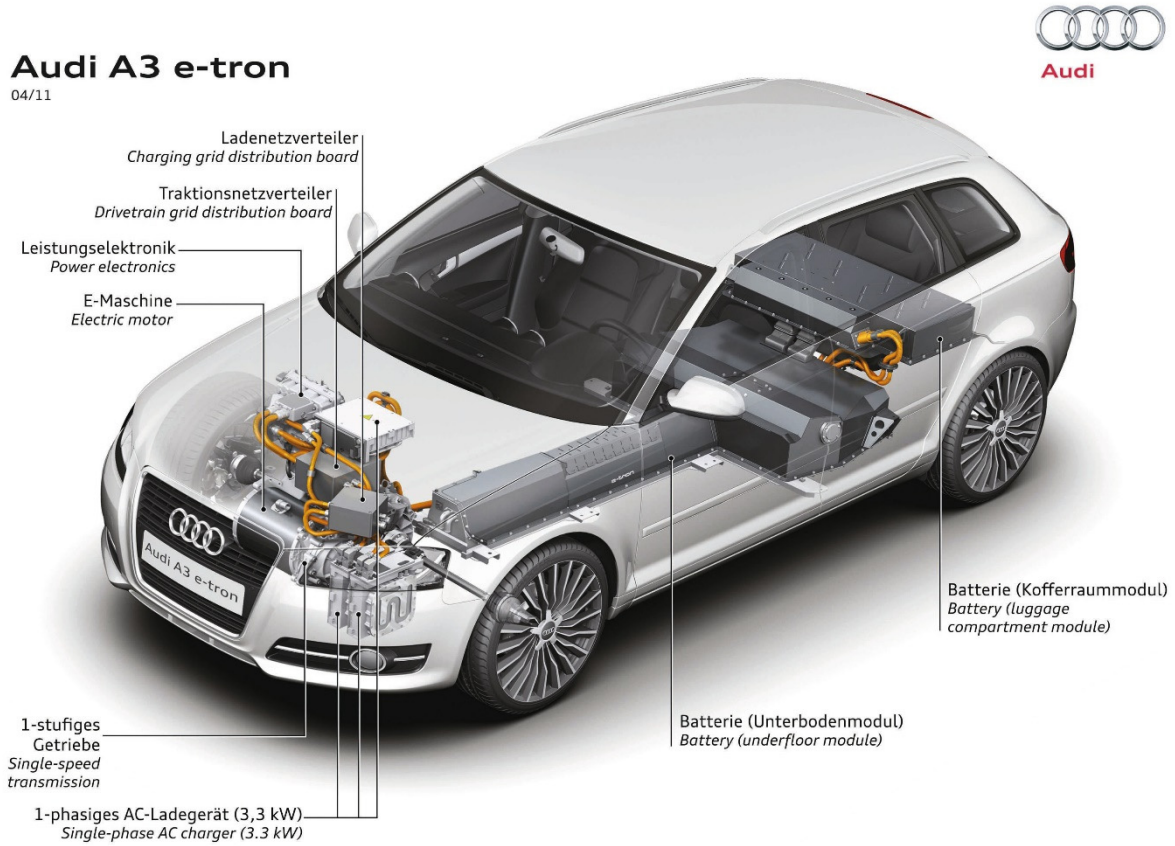


Abbildung 7:Komponenten eines Elektrofahrzeuges (Audi AG)

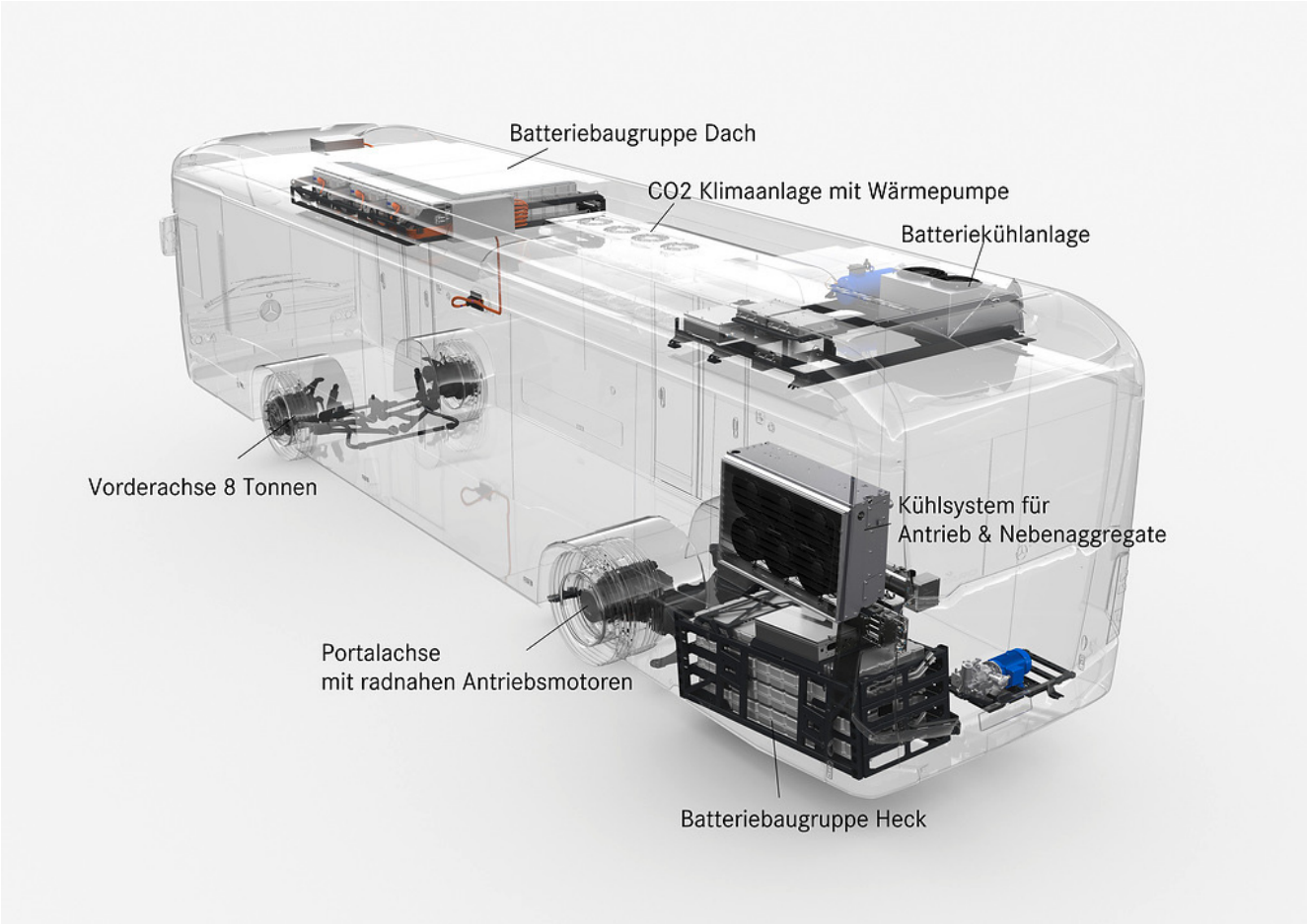


Abbildung 8: Komponenten Bus eCitaro (Mercedes-Benz Buses)

3.2.2 Erkennen

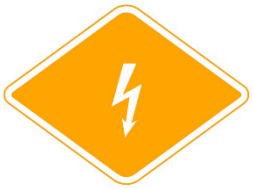


Abbildung 9: Piktogramm mit Kennzeichnung von Elektroantrieben nach ISO 17840

Elektrofahrzeuge verfügen in der Regel über keine Abgasanlage. Es gibt wenige Modelle mit sogenannten „Range Extender“. Das sind kleine Verbrennungsmotoren, welche einen Generator zur Stromerzeugung antreiben und somit für größere Reichweiten sorgen. Diese Motoren sind aber nicht an den Antriebsstrang gekoppelt.

Oftmals können die Fahrzeuge aufgrund ihrer Typenbezeichnung oder durch Werbungen identifiziert werden. Ein mögliches Erkennungsmerkmal für ein Elektrofahrzeug ist das in Österreich eingeführte KFZ-Kennzeichen mit grüner Schrift. Diese Kennzeichnung ist jedoch nicht durchgängig, da vor 04/2017 nicht verfügbar und bei Wechselkennzeichen auch nicht möglich. Hierbei handelt es sich aber nur um eine nationale Lösung. In der Bundesrepublik Deutschland verfügen Elektrofahrzeuge über den letzten Buchstaben „E“ am Kennzeichen als Identifizierung. Bei der Kontrolle des Tankdeckels kann man eine Ladeanschlussmöglichkeit finden. Bei Solarfahrzeugen wird die elektrische Energie über Photozellen erzeugt.

Abbildung 10: Beispiel Kennzeichen mit grüner Schrift (Wolfgang Niederauer, ÖBFV)

Abbildung 11: Lademöglichkeit hinter Tankdeckel (Volkswagen AG)

Aus oben genannten Gründen sollte man sich zur schnellen und eindeutigen Identifizierung der KFZ-Kennzeichenabfrage bedienen, siehe Kapitel 11.4.1.

3.2.3 Gefahren

Die Gefahren bei Elektrofahrzeugen sind de facto die gleichen wie beim Hybridfahrzeug: Nahezu geräuschlose Betriebsbereitschaft, die Gefahr von elektrischem Strom bei stark beschädigten bzw. zerstörten Hochvoltbatterien sowie Verätzungen durch spezielle Batterieflüssigkeiten (Laugen oder Säuren) und Kühlmitteln. Bei starken Verformungen von Hochvoltbatterien muss mit einer zeitnahen exothermen Reaktion gerechnet werden. Im Brandfall werden beim Brand von Hochvoltbatterien giftige Stoffe freigesetzt. Den Feuerwehren wird das Mitführen eines störlichtgeprüften, elektrisch isolierenden Schutzhandschuh nach EN IEC 60903 Klasse 0 bis 1.000 Volt und EN 61482-1-2 und einer isolierenden Abdeckmatte nach EN IEC 61112 (eventuell mit Halteklammern) empfohlen.

Im Brandfall sind grundsätzlich zwei verschiedene Bauarten von Relevanz, die Lithium-Ionen-Batterie und neuerdings auch die Feststoffbatterie (solid state), welche einen festen Elektrolyten hat und Lithium an der Anode enthält – Hinweise zur Brandbekämpfung siehe Kapitel 0

Bei Bussen sind die Energiespeicher teilweise am Dach verbaut und führen daher zu einer Erhöhung des Schwerpunkts, dies ist vor allem bei Schräglagen oder Bergevorgängen zu beachten.

Beim Schneiden von Säulen von Bussen ist zu beachten, dass Hochvoltleitungen vom Dach zu den Antriebskomponenten am Fahrwerk führen können. Eine Deaktivierung des Hochvoltsystems muss manuell z.B. mittels Not-Aus-Taster durchgeführt werden.

3.3 Sicherheitseinrichtungen (> 60 V DC)

3.3.1 Galvanische Trennung

Die galvanische Trennung bedeutet, dass weder der Plus- noch der Minuspol des Hochvoltsystems eine leitende Verbindung zur Fahrzeugkarosserie bzw. zur Erde haben. Somit kann es bei der Berührung der Karosserie zu keinem Stromschlag kommen.

3.3.2 Berührungsschutz

Alle Hochvoltkomponenten (Kabel, Stecker, Elektromotor, ...) sind gegen direktes und indirektes Berühren geschützt (isoliert) und dieser Berührungsschutz wird auf dessen Funktion überwacht. Eine Beschädigung führt zur Abschaltung der beiden Hauptrelais in der Hochvolt-Batterie (HV-Batterie).

3.3.3 Automatische Deaktivierung (Trennrelais/Pyrofuse)

Die Deaktivierung der Hochvoltkomponenten erfolgt bei einer Unfallerkennung durch das Fahrzeug selbst. D.h. sobald ein Airbag ausgelöst hat, wird auch das Hochvoltsystem deaktiviert. Dies erfolgt entweder durch Trennrelais, welche in der HV-Batterie für den Plus- und Minuspol vorhanden sind, oder durch pyrotechnische Batterie-Trennsysteme, sogenannte Pyrofuses. Bei diesem System treibt ein pyrotechnischer Treibsatz einen Keil durch die Hochvoltleitung zwischen Batterieeinheit und Leistungselektronik und trennt damit die Verbindung.

! Sollte ein Relaiskontakt "kleben bleiben", ist der Stromkreis durch das Öffnen des Relais vom anderen Pol nicht geschlossen. Erst der Doppelfehler mit beiden kleben gebliebenen Relais würde die Abschaltung des HV-Systems verhindern.

<u>Ausnahme:</u>
Elektrobusse und LKW verfügen im Normalfall über keine automatische Abschaltung, es gibt jedoch Notabschaltemöglichkeiten zum Beispiel im Bereich des Ladeanschlusses bzw. Motorraumes und/oder des Fahrerplatzes. Nach deren Betätigung kann es mehrere Minuten dauern, bis das Hochvoltsystem wirklich spannungsfrei ist.

Abbildung 12: Not-Aus bei Ladebuchse (MAN)

3.3.4 Manuelle Deaktivierung (Hochvolt-Trennstellen, Service-/Notfalltrennschalter)

Zur manuellen Deaktivierung des Hochvoltsystems gibt es je nach Hersteller unterschiedliche Ansätze. Einer davon beruht auf der Unterbrechung der Stromversorgung für die 12 V Hauptrelais in der Batterie. Dies kann durch einen zu durchtrennenden Kabelbügel der Versorgungsleitung, das Öffnen eines Service-/Notfalltrennschalters, das Ziehen einer Sicherung bzw. Entfernen eines Relais, usw. laut Deaktivierungsanleitung des Herstellers passieren.
Auch das Abschalten der Zündung führt, wenngleich auch bei manchen Herstellern mit Zeitverzögerung, schlussendlich zum Öffnen der Hauptrelais in der Batterie.

Ausnahme:
Befindet sich ein Fahrzeug an der Ladestation – hier sollte man versuchen die Ladeleitung vom Fahrzeug zu trennen!

Andere Hersteller wiederum geben die Nutzung ihre HV-Wartungsstecker (Service Disconnect) für Rettungskräfte im Notfall frei. Dieser Service Disconnect öffnet eine Verbindungsleitung zwischen zwei Zellmodulen der Batterie und unterbricht somit den Stromkreis in der Batterie selbst. Zum Ziehen des „Service Disconnect“ wird das Tragen von Hochvolt-Schutzhandschuhe und die Verwendung des Gesichtsschutzvisiers empfohlen, da es bei fehlendem HV-Interlock-System (siehe Kapitel 3.3.5) zu einer Gefährdung durch Lichtbogen kommen könnte.

Bei stark beschädigter Batterie mit offenem Gehäuse ist zu bedenken, dass innerhalb der Batterie weiterhin die Gefahr eines Stromschlags besteht.

3.3.5 Hochvolt-Interlock-System (Sicherheitslinie/Pilotlinie)

Dieses oftmals verbaute System ist eine 12 V Begleitlinie zu den Hochvoltkabeln und versorgt die Hauptrelais an der HV-Batterie mit Steuerspannung. Wird z.B. der sogenannte „Service Disconnect“ oder „Wartungsstecker“ gezogen, sorgen die mechanischen Abläufe dafür, dass zuerst die 12 Volt im HV-Interlock-System unterbrochen werden und daher beim Trennen der HV-Verbindung ein Lichtbogen verhindert wird, da die Hauptrelais bereits geöffnet haben. Für die Unterbrechung der 12 V Linie ist bei manchen Systemen Handwerkzeug erforderlich.

Abbildung 14: Service Disconnect – Wartungsstecker (Winterschulung 2017/18, SFS Würzburg)

Abbildung 13: HV Trennstelle für Einsatzkräfte (Wolfgang Niederauer, ÖBFV)

3.3.6 Entladeschaltungen

Mit der Auslösung der Hochvoltdeaktivierung werden auch Entladevorgänge eingeleitet, sodass das Leitungssystem spannungsfrei ist. Das Trennen des Energiespeichers (Hochvoltbatterie) vom Fahrzeug heißt nicht, dass das System sofort spannungsfrei ist. Herstellerbedingt kann bei älteren Systemen trotz Trennung für eine längere Zeitspanne Spannung im Hochvoltsystem anliegen.

Wichtig – Der Energieträger (Hochvoltbatterie) wird bei einer Abschaltung des HV-Systems nicht entladen. Dieser ist daher auch im „abgeschalteten“, „stromlosen“ oder „deaktivierten“ Zustand des HV-Systems spannungsführend (Spannung bis zu 800 V). Auch als „leer“ bezeichnete Hochvoltbatterien führen noch immer bis zu 160 V Spannung.

