



## Information

### EINSATZ MIT ALTERNATIV ANGETRIEBENEN FAHRZEUGEN UND DEREN PERIPHERIE

---

1. Präambel	5
2. Allgemeines	5
3. Hybrid- und Elektrofahrzeuge	6
4. Fahrzeuge mit Brennstoffzelle (Wasserstoff)	12
5. Erdgasantriebe	15
6. Flüssiggas Antriebe	22
7. Bioethanol	26
8. Künstliche Treibstoffe	27
9. Ad Blue ®	28
10. Tank- und Ladestellen	29
11. Einsatzmaßnahmen	33
12. Anhang	45

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.

## Revisionsverlauf

Datum	Version	Änderungen
Juni 2020	2.1	Druckangabe bei LNG-Antrieben korrigiert; Satz über die Standorte von LNG-Tankstellen entfernt
Februar 2020	2	Umfassende Änderungen: Neues Kapitel ISO 17840 hinzugefügt, neue Kennzeichnungen ergänzt, Formulierungen verbessert, Grafiken der GAMS Karten erneuert (grafischen Verbesserungen), Erlass BMI ergänzt, div. Tippfehler ausgebessert
März 2019	1	Erstveröffentlichung

Medieninhaber &  
Herausgeber:

Österreichischer Bundesfeuerwehrverband  
Voitgasse 4, 1220 Wien

Telefon: +43 (0) 1 545 82 30

Fax: DW 13

E-Mail: [office@feuerwehr.or.at](mailto:office@feuerwehr.or.at)

Erarbeitet durch:

Sachgebiet 5.1 - Brand- & technischer Einsatz  
Sachgebiet 4.6 - Gefährliche Stoffe

Copyrightinweis:

© ÖBFV 2020, Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck und Vervielfältigung nur für den feuerwehrodienstlichen Betrieb zulässig. Veröffentlichungen und gewerbliche Nutzung nur mit schriftlicher Genehmigung des Medieninhabers zulässig.

# Inhalt

1.	Präambel	5
2.	Allgemeines	5
3.	Hybrid- und Elektrofahrzeuge	6
3.1	Fahrzeuge mit Hybridantrieb .....	6
3.2	Elektrofahrzeuge .....	8
3.3	Sicherheitseinrichtungen bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen (> 60 V DC) .....	9
4.	Fahrzeuge mit Brennstoffzelle (Wasserstoff)	12
4.1	Funktion .....	12
4.2	Erkennen .....	13
4.3	Gefahren .....	14
4.4	Sicherheitseinrichtungen .....	14
5.	Erdgasantriebe	15
5.1	Compressed Natural Gas (CNG) Antrieb .....	15
5.2	Liquefied Natural Gas (LNG) Antrieb .....	19
6.	Flüssiggas Antriebe	22
6.1	Funktion .....	22
6.2	Erkennen .....	23
6.3	Gefahren .....	23
6.4	Sicherheitseinrichtungen am Multiventil .....	24
7.	Bioethanol	26
7.1	Funktion .....	26
7.2	Erkennen .....	26
7.3	Gefahren .....	26
8.	Künstliche Treibstoffe	27
8.1	Produkte .....	27
8.2	Funktion .....	27
8.3	Erkennen .....	27
8.4	Gefahren .....	27
9.	Ad Blue ®	28
9.1	Funktion .....	28
9.2	Erkennen .....	28
9.3	Gefahren .....	28
10.	Tank- und Ladestellen	29