3.3.7 Warnhinweise

Bedeutend für die Einsatzkräfte sind die Kennzeichnungen der orangefarbigen Hochvoltkabel. Sie sind das Indiz dafür, dass es sich um Hochvoltkomponenten handelt. Des Weiteren werden auch Gefahrenzeichen für elektrischen Strom in Form von Aufklebern, Fähnchen oder Karten angebracht.

Abbildung 15: Warnzeichen für Gefahr durch Hochvolt

3.3.8 Detektion- und Alarmfunktion

Im Bereich von Elektrobussen und LKWs gibt es Hersteller, welche einen durch das Batteriemanagementsystem detektierten thermischen Vorfall in der Batterie dem Fahrer und dem Flottenmanagement melden. Ist der Bus beim Ladevorgang im Depot abgestellt, macht er sich mit Ton- und Lichtsignalen erkenntlich, damit alarmierte Einsatzkräfte diesen rasch identifizieren können.

4. Wasserstoff (Brennstoffzelle)

4.1 Funktion

Durch die chemische Reaktion von Wasserstoffgas mit Luftsauerstoff wird elektrische Energie gewonnen. Mit dieser elektrischen Energie wird eine Hochvoltbatterie versorgt, welche ähnlich wie beim reinen elektrischen Antrieb den Antrieb mit Strom versorgt. Das besondere an Fahrzeugen mit Brennstoffzelle (FCEV) ist die Lagerung des benötigten Wasserstoffs. Wasserstoff wird unter sehr hohen Drücken (350-700 bar) gespeichert und ist ein sehr flüchtiges Medium. Dementsprechend hoch sind die Anforderungen an die unter Umständen mehreren Behältern (Gasflaschen) im Fahrzeug. Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren, welche mit Wasserstoff angetrieben werden, sind derzeit nur als Prototypen unterwegs.

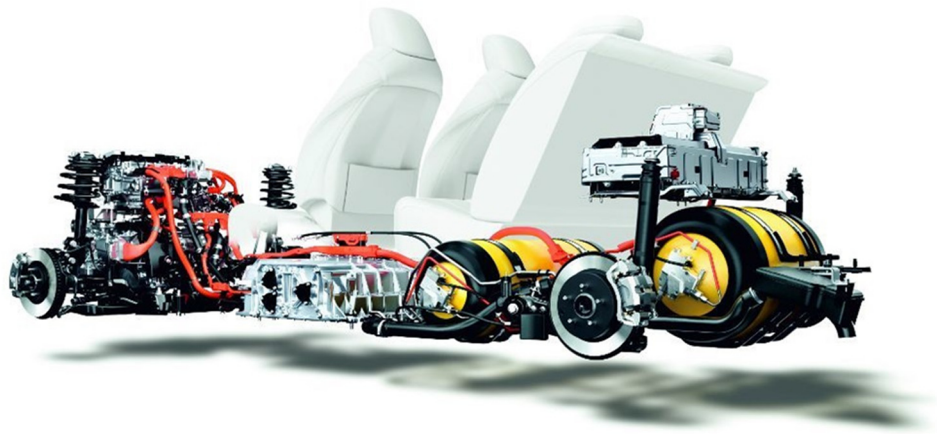


Abbildung 16:Darstellung eines Wasserstoff- / Brennstoffzellenantriebs (Toyota)

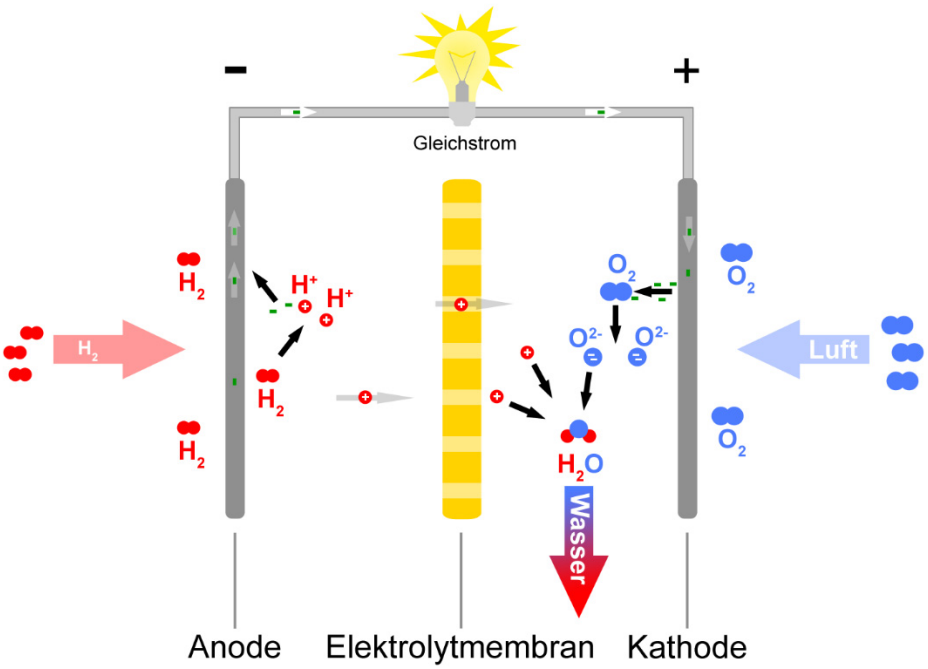


Abbildung 17: Schematische Darstellung des Funktionsprinzips einer Brennstoffzelle (Christoph Lingg, wikipedia.de)

4.2 Erkennen

Abbildung 18: Piktogramm mit Kennzeichnung eines „Wasserstoffantriebs mit Brennstoffzelle“ nach ISO 17840

Ähnlich wie beim Hybridfahrzeug ist die Erkennung von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen nur schwer eindeutig möglich. Lediglich Typenbezeichnungen können hier ohne nähere Erkundung Aufschluss geben. Die Befülleinrichtung für die Wasserstofftanks befindet sich in der Regel hinter dem Tankdeckel. Sofern der Motorraum erkundet werden kann, können Abdeckungen mit Aufschriften (FC, Fuel-Cell, …) Aufschluss über ein Fahrzeug mit Brennstoffzelle geben. Mittlerweile kommt diese Antriebsart auch bei LKW und Bussen zur Anwendung. Die grundsätzlichen Eigenschaften und Besonderheiten von *Wasserstoff* sind der ÖBFV I E 08 zu entnehmen. In der hier vorliegenden Info werden vor allem die speziellen Verwendungen als Antriebstoff angeführt.

Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb sind in Österreich ebenso wie Elektrofahrzeuge mit grüner Schrift am Kennzeichen ausgestattet. Da hierüber keine Aussage über die Antriebsart getroffen werden kann (Aussage ist nur emissionsfrei) sollte man sich zur schnellen und eindeutigen Identifizierung der KFZ-Kennzeichenabfrage bedienen, siehe Kapitel 11.4.1

Abbildung 20: Betankungssystem Wasserstoff (Audi AG)

Abbildung 19: Kennzeichnung Wasserstoff Bus Wiener Linien (BF Wien)

Abbildung 21: Motorraum eines Fahrzeuges mit Brennstoffzelle (Hyundai)

4.3 Gefahren

Die Hauptgefahr bei Fahrzeugen mit Brennstoffzellen ist das Medium Wasserstoff. Wasserstoff ist sehr leicht brennbar, unter hohem Druck gespeichert, geruchlos und brennt mit farbloser Flamme. Diese ist bei Tageslicht kaum sichtbar und oft nur durch die Wärmestrahlung „wahrnehmbar“. Bereits energiearme Funken wie z.B. bei elektrostatischer Aufladung können zur Zündung führen. Der unter Druck ausströmende Wasserstoff neigt zur Selbstentzündung.

Wegen der schweren Erkennbarkeit einer Wasserstoffflamme ist es wichtig, die Wasserstoff-Austrittsstelle zu lokalisieren und auf Brand zu prüfen

Abbildung 22: Ausgelöste Sicherheitseinrichtung bei einem brennenden Wasserstofffahrzeug (Sapeurs-pompiers de la Vienne)

Besentest:
Mit dem Stiel wird die Borstenseite eines Besens in die Nähe vermutlicher Wasserstoff-Austrittsstellen gehalten. Durch das Entflammen der Besenborsten bei Brand, wird eine unsichtbare Wasserstoffverbrennung erkennbar.

4.4 Sicherheitseinrichtungen

Um einen Überdruck in den Behältern zu verhindern, verfügen diese Fahrzeuge über eine Temperatursicherung, welche bei höheren Temperaturen das Gas ins Freie abbläst.

Handelt es sich um Wasserstofftanks, welche tiefkalt, verflüssigten Wasserstoff speichern, verfügen diese über eine zusätzliche Überdrucksicherung. Wird bei diesen Tanks die Isolierung beschädigt und kommt es dadurch zu einer Erwärmung des Wasserstoffes, öffnen bei Überschreiten eines gewissen Innendruckes (~5 bar) *die Sicherheitsventile* und der Wasserstoff strömt ab (kann über Dach oder Fahrzeugboden erfolgen). Beim Hantieren im Bereich der Behälter ist darauf besonderes Augenmerk zu legen. Der Wasserstoff muss nicht unbedingt sofort zünden, dadurch besteht die Gefahr durch zündfähige Gas-Luft-Gemische. Verfügt das Fahrzeug über ein Hochvoltsystem, ist dieses wie bei Elektrofahrzeugen gesichert.

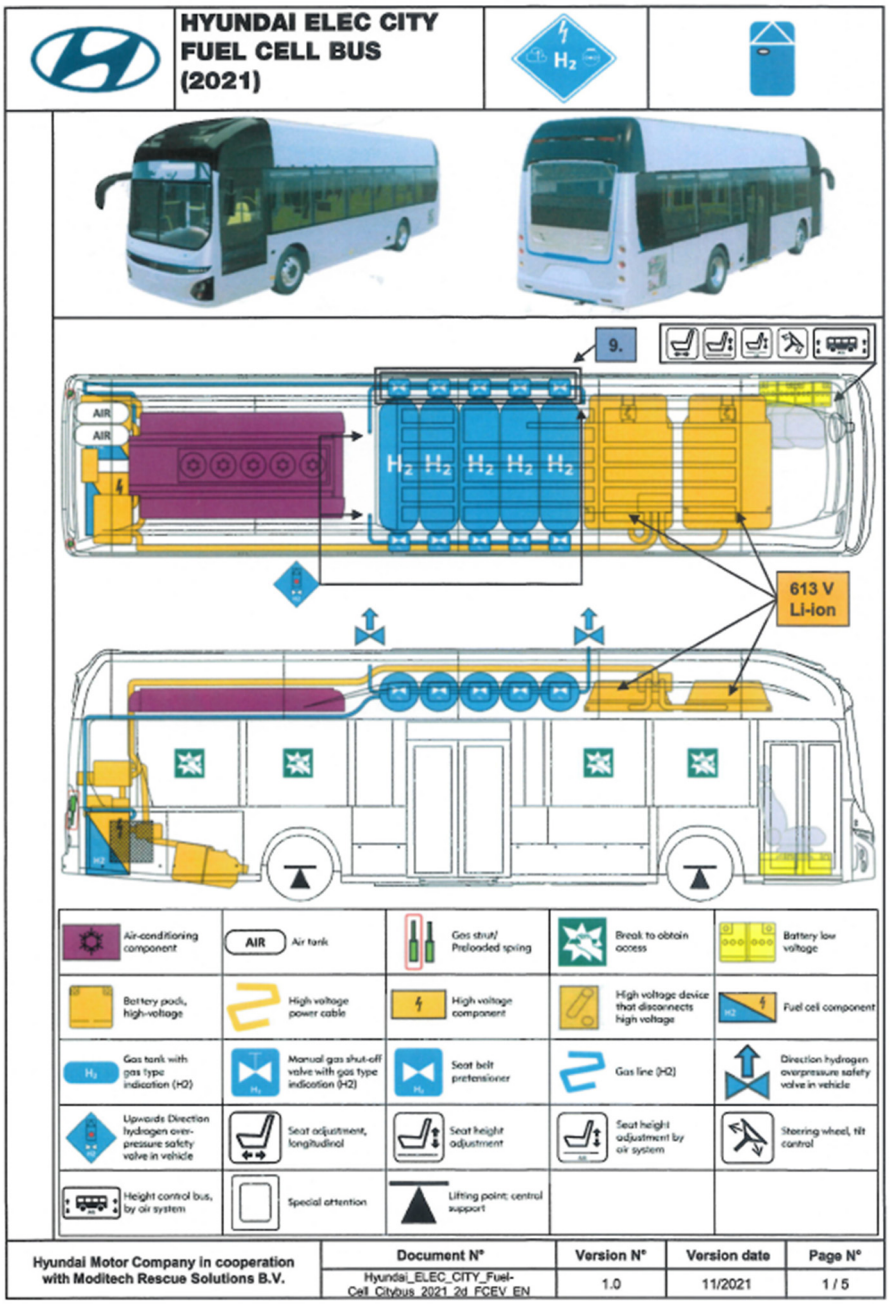


Abbildung 23: Rettungsdatenblatt Hyundai Elec City (Hyundai)

5. Erdgas

5.1 Compressed Natural Gas (CNG)

5.1.1 Funktion

Mit Erdgas betriebene Fahrzeuge verfügen über einen herkömmlichen Verbrennungsmotor und können direkt ab Werk beschafft werden. Nachträgliche Umbauten sind daher eher selten. Das im gasförmigen Zustand befindliche Erdgas wird in einem oder mehreren Druckgasbehältern bei einem Speicherdruck von 200 bar gespeichert und über einen Druckregler auf 8 bar Betriebsdruck reduziert. Erdgasfahrzeuge werden als mono- (reiner Erdgasantrieb) sowie als bivalente (Erdgasantrieb in Kombination mit einem Benzinanatrieb) Ausführungen angeboten. Bei bivalenten Systemen verfügt das Fahrzeug über einen Kraftstoff- und einen Erdgastank und der Lenker kann über einen Schalter die Treibstoffart wählen. Auch Lkw und Busse können mit Erdgas angetrieben werden.

Abbildung 24: Antriebssystem Erdgasfahrzeug (Audi AG)

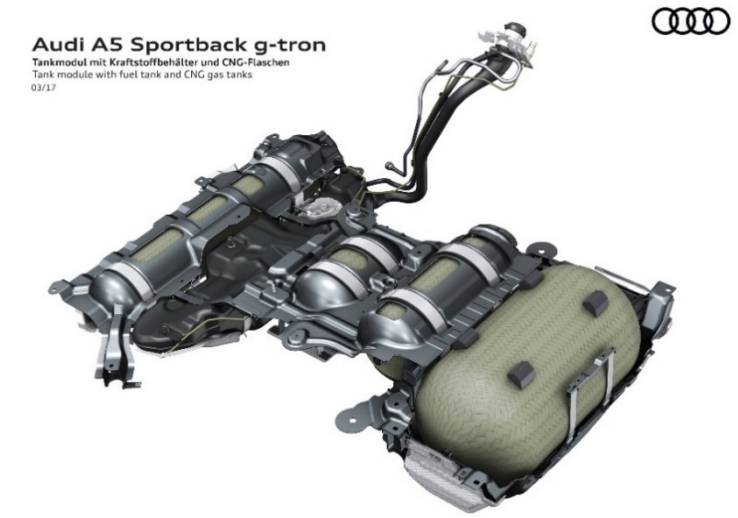


Abbildung 25: Erdgasanlage CNG – Fahrzeug (Audi AG)

5.1.2 Erkennen

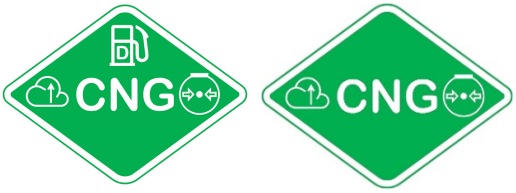


Abbildung 26: Piktogramme mit Kennzeichnung von „CNG+DIESEL“ (links) und „CNG“ (rechts) nach ISO 17840

Erkennbar sind Erdgasfahrzeuge durch die Kontrolle des Tankdeckels. In der Regel befindet sich dort der Gasfüllstutzen. Des Weiteren können auch Bezeichnungen oder Aufkleber auf den Antrieb hinweisen. CNG (Compressed Natural Gas) oder GNC (Gaz Naturel Comprimé). Die grundsätzlichen Eigenschaften und Besonderheiten von *Erdgas* sind der ÖBFV I E 07 zu entnehmen. In der hier vorliegenden Info werden vor allem die speziellen Verwendungen als Antriebstoff angeführt.

Abbildung 27: Anzeige CNG in der Instrumententafel (Audi AG)

Abbildung 28: Zusätzlicher Tankstutzen für Betankung von Erdgas (SFS Würzburg Winterschulung „Alternative Antriebe“)

Aus oben genannten Gründen sollte man sich zur schnellen und eindeutigen Identifizierung der KFZ-Kennzeichenabfrage bedienen, siehe Kapitel 11.4.1.

5.1.3 Gefahren

Die aus Stahl oder kohlefaserverstärktem Kunststoff hergestellten Gasflaschen sind geschützt verbaut. Sofern die Thermosicherung eines gasbetriebenen Fahrzeuges ausgelöst hat, besteht die Gefahr einer Stichflamme. Diese Stichflamme kann mehrere Meter betragen. Die Richtung der Stichflamme ist nicht genormt.

Je nach Füllungsgrad, Größe sowie Anzahl der Gastanks kann bei voller Befüllung mit folgenden Gasmengen gerechnet werden (für CNG):

PKW ca. 35 m^3 Erdgas entsprechen maximal 700 m^3 zündfähigem Gas-Luft-Gemisch

LKW ca.100 m^3 Erdgas entsprechen maximal 2.000 m^3 zündfähigem Gas-Luft-Gemisch

BUS ca. 230 m^3 Erdgas entsprechen maximal 4.600 m^3 zündfähigem Gas-Luft-Gemisch

5.1.4 Sicherheitseinrichtungen

Erdgasfahrzeuge verfügen über mehrere Sicherheitseinrichtungen

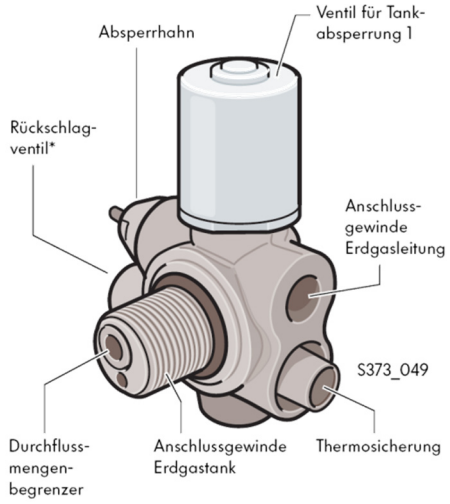


Abbildung 29: Sicherheitsventil für Erdgasfahrzeuge (Volkswagen AG)

Geruchsstoff im Erdgas

Grundsätzlich ist Erdgas (Methan) geruchlos. Um dieses Medium „riechbar“ zu machen, ist es mit einem künstlichen Geruchsstoff (Tetrahydrodiaphen) odoriert. Somit ist Erdgas schon in sehr kleinen Konzentrationen sehr stark durch Geruch wahrnehmbar.

Elektromagnetisches Absperrventil

Das elektromagnetische Absperrventil sorgt für einen sicheren Zustand im stromlosen Zustand. Erst mit aktivierter Zündung öffnet das Ventil die Gaszufuhr. Je nach Hersteller schließt das Ventil beim Abstellen, bei einer Airbagauslösung und im stromlosen Zustand (Batterie abklemmen, Zündung aus).

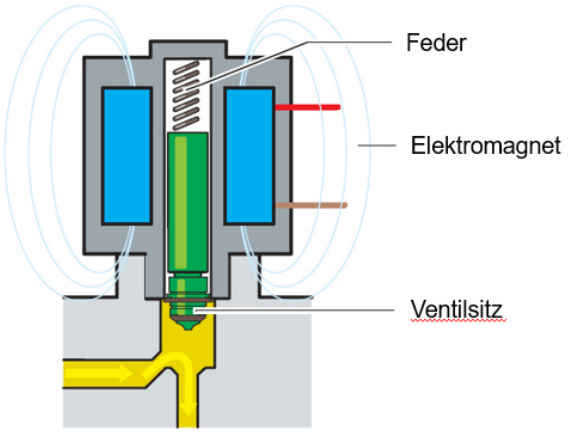


Abbildung 30: Funktionsprinzip eines elektromagnetischen Absperrventils im geöffneten Zustand (Volkswagen AG)

Thermosicherung

Als Thermosicherung kommen entweder eine so genannte Temperatur- oder eine Schmelzlotsicherung zur Anwendung. Bei ca. 110 °C wird die Temperatursicherung ausgelöst (ähnlich Sprinklerkopf). Bei der Schmelzlotsicherung kommt es zum Abschmelzen des Lots. Bei beiden Varianten wird ab diesem Zeitpunkt der Erdgastank gänzlich entleert.

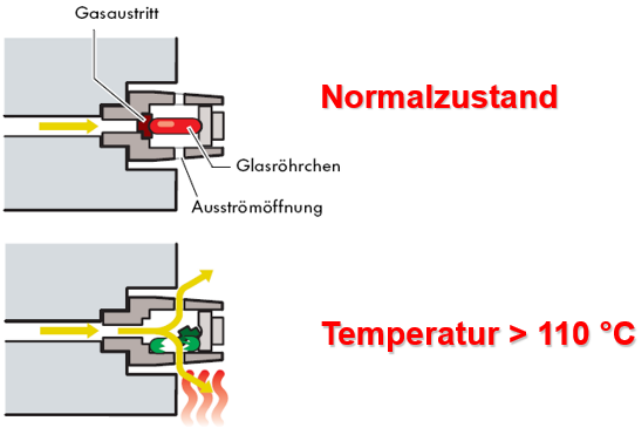


Abbildung 31: Funktionsprinzip der Thermosicherung (Volkswagen AG)

Durchflussmengenbegrenzer

Der Durchflussmengenbegrenzer verhindert, dass große Gasmengen innerhalb kürzester Zeit freigesetzt werden. Dies könnte beim Abriss einer Gasleitung der Fall sein, somit wird durch einen Dichtkegel nur mehr eine geringe ausströmende Menge an Erdgas freigegeben. Bei einem ausgelösten Durchflussmengenbegrenzer dauert die Entleerung des Gastanks mehrere Stunden.

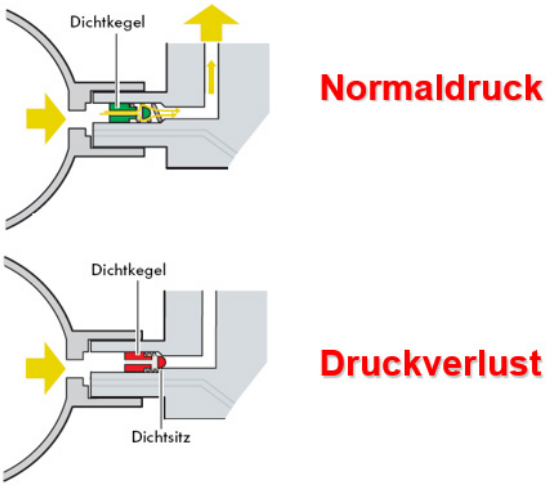


Abbildung 32: Funktionsprinzip des Durchflussmengenbegrenzers (Volkswagen AG)

Mechanisches Absperrventil

Unabhängig von sämtlichen Sicherheitseinrichtungen ist auch das manuelle Schließen des Gastanks möglich. Die Absperreinrichtungen befinden sich sehr häufig unmittelbar an den Flaschen und somit oftmals stark verbaut. Für das Schließen sind möglichweise spezielle Werkzeuge (siehe Bild) erforderlich und sollten daher bei der Feuerwehr mitgeführt werden.

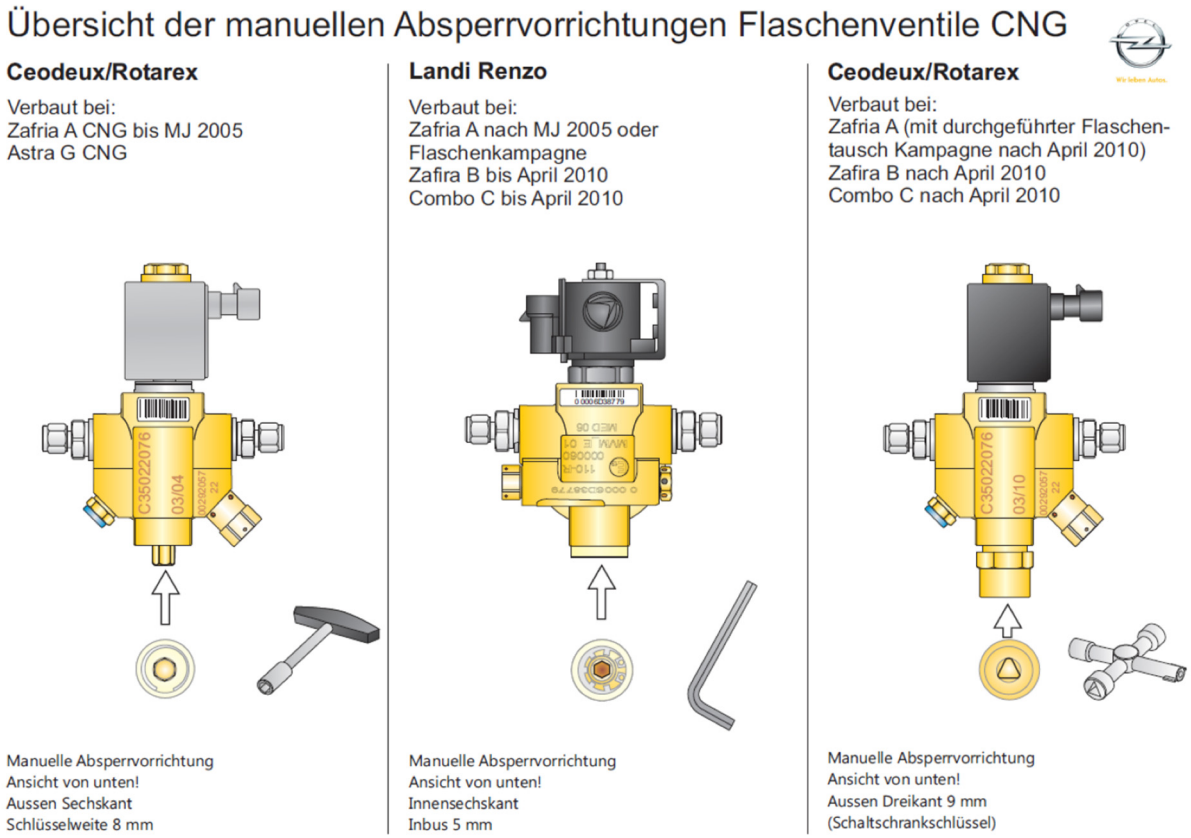


Abbildung 33: Beispiele für Absperrmöglichkeiten bei CNG Flaschenventile *(Opel AG)*

5.2 Liquefied Natural Gas (LNG)

5.2.1 Funktion

Eine Sonderform unter den Erdgasantrieben stellt der LNG (Liquefied Natural Gas) Antrieb dar. Bei diesem Antrieb wird das Erdgas in flüssiger Form im Tank gespeichert. Dies hat den Vorteil, dass verflüssigtes Erdgas nur 1/600 des ursprünglichen Gasvolumens an Platz einnimmt. Diese Antriebsart ist vor allem im Fernverkehr bzw. in der Schifffahrt zu finden. Das verflüssigte Gas wird in speziellen, isolierten Tanks (Kryogentanks) bei ca. -130 °C und einem Druck von bis zu 16 bar gespeichert. In weiterer Folge wird das Erdgas zur Verbrennung in den Dieselmotor im gasförmigen Zustand als Additiv zugeführt. Dieselmotoren für reine LNG Antriebe sind mit einer Zündeinrichtung konfiguriert, da sich das Erdgasluftgemisch nicht selbst entzündet.

Abbildung 34: LNG – Tank (isoliert) (Iveco)

5.2.2 Erkennen

Abbildung 35: Piktogramm mit Kennzeichnung von LNG Antrieb nach ISO 17840

Ein besonderes Merkmal sind die isolierten Tanks der Fahrzeuge, sowie die Kennzeichnungen LNG, oder Diesel/Methan Bezeichnungen. LNG betriebene Fahrzeuge ab 8 Personen für die Personenbeförderung bzw. mehr als einer höchstzulässigen Gesamtmasse von 5.000 kg müssen mit einer Tafel (siehe Abbildung 32) gekennzeichnet sein.

Abbildung 37: Beispiel einer Bezeichnung für LNG-Truck (Volvo)

Abbildung 36: Lkw mit LNG-Antrieb (Volvo)

Aus oben genannten Gründen sollte man sich zur schnellen und eindeutigen Identifizierung der KFZ-Kennzeichenabfrage bedienen, siehe Kapitel 11.4.1.

5.2.3 Gefahren

Im Gegensatz zu Erdgasantrieben mit gasförmigem Gas, ist das flüssige Erdgas nicht mit einem Geruchsstoff odoriert. Bei aktivierten Sicherheitseinrichtungen ist mit Stichflammen zu rechnen. Diese können mehrere Meter betragen. Sollte die Isolierschicht des Behälters beschädigt sein, entleert sich das System binnen Stunden aufgrund der Aufheizung durch die Umgebungstemperatur. Bei Lageveränderung des Fahrzeuges (gekippt bzw. umgefallen) besteht die Möglichkeit, dass flüssiges LNG über die Sicherheitseinrichtung ausläuft.

Abbildung 38: LNG Betankung (Volvo)

In Zukunft wird auch bei Binnenschiffen mit LNG zu rechnen sein. Einerseits als Antriebsstoff und andererseits als Gefahrguttransport mit bis zu mehreren tausend Kubikmeter, tiefkalt verflüssigtem Erdgas.

Im Bereich von LNG-Tankstellen ist zu beachten, dass nur kryogene Kälteschutzkleidung ausreichenden Schutz bietet.

5.2.4 Sicherheitseinrichtungen

LNG – Antriebe verfügen über ähnliche Sicherheitseinrichtungen wie CNG Fahrzeuge. Anstatt der Temperatursicherung gibt es 2 Überdruckventile (16 und 24 bar) die bei einem Überdruck öffnen und das Gas ins Freie ableiten.

Abbildung 39: LNG Tank (Volvo Trucks)

6. Flüssiggas

6.1 Funktion

Flüssiggasantriebe - auch als LPG (Liquefied Petroleum Gas) oder Autogas bezeichnet - sind in vielen Ländern stark vertreten. Über einen meist nachträglich eingebauten Gastank (Reserveradmulde, Unterboden) wird Flüssiggas gespeichert. In der Regel sind Flüssiggasfahrzeuge immer bivalente (Benzin und Gas) Antriebe. Der Betriebsdruck dieser Fahrzeuge beträgt in der Gasanlage 8 bar. Ein Multiventil steuert die Anlage. Am Multiventil wird teilweise auch der Füllstand des Gastanks angezeigt.

Als Flüssiggas werden Gase bezeichnet, die schon bei geringem Druck und Raumtemperatur in den flüssigen Zustand übergeführt werden können. Dieser Teil der Richtlinie bezieht sich auf die im allgemeinen Sprachgebrauch als „Flüssiggas“ bezeichneten brennbaren Gase, wie Propan und Butan sowie deren Gemische. Reines Flüssiggas ist ein bei Normalbedingungen (20 °C und 1,0 bar absolut) farbloses, fast geruchloses Gas.

Abbildung 40: Antriebssystem LPG-Fahrzeug (Volkswagen AG)

6.2 Erkennen

Abbildung 41: Piktogramm mit Kennzeichnung von „Flüssiggasantrieb“ nach ISO 17840

Das Erkennen von flüssiggasbetriebenen Fahrzeugen bedarf einer genauen Erkundung. Es ist nicht zwingend, dass der Füllstutzen für den Flüssiggastank im Bereich des Tankdeckels liegt. Es ist möglich, dass sich der Füllstutzen im Bereich der Stoßstange, Dachkante, seitlicher Zusatzöffnung oder hinter dem Kennzeichen befindet. Im Handel erhältliches Flüssiggas ist im Regelfall mit den charakteristischen nach Gas riechenden Geruchsstoffen (Mercaptane – Schwefelalkohole) versehen. Am weitesten ist die Verbreitung in der Türkei, Italien, Holland, Frankreich, Schweiz, Großbritannien, Polen, Tschechische Republik, Slowakei. Weitere Hinweise und Besonderheiten von Flüssiggas sind der ÖBFV INFO E-06 zu entnehmen.