10.1	E-Ladestation .....	29	
10.2	Erdgas Tankstelle - gasförmig (CNG).....	30	
10.3	Erdgas Tankstelle- flüssig (LNG).....	31	
10.4	Flüssiggas Tankstelle .....	32	
10.5	Wasserstoff Tankstelle .....	32	
11.	<b>Einsatzmaßnahmen</b>		<b>33</b>
11.1	ERKUNDUNG .....	33	
11.2	G A M S - Regel .....	33	
11.3	A U T O - Regel .....	33	
11.4	Informationsbeschaffung .....	35	
11.5	Einsatzmaßnahmen Brand .....	36	
11.6	Einsatzmaßnahmen Verkehrsunfall .....	41	
11.7	Einsatzmaßnahmen Tank- Ladesäulen.....	43	
11.8	Einsatzmaßnahmen Bergung .....	43	
11.9	Einsatzmaßnahmen Fahrzeug im Wasser .....	44	
11.10	Erste Hilfe bei Einwirkung von Gas oder Treibstoffen .....	44	
12.	<b>Anhang</b>		<b>45</b>
12.1	Kennzeichnung nach ÖNORM EN 16942.....	45	
12.2	Kennzeichnung nach ISO 17840.....	46	
12.3	Stoffspezifikation Erdgas CNG & LNG.....	48	
12.4	Stoffspezifikation Flüssiggas .....	49	
12.5	Stoffspezifikation Wasserstoff .....	50	
12.6	Methanol .....	51	

# 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.

Als Ergänzung zu dieser Information ist in der Wissensdatenbank eine Link-Sammlung zu weiterführenden Medien verfügbar.

# 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 Elektrofahrzeuge

### 3.1 Fahrzeuge mit 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 Gleichstrom. Verbaut ist die Hochvoltbatterie im Bereich der Bodenplatte/Kofferraum wobei dies aufgrund der oftmals geringeren Größe im Vergleich zu rein elektrisch angetriebenen Fahrzeugen sehr unterschiedlich sein kann. (Front, Heck, ...)



Abbildung 1: Antriebssystem Hybridfahrzeug (BMW AG)

#### Hochvolt vs. Hochspannung - Erläuterungen

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. Bei Gleichspannungsanlagen liegt die Grenze zum Hochspannungsbereich bei 1.500 V.

### 3.1.2 Erkennen

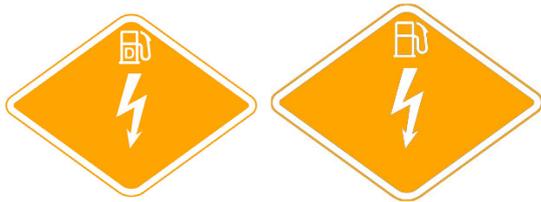


Abbildung 2: Piktogramme mit Kennzeichnung von Hybridantrieben mit „Elektro+Diesel“ (links) und „Elektro+Benzin“ (rechts) nach ISO 17840

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 ab 48 V in oranger Farbe 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 4: Lademöglichkeit hinter Tankdeckel (BMW AG)



Abbildung 3: Beispiel einer Bezeichnung für Elektrofahrzeuge (BMW AG)



Abbildung 5: Aufbau eines Hochvoltkabels (Hubert Springer, ÖBFV)

### 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 Elektrofahrzeuge

### 3.2.1 Funktion

Elektrofahrzeuge (EV bzw. BEV) verfügen über einen oder einen geteilten Hochvoltspeicher (Batterie). Die Spannungen liegen zwischen 60 - 800 V Gleichstrom im Bereich der Batterie bzw. bei 800 V Wechselstrom 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. Die Hochvoltbatterie ist in der Regel im Bereich der Bodenplatte bzw. Mitteltunnel, generell geschützt, verbaut. Die Betriebstemperatur im Bereich der Hochvoltbatterie liegt zwischen 30 und 50 °C. Für die optimale Betriebstemperatur sorgt ein intelligentes Heiz- und Kühlsystem. (Luft, Wasser bzw. Öl). Nur wenige Hochvoltbatterien arbeiten mit höheren Temperaturen (Zebra-Batterien bis zu 300 °C).