Abbildung 42: Wahlschalter für Antriebsart (Volkswagen AG)

Abbildung 43: Zusätzlicher Tankstutzen für die Betankung von Erdgas (Volkswagen AG)

Aus oben genannten Gründen sollte man sich zur schnellen und eindeutigen Identifizierung der KFZ-Kennzeichenabfrage bedienen, siehe Kapitel 11.4.1.

6.3 Gefahren

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass es trotz Sicherheitsventil zu einem Behälterversagen kommen kann.

Flüssiggas ist schwerer als Luft und sammelt sich im Bodenbereich, dadurch dürfen Flüssiggasfahrzeuge nicht in Tiefgaragen einfahren.

Sollte im Zuge des Einsatzes festgestellt werden, dass es sich um einen Flüssiggasaustritt handelt, sind Kanäle, Schächte, Keller sowie alle Einrichtungen welche tiefer liegen zu kontrollieren.

6.4 Sicherheitseinrichtungen am Multiventil

6.4.1 Elektromagnetisches Ventil

Das elektromagnetische Ventil funktioniert ähnlich wie dem bei Erdgasfahrzeugen. Somit wird die Gaszufuhr nur dann frei, wenn die Zündung eingeschaltet ist.

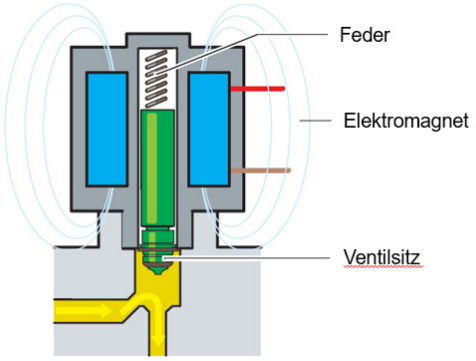


Abbildung 44: Funktionsprinzip elektromagnetisches Absperrventil (Volkswagen AG)

6.4.2 Überdrucksicherung

Übersteigt der Druck im Behälter 27 bar, wird ein Überdruckventil geöffnet und bläst den Druck ab. Sobald der normale Betriebsdruck (8 bar) wieder erreicht wird, schließt das Ventil wieder. Dieser Vorgang kann sich mehrmals wiederholen.

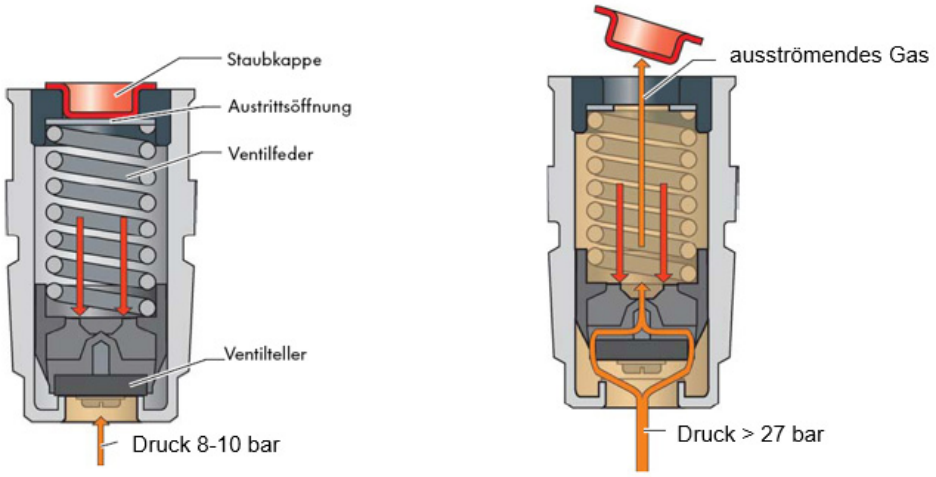


Abbildung 45: Funktionsprinzip der Überdrucksicherung bei LPG (Volkswagen AG)

Der Überdruck wird in der Regel durch ein Brandereignis entstehen, dadurch wird sich das austretende Gas entzünden und eine mehrere Meter lange Stichflamme bilden. Wenn das Fahrzeug am Dach liegt, ist zu beachten, dass das Gas in der Flüssigphase austritt und das Flammenvolumen dementsprechend größer und intensiver ist.

6.4.3 Mechanische Absperrmöglichkeit

Viele - jedoch nicht alle - Tanks verfügen auch über eine mechanische Absperrmöglichkeit im Bereich des Multiventiles.

6.4.4 Überfüllsicherung

Ein Schwimmer im Tank zeigt über einen elektrischen Geber die Füllmenge des Tanks an. Dieser Schwimmer ist aber auch die Überfüllsicherung, denn ein Flüssiggastank darf nur zu 80 % mit Flüssiganteil gefüllt werden, die restlichen 20 % werden als Reserve für Wärmeausdehnung benötigt.

Abbildung 46: Multiventil mit Überfüllsicherung (TOMASETTO ACHILLE)

7. Bioethanol

7.1 Funktion

Bioethanol gibt es in verschiedenen Mischungsverhältnissen. Standard ist E85. Diese besteht aus 85 % Bioethanol und 15 % Benzin. Die Bezeichnung E100 wird verwendet, wenn reines Bioethanol zum Einsatz kommt. Das Fahrzeug selbst wird mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren (Ottomotor) angetrieben. Als Speichermedium dient der herkömmliche Treibstofftank.

7.2 Erkennen

Für diese Alkoholtreibstoffe gibt es keine spezielle Kennzeichnung.

7.3 Gefahren

Reines Ethanol verbrennt mit fast farbloser Flamme. Bei Tageslicht ist die Flamme kaum sichtbar und nur durch die Wärmestrahlung wahrnehmbar. Vergälltes Ethanol hat eine orange/bläuliche Flammenfärbung. Die Freisetzung (Gewässer, Grundwasser, Erdreich) und damit verbundene Umweltgefährdung ist im Vergleich zu konventionellen Treibstoffen (Benzin, Diesel, E85 Benzin-Ethanol) wesentlich geringer.

Löschversuche von E85 und E100 haben gezeigt, dass eine Schaumdecke aus Mehrbereichsschaumittel umgehend durch den Alkohol zerstört wird und sich kein Löscheffekt zeigt. Für Brände von Bioethanol sind alkoholbeständige Schaummittel notwendig, diese sind mittlerweile nur noch fluorfrei zulässig.

Videos mit Löschversuchen der Oberösterreichischen Landesfeuerwehrschule sind unter folgenden Links abrufbar:

Superbenzin mit Mehrbereichsschaummittel

E85 mit Mehrbereichsschaummittel

8. Künstliche Treibstoffe

8.1 Produkte

Gas to Liquid, GtL (Handelsbezeichnung z.B. Synfuel®)
Hier werden verschiedene brennbare Gase chemisch zu einem künstlichen Flüssigtreibstoff umgewandelt.

Biomass to Liquid, BtL (Handelsbezeichnungen z.B. Sunfuel®, Sundiesel®, Biotrol®)
Hier werden biogene Stoffe und Abfälle chemisch zu einem künstlichen Flüssigtreibstoff umgewandelt.

8.2 Funktion

Die künstlichen Treibstoffe werden in herkömmlichen Treibstofftanks gespeichert und mit konventionellen Verbrennungsmotoren angewendet.

8.3 Erkennen

Es gibt keine spezielle Kennzeichnung von künstlichen Treibstoffen.

8.4 Gefahren

Alle künstlichen Treibstoffe sind brennbar und flüssig. Der Brennbarkeitsbereich liegt je nach Ausführung zwischen Benzin und Diesel.

9. Ad Blue®

9.1 Funktion

Adblue® dient zur Reduktion der Stickoxide im Abgas. Es ist eine 32,5%ige Harnstofflösung, die in den eingebauten Katalysator im PKW aber auch in ein Nutzfahrzeug-Abgassystem eingespritzt wird und bei Fahrzeugen separat in einem Zusatztank mitgeführt wird.

9.2 Erkennen

Adblue® ist kein Gefahrstoff gemäß ADR und muss auch nicht gekennzeichnet sein. Es ist eine klare Flüssigkeit.

Abbildung 47: Adblue® Zusatztank (Roman Sykora, ÖBFV)

9.3 Gefahren

Im Normalfall ist Adblue® eine ungefährliche Flüssigkeit. Im Brandfall und bei höherer Temperatureinwirkung entsteht Ammoniak. AdBlue ist schwach wassergefährdend (WGK1) und muss gebunden und aufgenommen werden.

10. Tank- und Ladestellen

10.1 E-Ladestation

Derzeit gibt es viele unterschiedliche Bauformen von Ladestationen. Teilweise gibt es von wenigen Betreibern sogar eigene typenbezogene Ladestationen (z.B. Tesla).

Abbildung 48: Ladesäule für Elektrofahrzeuge (E-Tankstelle) (Wolfgang Niederauer, ÖBFV)

Abbildung 49: Typ 2 Stecker (FEUERWEHR.AT | R. Berger)

Abbildung 50: CCS – Stecker (FEUERWEHR.AT | R. Berger)

Abbildung 51: Chademo Stecker (FEUERWEHR.AT | R. Berger)

Grundsätzlich wird zwischen AC (Wechselstrom) oder DC (Gleichstrom) Ladestationen unterschieden. Neuere Ladestationen sind sogenannte Kombistationen, welche über beide Lademöglichkeiten verfügen.

Normale Ladungen werden in der Regel mittels Typ 2 Stecker (AC) durchgeführt.

Ab höheren bzw. schnelleren Ladevorgängen werden CHAdeMO Stecker verwendet.

Im Bereich von Stadtbussen gibt es auch die Möglichkeit mittels Pantografen (Stromabnehmer) am Dach zu laden. Hier unterscheidet man auch zwischen Streckenladung und Depotladung.

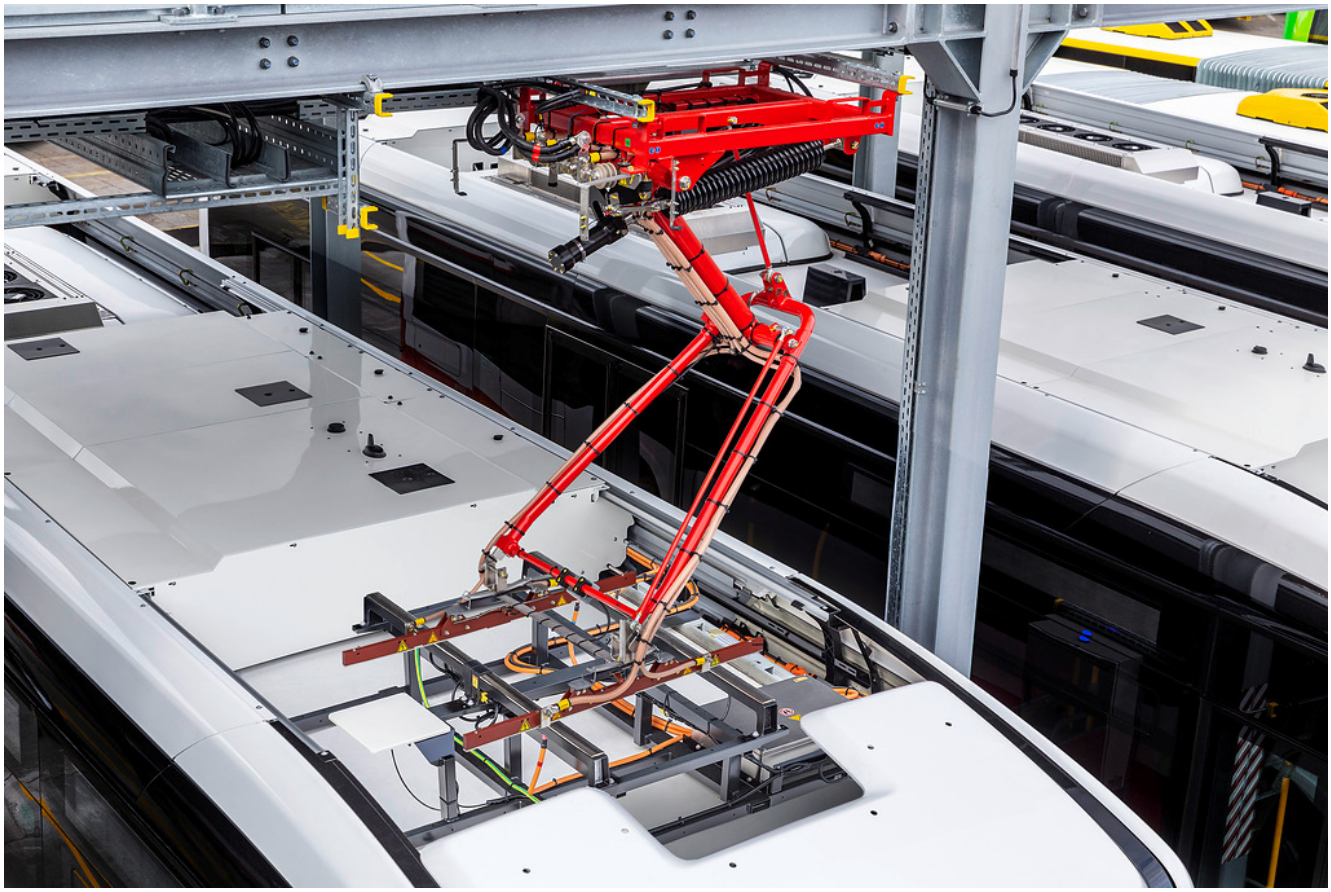


Abbildung 52: Pantograf eCitaro (Mercedes-Benz Buses)

Sollte ein Fehler auftreten, so verfügt jede Ladestation über eine Sicherheitseinrichtung (Leitungsschutz und Personenschutz).

Muss ein Stecker von einem Elektro- oder Hybridfahrzeug entfernt werden, bieten manche Hersteller eine Notentriegelung an, deren Position und Bedienung ist dem Rettungsdatenblatt zu entnehmen. Sollte diese nicht vorhanden sein, ist es möglich den Stecker mit Gewaltanwendung aus der verriegelten Ladesteckdose zu ziehen. Der Stecker- bzw. die Steckdose wird dabei jedoch beschädigt.

Neuere Ladestationen verfügen auch schon über einen „NOT-AUS“ - Taster.

Ladestationen können mittlerweile Hochvoltakkus beeinhalten um damit die Netzbelastung zu kompensieren und unter anderem auch schnellere Ladungen zu ermöglichen.

10.2 Erdgas Tankstelle – gasförmig (CNG)

In der Erdgastankstelle wird das Gas auf bis zu 300 bar verdichtet. Sie besteht im Wesentlichen aus Verdichter, Speicher und Zapfsäule, die durch Hochdruckleitungen miteinander verbunden sind. Überwiegend sind öffentliche Erdgastankstellen in Mineralöltankstellen integriert. Verdichter und Speicher sind in einem versperrten Container oder Gebäude untergebracht.

Abbildung 53:Erdgastankstelle (RAG Austria AG)

Es gibt eine wesentliche Unterscheidung in Slow- und Fast-fill-Anlagen:

Slow-fill-Anlagen

Slow-fill-Anlagen kommen vorwiegend bei Betriebstankstellen für kleinere Flotten (oder Privatanlagen) zum Einsatz. Hier dauert der Tankvorgang mehrere Stunden. Bei diesen Anlagen pumpt ein Kompressor das Erdgas aus dem Netz direkt in den Fahrzeugtank.

Fast-fill-Anlagen

An öffentlichen Tankstellen und an größeren Betriebstankstellen wird das Erdgas in Pufferbehältern bei ~ 300 bar gelagert, um ein schnelleres Betanken zu ermöglichen.

Die Erdgastankstelle wird durch unterirdisch verlegte Kunststoff- oder Stahlleitungen versorgt:

Hochdruckleitungen bis ca. 80 bar

Mitteldruckleitungen zwischen 100 mbar und 1 bar

Niederdruckleitungen bis 100 mbar

Als Sicherheitseinrichtung sind die Tankstellen mit „NOT AUS“ - Systemen ausgestattet der in der Betätigung im Gefahrenfall Vorrang hat. Bei öffentlichen Tankstellen ist ein zweiter “NOT-AUS” - Schalter im Kassenbereich zu finden.

10.3 Erdgas Tankstelle- flüssig (LNG)

In einem großen isolierten Lagerbehälter wird das mit Lkw oder Schiffen gelieferte verflüssigte Erdgas bei ca. -161°C gespeichert. Zusätzlich kann der Tank mit Stickstoff gekühlt werden. Über eine Tauchpumpe wird das Erdgas aus dem Tank gepumpt und an der Zapfsäule freigegeben.

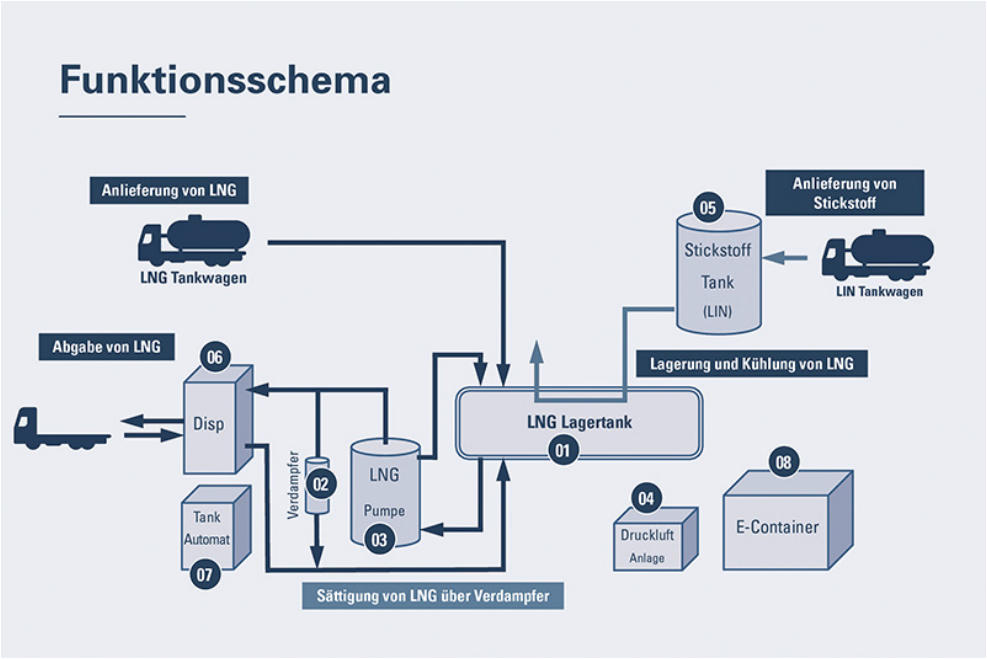


Abbildung 54:LNG Funktionsschema (RAG Austria AG)

10.4 Flüssiggas Tankstelle

Flüssiggastankstellen sind ähnlich einer üblichen Tankstelle aufgebaut. Die Speicherung des Flüssiggases erfolgt entweder durch einen Erdtank oder freistehenden Flüssiggastank. Die Zapfsäule selbst muss, wie auch andere Zapfsäulen auf einem Sockel bzw. einer Insel stehen. Die elektrischen Einrichtungen müssen einen Ex-Schutz aufweisen. Die Betankung von Flüssiggasfahrzeugen darf nur durch geschultes Personal (Tankwart) erfolgen. Ein Betanken durch die Kunden ist nicht zulässig. Im Kassenbereich muss eine schematische Darstellung der Tankstelle mit den Absperrmöglichkeiten und den Notrufnummern ausgehängt sein.

Abbildung 55: Flüssiggastankstelle (Wolfgang Niederauer; ÖBFV)

Abbildung 56: LPG-Zapfhahn mit Übergangsstück (Wolfgang Niederauer, ÖBFV)

10.5 Wasserstoff Tankstelle

Die Dichte der Wasserstofftankstellen in Österreich ist sehr gering. In der Regel wird der Wasserstoff in Flaschenbündeln gespeichert und über Leitungssysteme zur Zapfsäule gebracht. Sicherheitseinrichtungen mit Ablassventilen sind vorhanden.

Abbildung 57: Rückseite Wasserstofftankstelle (Flaschenbündel) (Roman Sykora, ÖBFV)

Abbildung 58: Füllanschluss Wasserstoff (Mercedes-Benz Buses)

11. Einsatzmaßnahmen

11.1 ERKUNDUNG

Eine sorgfältige Erkundung ist die Grundlage für einen erfolgreichen Einsatz. Grundsätzlich können bei allen Einsatzarten die sogenannte GAMS und zusätzlich bei Fahrzeugen auch die AUTO-Regel angewendet werden. Sie können dem Einsatzleiter im Zuge der Erkundung eine wertvolle Unterstützung für den Entscheidungsprozess sowie der Befehlsgebung bieten. Die Erkundung sollte auf jeden Fall das Umrunden des Einsatzobjektes (Fahrzeug) mit dem Blick hinein/unter/auf/hinter beinhalten.

11.2 G A M S – Regel

Die GAMS – Regel dient uns in erster Linie als eine der ersten Hilfsregeln unmittelbar nach der Ankunft am Einsatzort.

G – Gefahr Erkennen

Bei der Ersterkundung werden alle wahrzunehmenden Umstände gesammelt und versucht zu ordnen. In diesem Zuge kommt auch die - in Folge beschriebene – AUTO-Regel zur Anwendung.

A – Absperren/Absichern

Unter diesen Punkt fallen alle Maßnahmen zur Absicherung der Einsatzstelle. Auch im Sinne des Absicherns von absturzgefährdeten Fahrzeugen, das Sicherstellen des Brandschutzes sowie die Ausleuchtung der Einsatzstelle.

M – Menschenrettung oder Maßnahmen

Erst nach erfolgter Eigensicherung wie oben beschrieben, kann die Menschenrettung bzw. weitere Maßnahmen durchgeführt werden.

S – Spezialkräfte oder Spezielle Maßnahmen

Wird im Zuge der Erkundung festgestellt, dass Spezialkräfte erforderlich sind, müssen diese zeitnah nachalarmiert werden. Komplexe Einsatzlagen erfordern auch komplexe oder spezielle Maßnahmen. Unter solchen Maßnahmen würde z.B. auch das weitere Kühlen eines Batteriebrandes bei einem Elektro- oder Hybridfahrzeug fallen. Eventuell kann ein Werkstattdienst 24/7 Stunden beigezogen werden (Herstellerhotline).

11.3 A U T O – Regel

Die A U T O – Regel wurde speziell für alternativ angetriebene Fahrzeuge, als Hilfe für den Einsatzleiter zur Identifizierung solcher geschaffen. Im Zuge der Ersterkundung soll diese Regel zusätzlich angewendet werden. Somit kann gewährt werden, dass ein mögliches alternativ angetriebenes Fahrzeug als solches erkannt wird.

A – Austritt von Stoffen

Kontrolle auf den Austritt von Kraftstoff, Gas, Flüssigkeiten bzw. ob ein Geräusch (zischen) oder ein Geruch wahrnehmbar ist. Quelle des Austritts kann der Betriebsstofftank aber auch die Beladung sein.

U – Unterboden-, Kofferraum-, Motorraum-Kontrolle

Die Kontrolle des Unterbodens sollte beinhalten, ob sich möglicherweise eine Person unter dem Fahrzeug befindet, die Bodenplatte beschädigt, stark verformt ist, oder Fremdkörper darin stecken. Freiliegende orangefarbige Kabelstränge sind ebenfalls ein Indiz für eine Hochvoltanlage. Des Weiteren wird kontrolliert, ob das Fahrzeug Druckbehälter (Gastanks) und einen Auspuff hat.

Im Kofferraum sind eventuelle Zwischenböden anzuheben, um darunter orangefarbene Leitungen von HV-Batterien oder (zylinderförmige) Gastanks in der Reserveradmulde zu erkennen.

Im Motorraum sind eventuell orangefarbene Kabel eines 48 V oder Hochvoltsystems oder andere Hinweise auf alternative Antriebe (Beschriftungen) zu erkennen.

T – Tankdeckel öffnen

Ein offener Tankdeckel gibt sehr viel Auskunft über die Antriebsart (Steckdose = Elektro, Benzin/Diesel, zweiter Tanknippel für Gasbetankung). Bei neuen Fahrzeugen muss nach einer EU-Verordnung die Treibstoffart mit einem Piktogramm im Tankdeckel gekennzeichnet sein siehe Anhang Kennzeichnung). Einige Hersteller (z.B. Daimler) verwenden auch QR – Codes im Tankdeckel für das richtige Rettungsdatenblatt im Internet. Der Tankdeckel kann gerade bei alternativ angetriebenen Fahrzeugen sich an ungewöhnlichen Stellen wie dem Kühlergrill, unter dem Herstellerlogo, etc. befinden.

Anmerkung: Es gibt auch Elektrofahrzeuge, welche über eine Standheizung verfügen. Diese kann als Dieselheizung ausgeführt sein. Bei diesen Ausführungen wird bei einigen Elektrofahrzeugen der herkömmliche Tankstutzen für die Dieselbetankung der Standheizung verwendet.

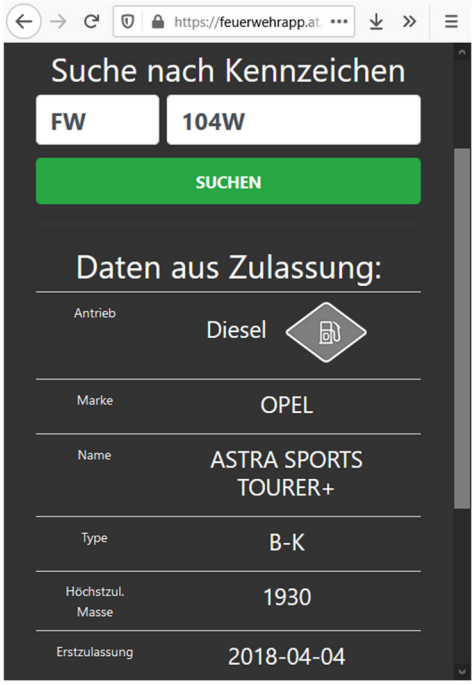
O – Oberfläche kontrollieren

Hier helfen oftmals die Bezeichnungen oder Werbungen der Hersteller für die Erkennung weiter (Hybrid, EcoFuel, 100% elektrisch, e-tron, e-Golf, etc.). Im Zuge der Kontrolle der Oberfläche kann bei österreichischen Fahrzeugen auch die Farbe der Kennzeichenschrift überprüft werden. Reine Elektrofahrzeuge können über ein Kennzeichen mit grüner Schrift verfügen – dies ist jedoch nicht verpflichtend. Dies ist auch bei Dunkelheit und der damit verbundenen typischen Einsatzstellenbeleuchtung schwer zu erkennen. Eine fehlende Auspuffanlage könnte ein Hinweis für ein Elektrofahrzeug sein. Zur Oberfläche gehört auch die Information ob Airbags ausgelöst haben oder nicht. Ebenfalls zu beachten sind die Ladezustandsanzeige im Cockpit oder ein ggf. vorhandener Umschalter für die Betriebsart.

11.4 Informationsbeschaffung

Genaue Vorgangsweisen sind den spezifischen Rettungsleitfäden und Rettungsdatenblättern jedes einzelnen Fahrzeugmodells zu entnehmen. Mittlerweile sind die empfohlenen Vorgangsweisen der Hersteller dementsprechend komplex, dass diese Informationen an der Einsatzstelle essenziell geworden sind.

11.4.1 Kennzeichenabfrage



Seit November 2020 besteht für österreichische Feuerwehren die Möglichkeit unter der Adresse www.feuerwehrapp.at, Marke, Type und Baujahr mittels einer KFZ-Kennzeichenabfrage zu ermitteln. Die Logindaten werden durch den Bundes- feuerwehrverband vergeben bzw. ist bei manchen Landesfeuerwehrverbänden die Möglichkeit gegeben, den personenbezogenen Login der jeweiligen Verwaltungssoftware zu nutzen. Die Abfrage von realen Kennzeichen darf nur im Einsatzfall durchgeführt werden, es gibt jedoch Übungskennzeichen und eine Übungsdatenbank, damit diese Methode in den Übungsbetrieb eingebaut werden kann.

Die seit 2013 bestehende Möglichkeit für die Feuerwehren in Österreich, über die vor Ort befindlichen Polizei mit dem Fahrzeugkennzeichen (nur für in Österreich zugelassen Modelle möglich) das genaue Baujahr, die Marke und Type abfragen zu lassen, besteht weiterhin.

Dazu der Auszug aus dem Erlass des BMI (GZ: BMI-EE2000/0161-II/12/a/2013) „EKIS – KZR Anfragen zur Bekanntgabe von Kfz-Marke, Type und Baujahr für die Feuerwehr zur Menschenrettung bei Verkehrsunfällen“ (Auszug)

> *„Bei Einsatz des hydraulischen Rettungssatzes durch die Feuerwehren bei der Rettung von Menschen aus Unfallfahrzeugen ist es, um die Eigen- und Fremdgefährdung zu reduzieren, notwendig fahrzeugbezogene Information darüber zu gelangen, wo pyrotechnische Sätze, Hochspannungsleitungen oder die Batterie eingebaut sind. Diese Information wird von Fahrzeugherstellern in Form einer sogenannten Rettungskarte angeboten und diese mit den Suchkriterien Marke, Type und Baujahr zur Verfügung gestellt.*
>
> *Informationen des Bundesfeuerwehrverbandes zu Folge ist diese Zuordnung am Einsatzort manchmal wegen mangelnder Kennzeichnung am Fahrzeug bzw. durch unfallbedingte Deformation des Fahrzeuges nicht möglich.*
>
> *Aus diesem Grund ergeht der Auftrag, dass bei Verkehrsunfällen, vor Ort einschreitende Organe der Bundespolizei, auf einsatzbezogenes Ersuchen der Feuerwehrorgane, im Wege einer EKIS-Abfrage des Kennzeichens des verunfallten Fahrzeuges, aus dem eine Menschenrettung vorzunehmen ist, diesen die Marke, Type und das Baujahr des betreffenden Fahrzeuges, bekanntzugeben haben.“*

Bei ausländischen Fahrzeugen kann ebenfalls ersucht werden über die Polizei weitere Informationen zu erhalten (EUCARIS Datenbank).

11.4.2 Rettungsdatenblätter

Rettungsdatenblätter können derzeit über verschiedene Möglichkeiten im Internet (Herstellerseiten, www.oeamtc.at, etc.) abgerufen werden. Mit Hilfe dieser Rettungsdatenblätter lassen sich die Einbauorte von Airbags, Batterien, Hochvoltbauteilen, pyrotechnischen Sicherheitseinrichtungen, usw. anhand einer einfachen bildlichen Darstellung auslesen. Eine nachträgliche Um- oder Nachrüstung der Antriebsart ist aus den Rettungsblättern nicht zu erkennen!

Seitens der Autofahrerclubs wird für Fahrzeugbesitzer auf freiwilliger Basis vorgeschlagen, das jeweilige Rettungsdatenblatt hinter der Sonnenblende zu verstauen, um den Einsatzkräften im Schadensfall die Onlinesuche zu ersparen.

Der ÖBFV empfiehlt die Verwendung der kostenlosen Euro RESCUE App, welche von der Organisation Euro NCAP gepflegt wird. Darin enthalten sind Rettungsdatenblätter der jeweiligen Hersteller. Der Datenbestand kann offline herunterladen werden (benötigt Speicherplatz am mobilen Gerät) oder man greift – bei entsprechender mobiler Internetverbindung – direkt auf die Informationen zu.

Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung der kostenpflichtigen Softwarelösung Crash Recovery System der Firma Moditech, welche eine direkte Anbindung an die Kfz-Kennzeichenabfrage ermöglicht.