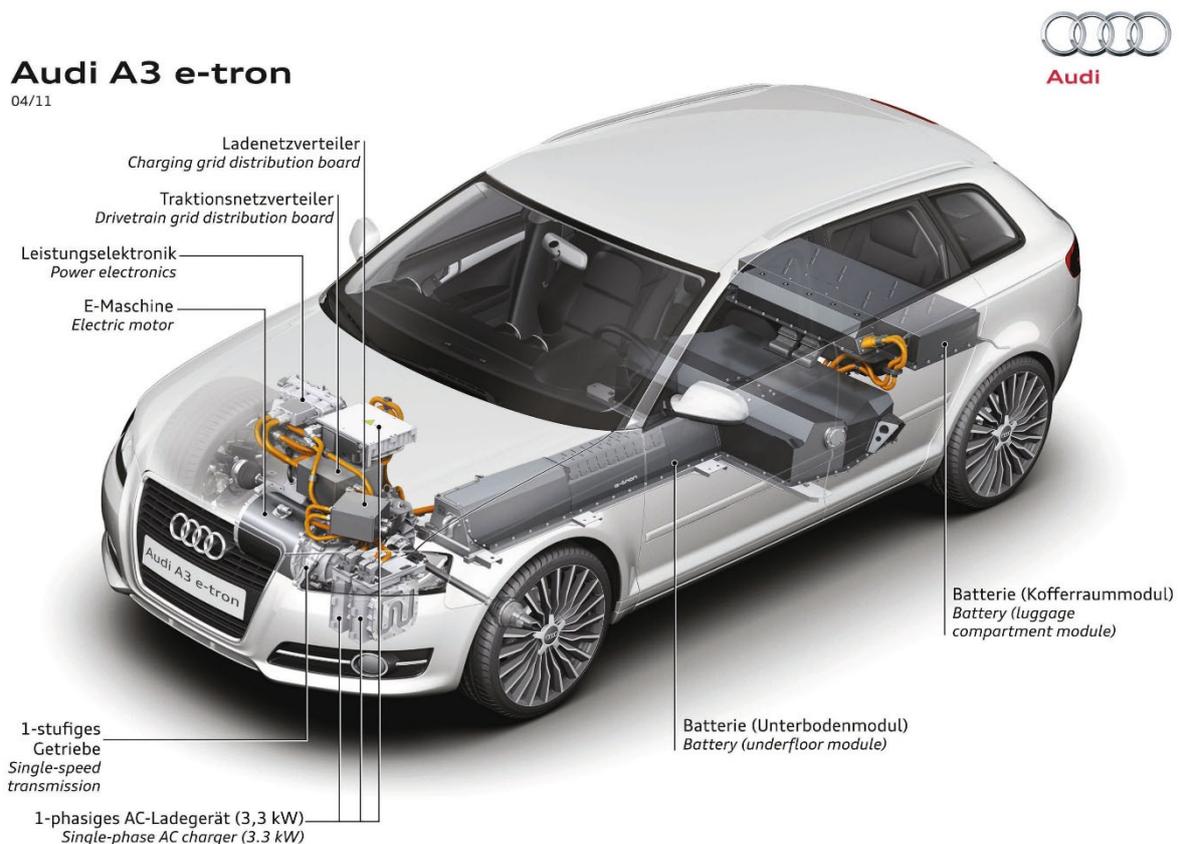


Abbildung 6: Komponenten eines Elektrofahrzeuges (Audi AG)

### 3.2.2 Erkennen



Abbildung 7: 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, ist jedoch nicht durchgängig, da vor 04/2017 nicht verfügbar und bei Wechselkennzeichen auch nicht (D.h. es gibt daher auch E-Fahrzeuge ohne „grünem Kennzeichen“). 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 8: Lademöglichkeit hinter Tankdeckel (Volkswagen AG)



Abbildung 9: Beispiel Kennzeichen mit grüner Schrift (Wolfgang Niederauer, ÖBFV)

### 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.

## 3.3 Sicherheitseinrichtungen bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen (> 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 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.

Zum Ziehen des „Service Disconnect“ wird das Tragen von Hochvolt-Schutzhandschuhe und die Verwendung des Gesichtsschutzvisiers empfohlen, da es bei fehlendem HV-Interlock-System zu einer Gefährdung durch Lichtbogen kommen könnte.

Bei stark beschädigter Batterie mit offenem Gehäuse ist zu bedenken, dass innerhalb der Batterie unabhängig davon, ob man „Service Disconnect“ nutzt oder nicht, weiterhin die Gefahr eines Stromschlags besteht.



Abbildung 10: Service Disconnect - Wartungsstecker (Winterschulung 2017/18, SFS Würzburg)



Abbildung 11: HV Trennstelle für Einsatzkräfte (Wolfgang Niederauer, ÖBFV)

### 3.3.4 Deaktivierung der Hochvoltkomponenten

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 durch mechanische Trennrelais, welche in der HV-Batterie für den Plus- und Minuspol separat vorhanden sind.



**Selbst wenn ein Relaiskontakt „kleben bleiben“ sollte, ist der Stromkreis durch das Öffnen des anderen Relais nicht geschlossen. Zusätzlich verfügen viele Fahrzeuge bereits über sogenannte Hochvolttrennstellen. Diese Trennstellen sind besonders gekennzeichnet und mit Hilfe von Rettungsdatenblättern im Fahrzeug auffindbar.**

### 3.3.5 Entladeschaltungen

Mit der Auslösung der Hochvoltdeaktivierung werden auch Entladevorgänge eingeleitet, sodass das Leitungssystem stromlos ist.

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.

### 3.3.6 Warnhinweise

Bedeutend für die Einsatzkräfte sind die Kennzeichnungen der orangefarbenen 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 12: Warnzeichen für Gefahr durch Hochvolt (Amann, Landesfeuerwehrschule Vorarlberg)

### 3.3.7 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 13: Lichtbogen beim Trennen einer 48 Volt Leitung (Sapeurs-pompiers de la Vienne, ÖBFV Film Gefahrenlehre)

## 4. Fahrzeuge mit Brennstoffzelle (Wasserstoff)

### 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 Wasserstoffes. 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.

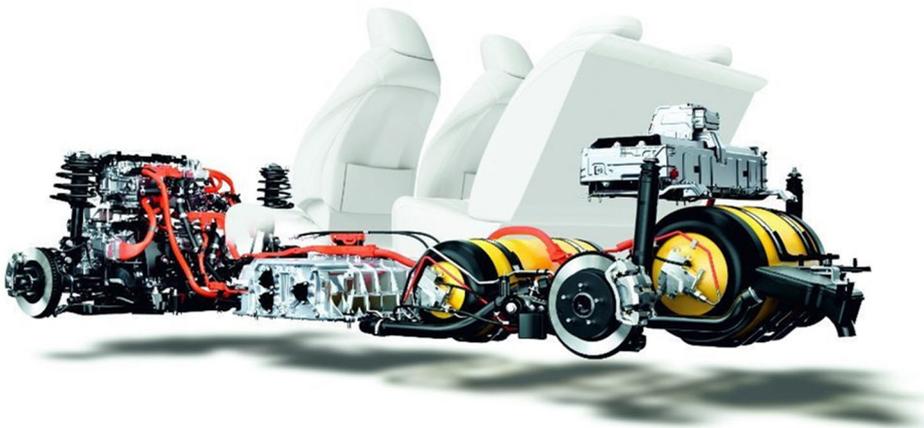


Abbildung 14: Darstellung eines Wasserstoff / Brennstoffzelle Antriebs (Toyota)