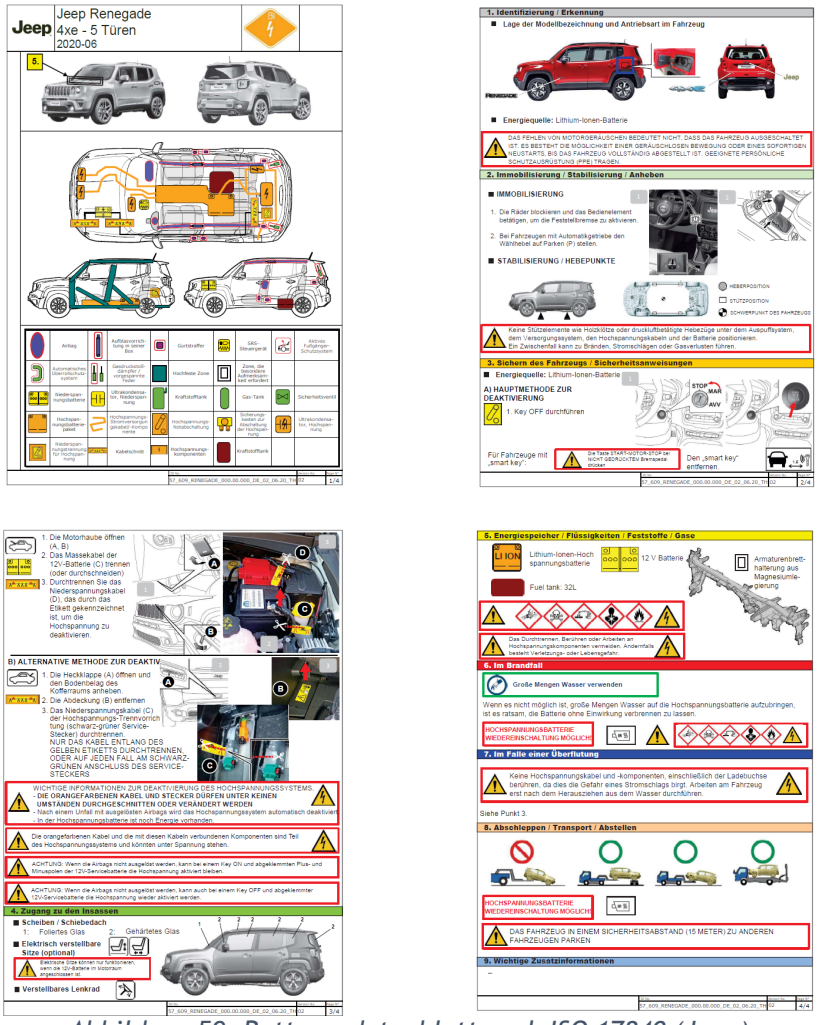


Abbildung 59: Rettungsdatenblatt nach ISO 17840 (Jeep)

11.5 Einsatzmaßnahmen Brand

Die Erkundung und Einleitung der Erstmaßnahmen sollte nach dem Schema des Führungsverfahrens unter zu Hilfenahme der GAMS und AUTO-Regel erfolgen.

11.5.1 Aufstellung am Einsatzort

Fahrzeuge können im Brandfall z.B. durch Kurzschlüsse wegrollen, hier ist insbesondere auf die Aufstellung des Einsatzfahrzeuges zu achten. Das brennende Fahrzeug ist mit Radkeilen gegen Wegrollen zu sichern, sobald dies sicher möglich ist (eingeleiteter Löschangriff). Des Weiteren kann es bei einem vorhandenen Gefälle zu einem gefährlichen Fließbrand von Betriebsmitteln kommen, dies ist bei der Aufstellung von Einsatzfahrzeugen zu beachten.

11.5.2 Zündung abschalten

Ist ein gefahrloses Abschalten der Zündung (Stufe 0) möglich, ist dies zeitnah durchzuführen.

11.5.3 Umluftunabhängigen Atemschutz verwenden

Beim Brand von Kraftfahrzeugen werden toxische Brandgase entwickelt. Die Verwendung von umluftunabhängigen Atemschutz sollte obligatorisch sein.

11.5.4 Löschmittel Wasser

Umfangreiche Studien im In- und Ausland empfehlen eine Brandbekämpfung mit dem Löschmittel Wasser. Durch das hohe Wärmebindungsvermögen ist Wasser nach wie vor das erste Mittel zur Wahl bei der Kühlung von in Brand geratenen Hochvoltbatterien auf Basis der Lithium-Ionen Technologie.
Achtung:
Mittlerweile gibt es Fahrzeuge mit Feststoffbatterien (solid state). Da hier im Gegensatz zur Lithium-Ionen-Technologie elementares Lithium an der Anode verbaut ist, sollte hier kein Wasser als Löschmittel für die direkte Brandbekämpfung der Batterie verwendet werden, da es zu heftigen Reaktionen kommen kann (Bildung von Wasserstoffgas).

11.5.5 Löschangriff von der Seite bzw. Wurfweite ausnutzen

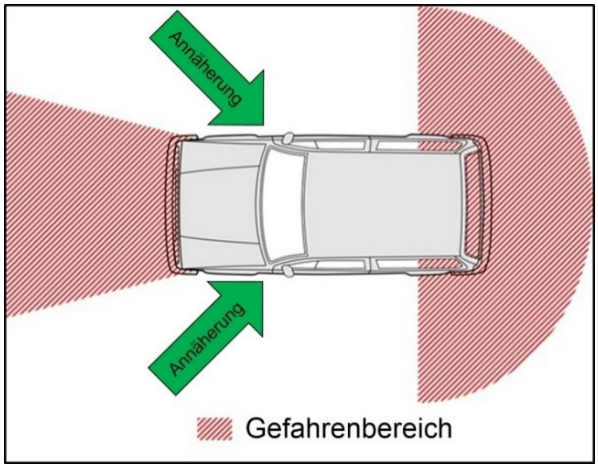


Abbildung 60: Gefahrenbereiche und Angriffsrichtungen beim Brandeinsatz (Roman Sykora, ÖBFV)

Insbesondere in der Erstphase sollte der Löschangriff von der Seite unter Ausnutzung der Strahlrohrwurfweiten erfolgen. Erfolgt der Löschangriff frontal, besteht bei nicht abgesichertem Fahrzeug die Gefahr, dass das Fahrzeug abrollt und die Einsatzkräfte gefährdet. Gasdruckdämpfer (Motorhaube, Heckklappe, etc.) können sich aus der Verankerung lösen und beim Behälterzerknall zum Geschoß werden.

Erfolgt der Angriff über die Heckseite, besteht die Gefahr das Stichflammen der Überdruck- und Temperatursicherungen die Einsatzkräfte gefährden. Des Weiteren befinden sich im Heck die Druckgasbehälter (CNG, LPG, H2). Sollte es zum Versagen einer Sicherheitseinrichtung kommen, könnte es zum Zerknall der Behälter kommen.

11.5.6 HV-Batteriebrand identifizieren

Nicht jeder Brand eines Elektro- oder Hybridfahrzeuges bringt einen Akkubrand mit sich. Es ist eine genaue Erkundung durchzuführen, ob der Bereich der Hochvoltbatterie auch nach erfolgter Brandbekämpfung stark erhitzt ist, oder weitere Reaktionen (Rauchentwicklung) sichtbar sind. Als Hilfsmittel bieten sich Wärmebildkamera und Fernthermometer an.

11.5.7 HV-Batteriebrand kühlen

Eine brennende Zelle kann nicht gelöscht werden, man kann aber versuchen, den Rest der Batterie zu kühlen. Es ist nicht vorgesehen, dass die Feuerwehr Hochvoltkomponenten mechanisch bzw. gewaltsam öffnet. Einige Fahrzeuge verfügen über spezielle Öffnung, welche eine Brandbekämpfung direkt in den Bereich der Hochvoltbatterie ermöglichen. Auch im Bereich der „Service-Disconnect“ haben einige Hersteller die Möglichkeit, Wasser in das Batteriepaket einzubringen. Diese Öffnungen werden aber oftmals erst bei ausgebrannten Fahrzeugen sichtbar bzw. freigelegt. Für den Kühlvorgang ist mit größeren Wassermengen und längerer Einsatzdauer zu kalkulieren als bei konventionellen Antrieben.

11.5.8 HV-System deaktivieren

Das HV-System ist (falls möglich) während bzw. nach erfolgter Brandbekämpfung zu deaktivieren. Dies kann bei den meisten Herstellern durch Deaktivieren der „Zündung“ und Abklemmen der (12 V) Bordnetzbatterie erfolgen. Zusätzlich sind die von den Herstellern vorgegebenen Maßnahmen zu beachten. Diese können in den Rettungsdatenblättern nachgelesen werden.

11.5.9 Gesichert Abstellen - Rückzündungen

Muss ein Fahrzeug nach einem Brand ortsverändert werden, so ist ein sicherer Standort zu wählen. Als sicherer Standort zählt ein Platz im Freien, mit einem Rundumabstand von mindestens 10 m zu Gebäuden, anderen Fahrzeugen und brennbaren Gegenständen / Untergründen. Es besteht die Möglichkeit einer zeitverzögerten Rückzündung, deren Auswirkungen durch das gesicherte Abstellen auf das jeweilige Fahrzeug beschränkt werden sollen. Der Abstellort sollte sorgsam gewählt werden, denn nur der erste Transport nach dem Ereignis gilt als Nottransport, jeglicher weitere Transport ist nach ADR durchzuführen.

11.5.10 Druckbehälter kühlen

Handelt es sich um einen Brand eines Fahrzeuges mit einem Speichermedium für Gas, muss dieser gekühlt werden. Grundsätzlich kann ein Behälterversagen trotz Sicherheitseinrichtungen nicht ausgeschlossen werden. Die Kühlmaßnahmen sind so auszuführen, dass der Behälter gekühlt wird und nicht die Sicherheitseinrichtung.

11.5.11 Stichflammen / Jetflammen

Gasbetriebene Fahrzeuge haben Überdruck- bzw. Thermosicherungen, bei der Auslösung solcher bilden sich mitunter Stich- oder Jetflammen, welche mehrere Meter lang sein können. Die Ausbreitungsrichtung dieser Stich- oder Jetflammen ist nicht festgelegt. Bei Fahrzeugen, welche am Dach zum Liegen kommen, kann im Brandfall die Stichflamme unter Umständen noch intensiver ausfallen, da das gespeicherte Gas möglicherweise in Flüssigphase austritt und somit eine höhere Energie aufweist.

Abbildung 61: Austritt von Flüssiggas in Flüssigphase (Sapeurs-pompiers de la Vienne)

11.5.12 EX-Messung

Besteht der Verdacht, dass Gase austreten, sollten EX-Messungen durchgeführt werden. Der Nachweis von Erdgas im Freien ist sehr schwierig, da Erdgas leichter ist als Luft und somit sehr flüchtig ist. Ähnlich ist dies bei Wasserstoff.

Flüssiggas bildet im Bodenbereich anfangs sichtbare, später durchsichtige Schwadenseen. Flüssiggas muss im Bodenbereich nachgewiesen werden. Fahrzeuge mit Flüssiggasantrieb haben ein Tiefgaragenverbot.

11.5.13 Einsatzmerkblatt – Brand

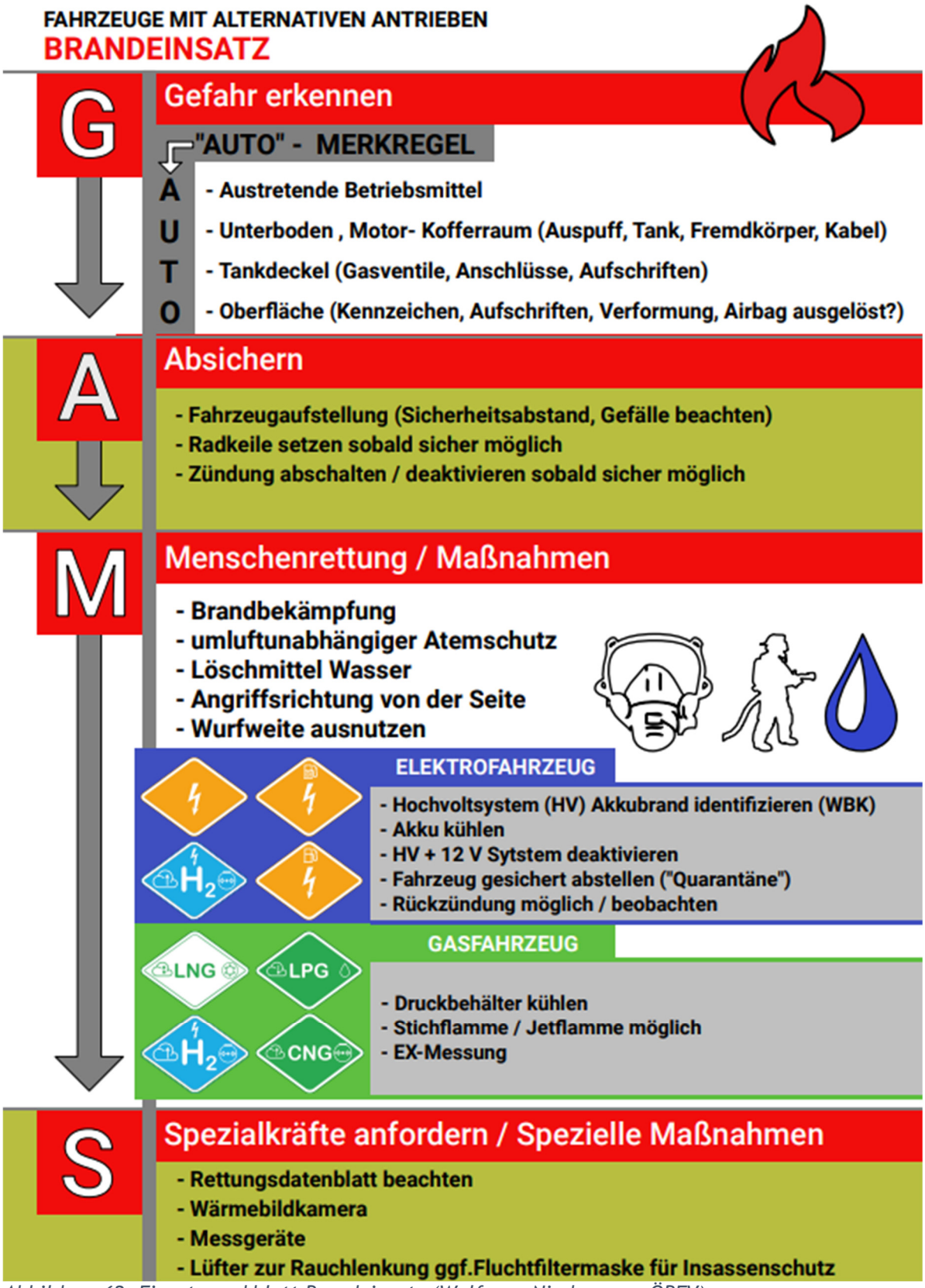


Abbildung 62: Einsatzmerkblatt Brandeinsatz (Wolfgang Niederauer, ÖBFV)

11.6 Einsatzmaßnahmen Verkehrsunfall

Die Erkundung und Einleitung der Erstmaßnahmen sollte nach dem Schema des Führungsverfahrens unter zu Hilfenahme der GAMS und AUTO-Regel erfolgen.

11.6.1 Aufstellung am Einsatzort

Fahrzeuge können wegrollen oder sich ungewollt in Bewegung setzen. Hier ist insbesondere auf die Aufstellung des Einsatzfahrzeuges zu achten. Das Unfallfahrzeug ist mit Radkeilen gegen Abrollen zu sichern (als Erstmaßnahme Getriebestellung P und Handbremse). Des Weiteren kann es bei einem vorhandenen Gefälle zu einem Abfließen von Betriebsmitteln kommen, dies ist bei der Aufstellung von Einsatzfahrzeugen zu beachten.

11.6.2 Zündung abschalten

Eine der ersten Maßnahmen sollte das Abschalten der Zündung sein. Mit dem „Zündung aus“ werden bei den meisten Fahrzeugen das HV-System und die Airbagsteuerung deaktiviert. Bei Keylesssystemen ist der „Schlüssel“ mind. 10 Meter vom Fahrzeug zu entfernen.

11.6.3 12 V – Bordsystem deaktivieren

Anhand der Erkundung und der Rettungsdatenblätter kann der genaue Einbauort der Batterie(n) des 12V Bordsystems nachgeschlagen werden. In Kombination mit „Zündung aus“ ist das Fahrzeug in einem sicheren Zustand.

11.6.4 HV-System deaktivieren

Kann das 12 V Bordsystem und die Zündung nicht deaktiviert werden bzw. ist das HV-System offensichtlich in Betrieb oder stark beschädigt, kann nach den Herstellervorgaben, welche in den Rettungsdatenblättern beschrieben werden, das HV-System deaktiviert werden (Öffnen von HV-Interlock, betätigen des Service Disconnect Stecker usw.)

11.6.5 Freiliegende HV – Leitungen / Komponenten / Batterien

Wurde das Fahrzeug derart beschädigt, dass die Annahme besteht, der Berührungsschutz von Hochvoltkomponenten (Leitungen, Komponenten, Batterie) nicht mehr funktionsfähig ist, müssen diese vor Berührungen geschützt werden. Zum Abdecken blanker Teile gibt es spezielle isolierende Matten mit Halteklammern. Beim Hantieren an Hochvoltkomponenten mit blanken Teilen sind Schutzhandschuhe nach EN IEC 60903 Klasse 0 bis 1.000 Volt und EN 61482-1-2 zu tragen, sowie das Gesichtsschutzvisier zu verwenden.