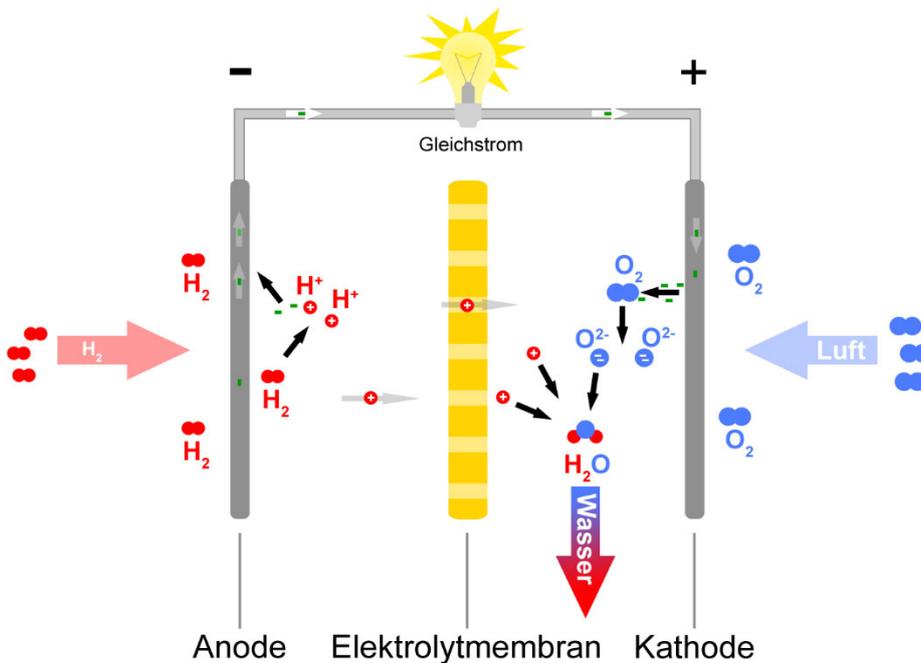


Abbildung 15: Schematische Darstellung des Funktionsprinzips einer Brennstoffzelle (Christoph Lingg, wikipedia.de)

## 4.2 Erkennen



Abbildung 16: Piktogramm mit Kennzeichnung eines „Wasserstoffantriebs mit Brennstoffzelle“ nach ISO 17840

Ähnlich wie beim Hybridfahrzeug ist die Erkennung von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen nur selten 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. 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.



Abbildung 18: Betankungssystem Wasserstoff (Audi AG)



Abbildung 17: Beispiel einer Beschriftung für ein Wasserstofffahrzeug (Audi AG)



Abbildung 19: 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, da er sich an der Austrittsstelle durch Entspannung bis zur Zündtemperatur erwärmen kann.

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



Abbildung 20: 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.

# 5. Erdgasantriebe

## 5.1 Compressed Natural Gas (CNG) Antrieb

### 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 Benzinantrieb) 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 21: Antriebssystem Erdgasfahrzeug (Audi AG)



Abbildung 22: Erdgasanlage CNG - Fahrzeug (Audi AG)

### 5.1.2 Erkennen



Abbildung 23: 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 24: Anzeige CNG in der Instrumententafel (Audi AG)



Abbildung 25: Zusätzlicher Tankstutzen für Betankung von Erdgas (SFS Würzburg Winterschulung „Alternative Antriebe“)

### 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<sup>3</sup> Erdgas entsprechen maximal 700 m<sup>3</sup> zündfähigem Gas-Luft-Gemisch

LKW ca. 100 m<sup>3</sup> Erdgas entsprechen maximal 2.000 m<sup>3</sup> zündfähigem Gas-Luft-Gemisch

BUS ca. 230 m<sup>3</sup> Erdgas entsprechen maximal 4.600 m<sup>3</sup> zündfähigem Gas-Luft-Gemisch

## 5.1.4 Sicherheitseinrichtungen

Erdgasfahrzeuge verfügen über mehrere Sicherheitseinrichtungen

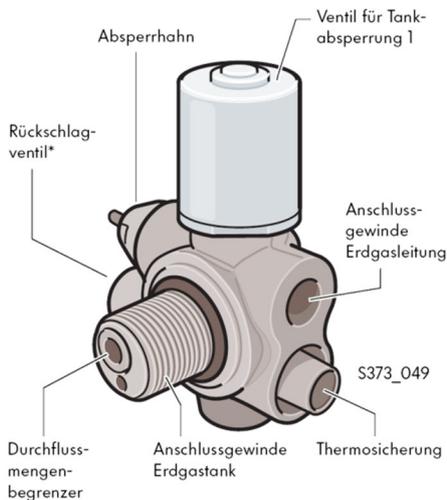


Abbildung 26: Sicherheitsventil für Erdgasfahrzeuge (Volkswagen AG)

### 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).

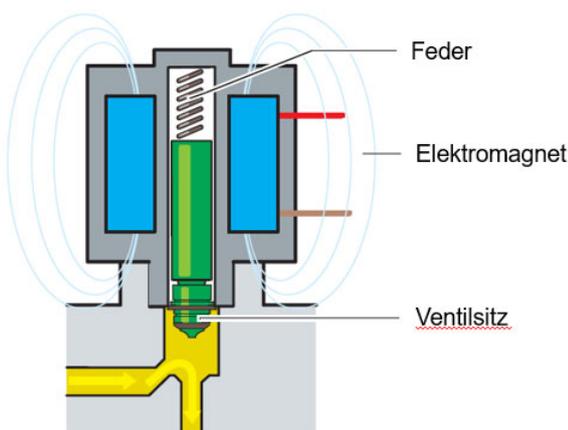


Abbildung 27: Funktionsprinzip eines elektromagnetischen Absperrventils im geöffneten Zustand (Volkswagen AG)