Abbildung 63: Abdeckung angeschmorter HV-Komponenten unter Verwendung von Schutzhandschuhen und Gesichtsschutzvisier (Springer)

11.6.6 Verformungen im Bereich der HV-Komponenten

Aus der grafischen Darstellung in den Rettungsdatenblättern lassen sich die Einbauorte der Hochvoltbatterie erkennen. Sind Fahrzeuge derart verformt, dass diese Bereiche betroffen sind, muss mit einer unter Umständen heftigen Reaktion im Bereich der Hochvoltbatterien gerechnet werden. Eine rasche Patientenrettung aus dem Gefahrenbereich hat dann oberste Priorität.

Eine mechanische (punktuelle) Krafteinwirkung auf den Bereich der Hochvoltbatterie durch die Arbeiten mit den Rettungsgeräten ist zu vermeiden (nicht mit Zylinder auf Bodenplatte drücken, Kraftverteilung durch Unterlage, …)

11.6.7 EX-Messung

Besteht der Verdacht, dass Gase austreten, sollten EX-Messungen durchgeführt werden. Der Nachweis von Erdgas im Freien ist sehr schwierig, da Erdgas leichter ist als Luft und somit sehr flüchtig ist. Ähnlich ist dies bei Wasserstoff, hier ist außerdem zu beachten, dass der EX-Sensor für Wasserstoffdetektion geeignet sein muss (Eignung des Messgeräts laut technischen Angaben des Herstellers prüfen).

Flüssiggas bildet im Bodenbereich anfangs sichtbare, später durchsichtige Schwaden. Flüssiggas muss im Bodenbereich nachgewiesen werden.

11.6.8 Einsatzmerkblatt Verkehrsunfall

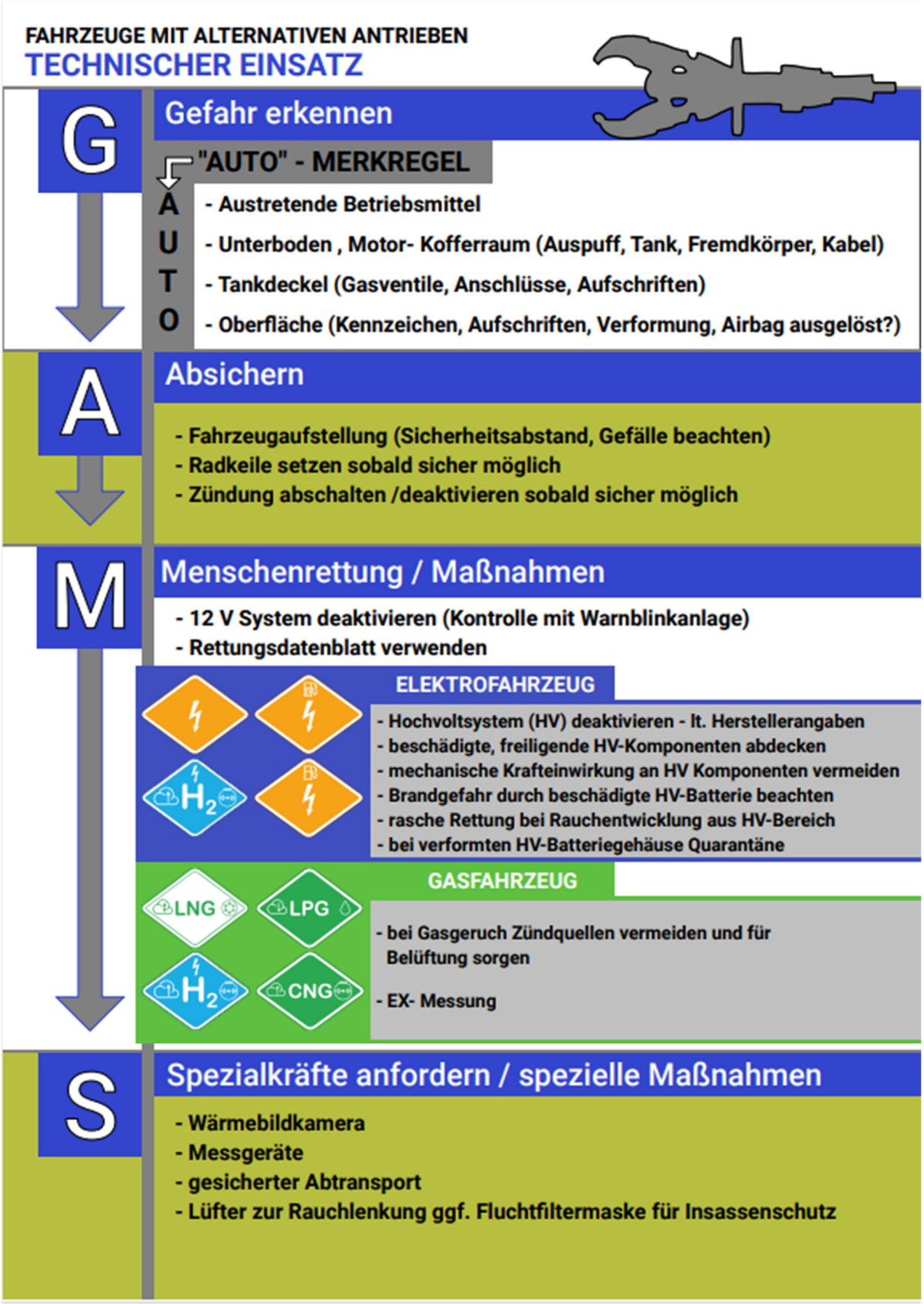


Abbildung 64: Einsatzmerkblatt technischer Einsatz (Wolfgang Niederauer, ÖBFV)

11.7 Einsatzmaßnahmen Tank- Ladesäulen

In der Regel befinden sich bei den Tankstellen „NOT AUS“ Taster. Diese sind entweder unmittelbar im Bereich der Tanksäulen bzw. bei Tankstellen auch im Kassenbereich. Mit der Betätigung des „NOT AUS“ befindet sich die Anlage in einem sicheren Zustand. Bei Ladesäulen eines Betreibers ist teilweise eine Fernabschaltung über die Hotline möglich, die Nummer sollte an der Säule ersichtlich sein.

11.8 Einsatzmaßnahmen Bergung

Für die Bergung von konventionellen Antrieben, gelten die allgemeinen Richtlinien bzw. Abschlepp- und Bergehilfen der Hersteller.

Für alternativ angetriebene Fahrzeuge, insbesondere Fahrzeuge mit Elektro- oder Hybridantrieb gelten besondere Bestimmungen.

E-Fahrzeuge sollten grundsätzlich immer so ortsverändert werden, dass die Räder keinen Kontakt zum Boden haben (Transportroller, mit Abschleppfahrzeugen bzw. Fahrzeugen mit Bergekran). Ein Schieben über kurze Distanzen (z.B. von der Fahrbahn auf den Pannenstreifen) ist aber möglich.

Abbildung 65: Bergungsmöglichkeit (Wolfgang Niederauer, ÖBFV)

Neue Fahrzeuge schalten nach einem erkannten Unfall die Antriebe und Bremsen in einen sicheren Zustand. In der Regel sind dann die Räder blockiert. Bei einigen Fahrzeugen wird dies im Armaturenbrett optisch angezeigt.

Abbildung 66: Kein Schleppen von Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Wolfgang Niederauer, ÖBFV)

Generell sollten Elektro- und Hybridfahrzeuge nicht geschleppt werden. Möglicherweise werden beim Schleppen Generatoren angetrieben und somit Wärme erzeugt. Brand- bzw. Gefahr von möglichen Schäden am Fahrzeug bestehen.

11.9 Einsatzmaßnahmen Fahrzeug im Wasser

Elektro- oder Hybridfahrzeuge im Wasser stellen kein erhöhtes Risiko dar. Der Stromfluss findet nur zwischen den Polen statt.

Nach erfolgter Bergung aus dem Wasser sollte das Fahrzeug nach dem gänzlichen Abfließen des Wassers aus dem Fahrzeug nach den Angaben der Hersteller stromlos geschalten werden. Bei gasbetriebenen Fahrzeugen sollten zusätzlich die Tanks mechanisch abgesperrt werden.

11.10 Erste Hilfe bei Einwirkung von Gas oder Treibstoffen

Unter Beachtung der eigenen Sicherheit sind Verunfallte unverzüglich aus der Gefahrenzone zu bringen und durchgaste oder mit Treibstoff benetzte Kleidung ist zu entfernen. Jedoch kann dabei eine Gefährdung der Helfer nicht ausgeschlossen werden. Die lebensrettenden Sofortmaßnahmen können nach Entfernung der Kleidung sofort durchgeführt werden.

Da möglicherweise geringe Mengen des Gases bzw. der Flüssigkeit in der Kleidung verbleiben, sollte die Oberbekleidung, insbesondere vor Verabreichung von Sauerstoff, entfernt werden. Wenn erforderlich Sofortdekontamination durchführen.

12. Anhang

12.1 Kennzeichnung nach ÖNORM EN 16942

Fahrzeuge mit konventionellen und alternativen Antrieben müssen vor allem im Pkw-Bereich nicht zwingend gekennzeichnet sein. Seit 12. Oktober 2018 gilt in der EU jedoch eine Kennzeichnungsverordnung, welche für Neufahrzeuge eine Kennzeichnung im Tankdeckel als auch an der Zapfsäule vorschreibt.

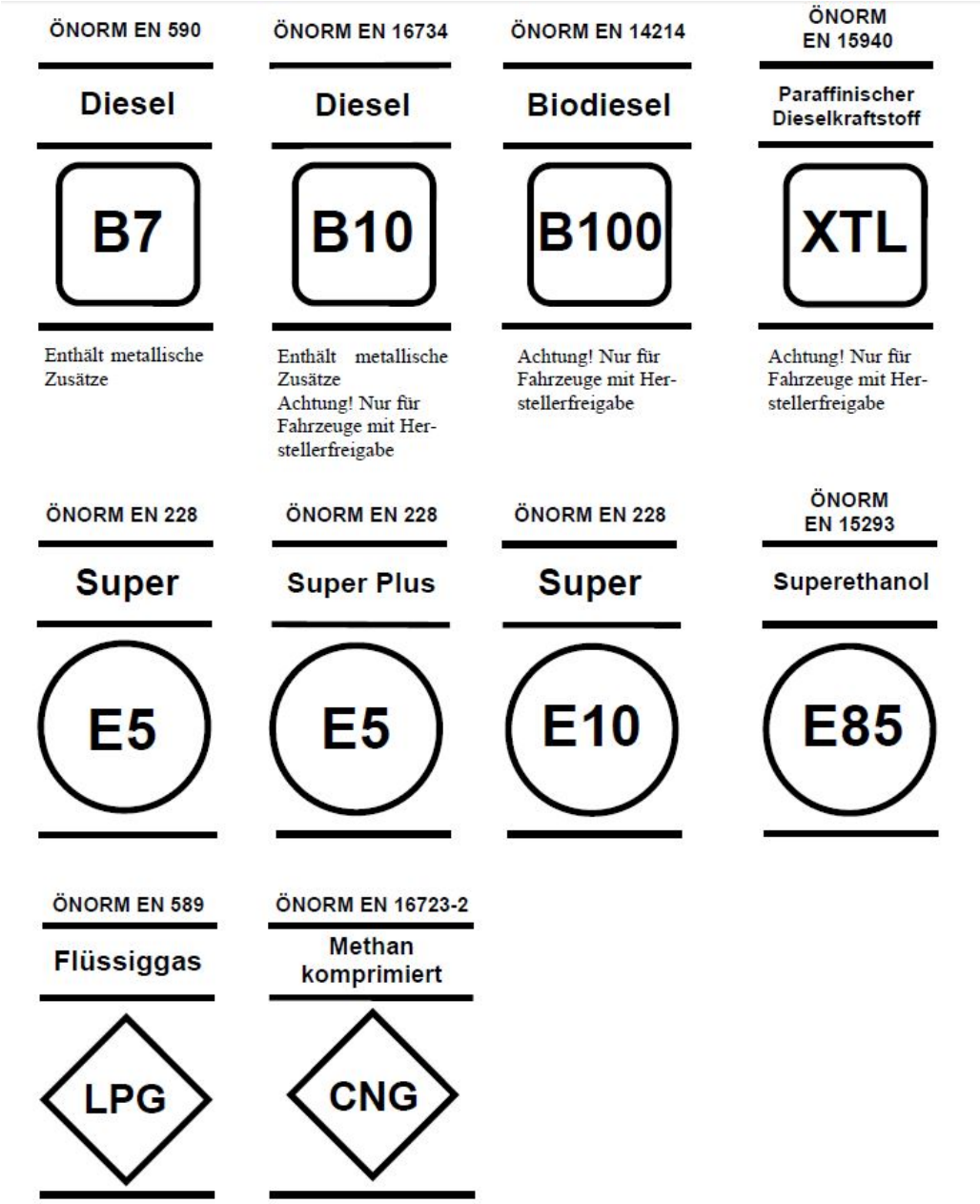


Abbildung 67: Übersicht der Kennzeichnung für Kraftstoffe (ÖNORM EN 16942, © Austrian Standards)

12.2 Kennzeichnung nach ISO 17840

Die ISO 17840 beschreibt im Teil 4 die Kennzeichnung der Antriebsart an 5 Stellen des Fahrzeuges mit Hilfe von retroreflektierenden Piktogrammen. Diese gilt für Pkw, Busse, Reisebusse sowie leichte und schwere Nutzfahrzeuge gemäß ISO 3833, ist aber nicht verpflichtend. Diese Antriebsenergieidentifizierung ist gem. ISO 17840 an fünf Stellen (vorne, links, rechts, hinten, oben) anzubringen.

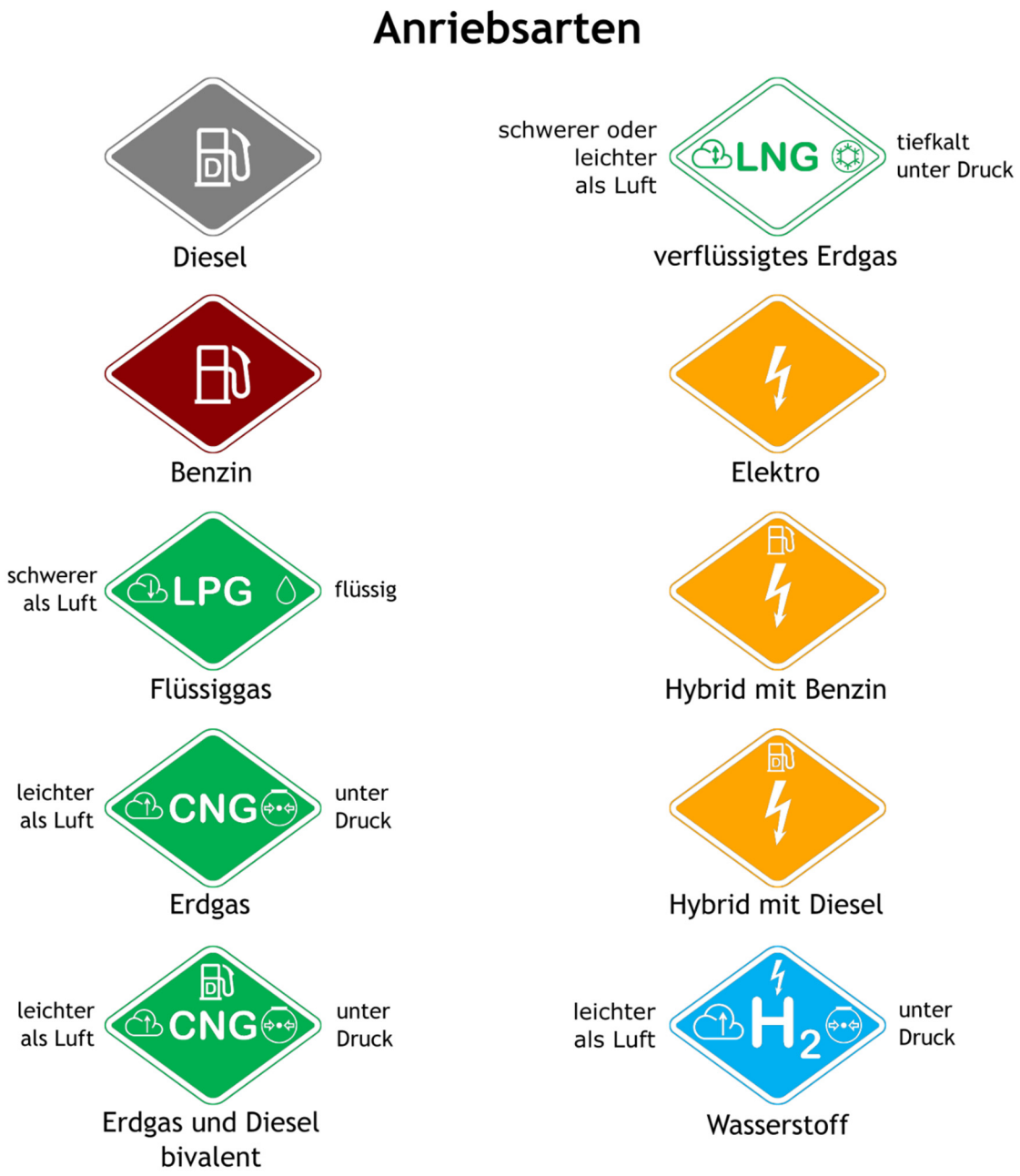


Abbildung 68: Übersicht der Kennzeichnungen für Kraftstoffe gem. ISO 17840 Teil 4 (Hubert Springer nach ISO 17840 Austrian Standards)

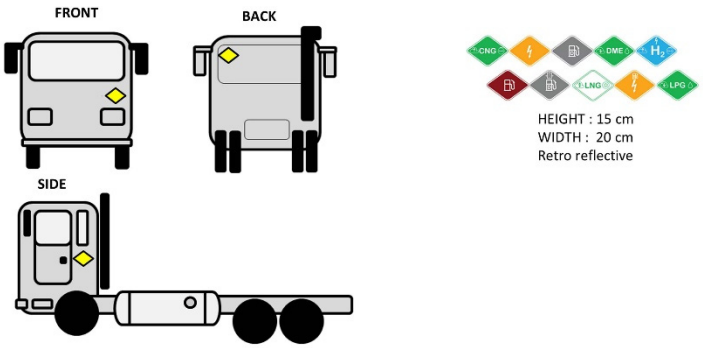


Abbildung 69: Kennzeichnung bei einem Typ von Gasantrieb / sonstiger Antrieb gem. ISO 17840 (CTIF – Informationspaket Schwerlastkraftwagen 2019 1 GERMAN)

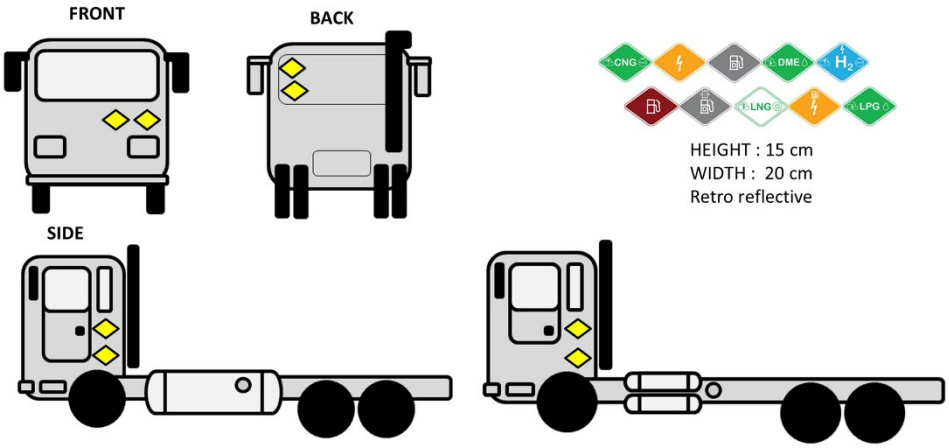


Abbildung 70: Beschriftung eines Lkw mit zwei alternativen Antriebsarten (nach CTIF - ISO 17840 INFORMATIONSPAKET SCHWERLASTKRAFTWAGEN 2019 1 GERMAN)

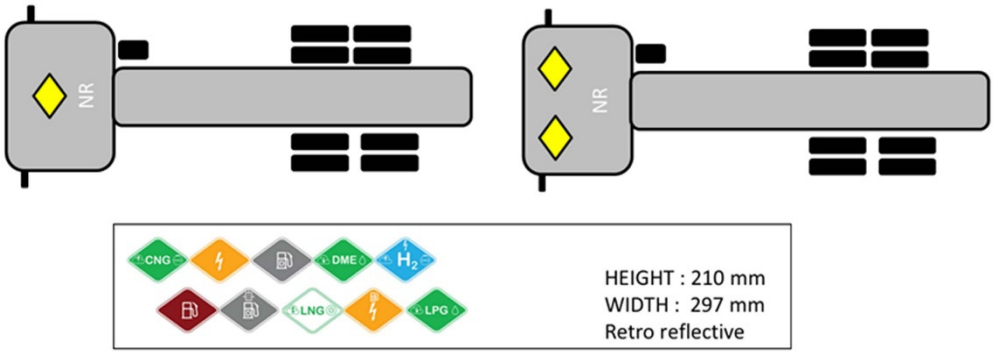


Abbildung 71: Beschriftung eines Lkw mit einem alternativen Antrieb (links) oder zwei (rechts) alternativen Antriebsarten (nach CTIF - ISO 17840 INFORMATIONSPAKET SCHWERLASTKRAFTWAGEN 2019 1 GERMAN)

HINWEIS des CTIF: Das Symbol am Heck des Lkw muss immer an einem nicht entfernbaren Teil (beispielsweise Anhänger o.ä.) und im Falle eines festen Ladungsbereichs weit hinten am Lkw in geeigneter Höhe angebracht werden.

12.3 Stoffspezifikation Erdgas CNG & LNG

Bezeichnung, Synonyme	Erdgas; Methan
Aggregatszustand	gasförmig
Geruch	Geruchlos, aus Sicherheitsgründen wird dem Erdgas in der Ortsversorgung ein Geruchstoff beigemengt (Odorierung), um auch geringe Ausströmungen wahrnehmen zu können. **In Transportleitungen und Anspeisungen für Großverbraucher kann Erdgas auch ohne Geruchsstoffbeimengung vorkommen.** **Bei LNG-Antrieben ist dem Erdgas ebenfalls kein Geruchsstoff beigemengt.**

	Erdgas (CNG)	Erdgas (LNG)
Summenformel	CH_4	CH_4
Gefahrennummer	23	223
UN – Nummer	1971	1972
Geruch	geruchlos	geruchlos
Siedetemperatur (20°C)	- 162°C	- 162°C
Dampfdichteverhältnis zu Luft (Luft = 1)	0,55	0,55
Löslichkeit in Wasser	geringfügig	geringfügig
Ex – Bereich (Vol. %)[1]	4,4- 17%	4,4- 17%
Zündtemperatur (°C) und Temperaturklasse	595°C/ T 1	595°C/ T 1

[1] Die Literaturangaben weichen geringfügig voneinander ab; an dieser Stelle wurden die „gefährlichsten“ Werte, also jene, welche am weitesten auseinanderliegenden, eingesetzt.

12.4 Stoffspezifikation Flüssiggas

Bezeichnung, Synonyme	Flüssiggas, Campinggas, Autogas, Propan/ Butan Mischung
Aggregatszustand	gasförmig, bei tiefen Temperaturen und unter Druck auch flüssig
Geruch	Grundsätzlich geruchlos, durch Verunreinigungen kommt es zu einem charakteristischen Gasgeruch
Dichte	Gasphase ist schwerer als Luft (1,5 bis 2-mal schwerer) Gefahr von Schwadenbildung in Bodennähe und Vertiefungen, Gefahr des Eindringens in Keller und Kanalisationen

	Propan	Butan
Summenformel	C3 H8	C4 H10
Gefahrennummer	23	23
UN – Nummer	1978	1011
Geruch	geruchlos	geruchlos
Dichte, flüssig (g/cm³ bei 20°C)	~0,5	~0,58
Siedetemperatur (20°C)	- 42° C	- 0,5° C
Dampfdichteverhältnis zu Luft (Luft = 1)	1,56	2,05
Dampfdruck (21°C)	8,3 bar	2,2 bar
Löslichkeit in Wasser	geringfügig	geringfügig
Ex – Bereich (Vol. %)2	1,5 – 10,8%	1,5 – 8,5%
Zündtemperatur (°C) und Temperaturklasse	470°C/ T1	365°C/ T1

1 kg Flüssiggas entspricht ca. 2 l Flüssigphase
ca. 2 l Flüssigphase entsprechen ca. 500 l Gasphase
500 l Gasphase kann ~30.000 l zündfähiges Gas-/Luftgemisch ergeben

[2] Die Literaturangaben weichen geringfügig voneinander ab; an dieser Stelle wurden die „gefährlichsten“ Werte, also jene, welche am weitesten auseinanderliegenden, eingesetzt.

12.5 Stoffspezifikation Wasserstoff

Bezeichnung, Synonyme	Wasserstoff
Aggregatszustand	gasförmig
Geruch	**Farb- und geruchlos**
Dichte	Wasserstoff ist viel leichter als Luft (14mal!), sammelt sich in Räumen unter der Decke.
	Wasserstoff verdichtet
Summenformel	H2
Gefahrennummer	23
UN – Nummer	1049
Geruch	geruchlos
Siedetemperatur	- 253°C
Dampfdichteverhältnis zu Luft (Luft = 1)	0,07
Löslichkeit in Wasser	geringfügig
Ex – Bereich (Vol. %)[3]	4,0 – 77%
Zündtemperatur (°C) und Temperaturklasse	560°C/ T1

[3] Die Literaturangaben weichen geringfügig voneinander ab; an dieser Stelle wurden die „gefährlichsten“ Werte, also jene, welche am weitesten auseinanderliegenden, eingesetzt.

12.6 Stoffspezifikation Methanol

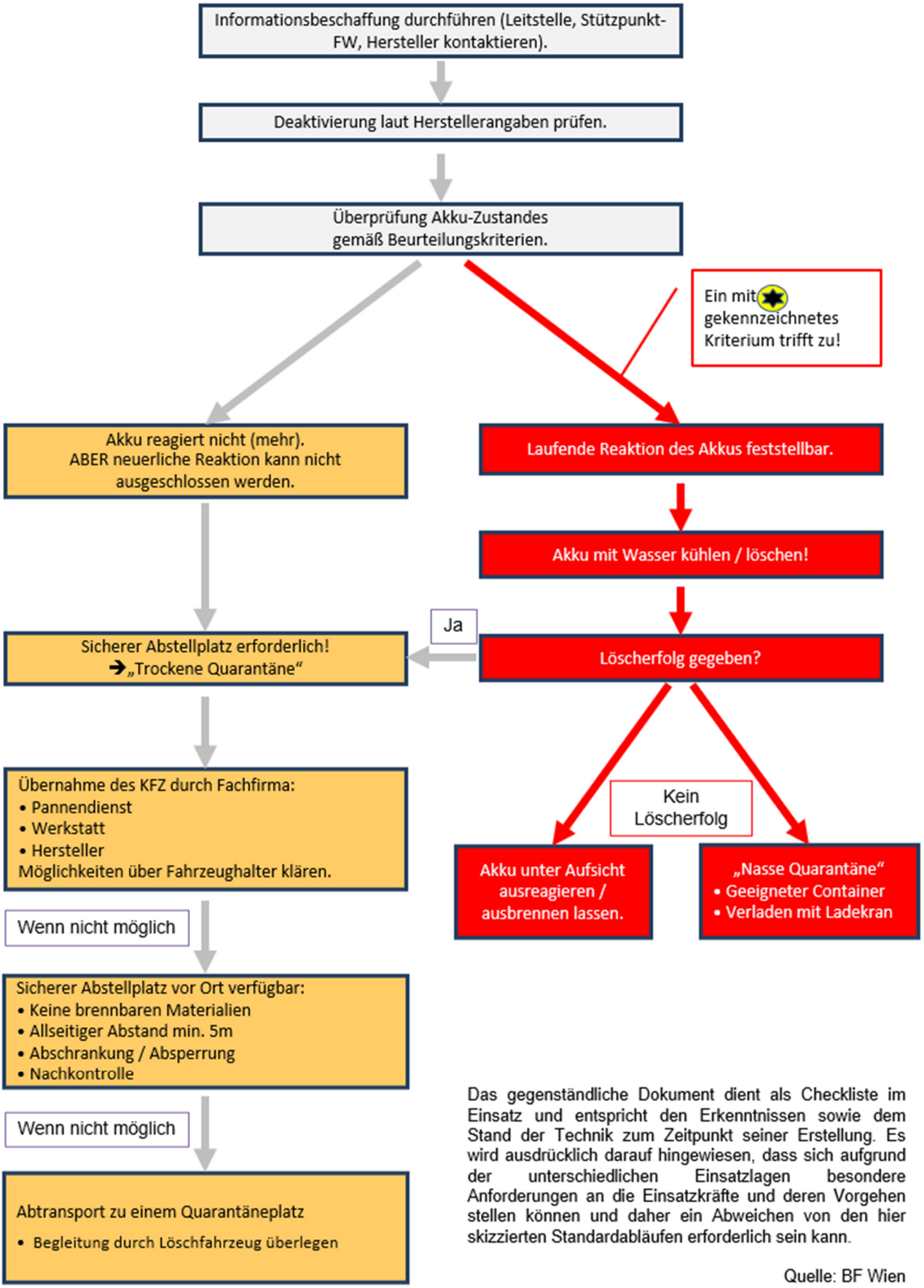
Bezeichnung, Synonyme	Methanol, Holzgeist, Methylalkohol, Holzspiritus
Aggregatszustand	flüssig
Geruch	alkoholartig
Dichte	Dämpfe annähernd gleich schwer wie Luft
	Methanol
Summenformel	CH_3 OH
Gefahrennummer	336
UN – Nummer	1230
Dichte, flüssig (g/cm³ bei 20°C)	0,792g/cm³
Siedetemperatur	65° C
Dampfdichteverhältnis zu Luft (Luft = 1)	1,1
Löslichkeit in Wasser	vollständig mischbar
Ex – Bereich (Vol. %)	5,5– 36,5%
Flammpunkt	11°C
Zündtemperatur (°C)	455°C
Temperaturklasse	T 1

12.7 Ablaufschema

Gefährdungsabschätzung von Lithium-Ionen Hochvolt-Akkus Beurteilungskriterien

Keine Informationen über den Einbauort vorhanden z.B.: Kein Rettungsdatenblatt verfügbar.	JA O	NEIN O
Verformung / Beschädigung des Batteriegehäuses vom HV-Akku (Eindellung, Aufwölbung,...)	JA O	NEIN O
Fremdteil ins Batteriegehäuse des HV-Akkus eingedrungen (z.B.: Verkehrszeichen, Karosserieteil, Leitschienenteil,...)	JA O	NEIN O
Innere Bauteile des HV-Akkus sichtbar (z.B.: Batteriemodule / Zellen,...)	JA O	NEIN O
Flüssigkeitsaustritt aus dem Batteriegehäuse des HV-Akkus	JA O	NEIN O
Aromatischer Geruch wahrnehmbar (ähnlich Klebstoff / Kirschkaugummi)	JA O	NEIN O
Fahrzeug mit E-Antrieb in Brand oder ausgebrannt (E-Fzg., Hybridfzg.,...)	JA O	NEIN O
Funkenbildung, Knistergeräusche, „Rattern“ wahrnehmbar	JA O ✱	NEIN O
Rauch- oder Dampfaustritt aus dem Batteriegehäuse des HV-Akkus	JA O ✱	NEIN O
Temperaturerhöhung des HV-Akkus über 60° C feststellbar	JA O ✱	NEIN O
Auffällige Temperaturunterschiede im Bereich des Batteriegehäuses des HV-Akkus (Hotspots) feststellbar	JA O ✱	NEIN O
Akku im bzw. unter Wasser	JA O	NEIN O
Zweifel an der Funktionstüchtigkeit der Sicherheitseinrichtungen	JA O	NEIN O
Erforderliche Maßnahmen:	Sobald **ein Punkt mit JA** beantwortet wurde: • Gefahr unsicherer Akku! • HV-Akku womöglich vom Ereignis betroffen! • **Sondermaßnahmen erforderlich!**	Nur wenn **ALLE** Punkte mit **NEIN** beantwortet wurden: • Fahrzeug gesichert abstellen • Zündung aus UND 12 V Batterie(n) abklemmen • Schlüssel vom Fahrzeug räumlich trennen

Ablaufschema



Das gegenständliche Dokument dient als Checkliste im Einsatz und entspricht den Erkenntnissen sowie dem Stand der Technik zum Zeitpunkt seiner Erstellung. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich aufgrund der unterschiedlichen Einsatzlagen besondere Anforderungen an die Einsatzkräfte und deren Vorgehen stellen können und daher ein Abweichen von den hier skizzierten Standardabläufen erforderlich sein kann.

Quelle: BF Wien