## 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.

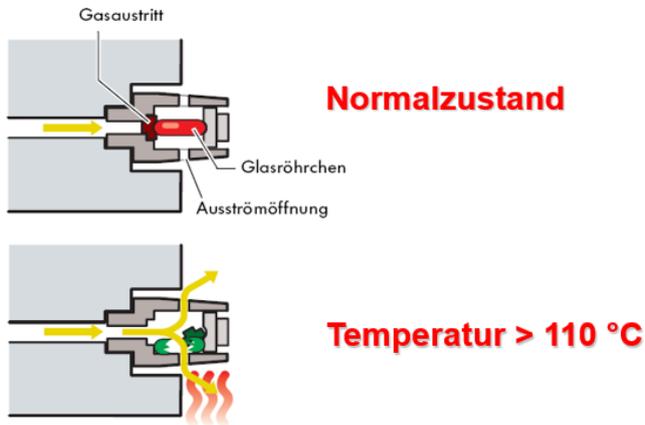


Abbildung 28: Funktionsprinzip der Thermosicherung (Volkswagen AG)

## Durchflussmengenbegrenzer

Der Durchflussmengenbegrenzer verhindert, dass große Gas Mengen 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.

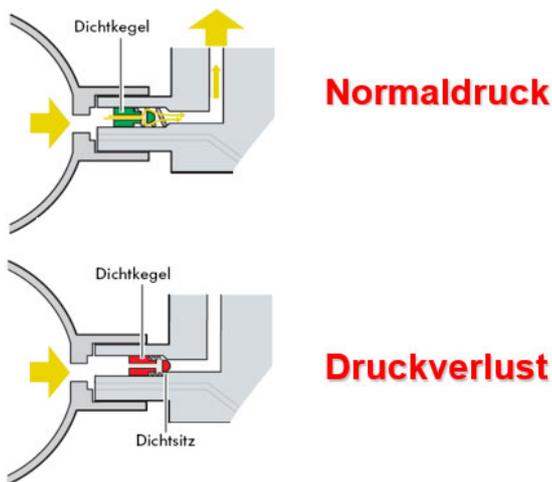


Abbildung 29: Funktionsprinzip des Durchflussmengenbegrenzers (Volkswagen AG)

## Mechanisches Absperrventil

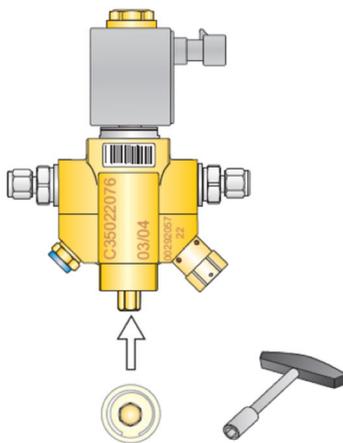
Unabhängig von sämtlichen Sicherheitseinrichtungen ist auch das manuelle Schließen des Gastanks möglich. Die Absperrvorrichtungen befinden sich sehr häufig unmittelbar an den Flaschen und somit oftmals stark verbaut. Für das Schließen sind möglicherweise spezielle Werkzeuge (siehe Bild) erforderlich.

### Übersicht der manuellen Absperrvorrichtungen Flaschenventile CNG



#### Ceodeux/Rotarex

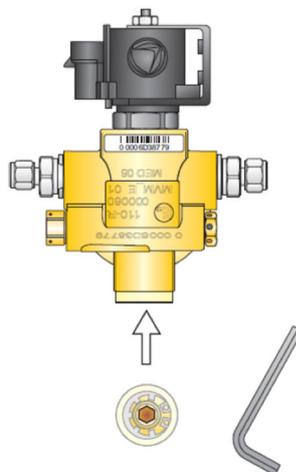
Verbaut bei:  
Zafria A CNG bis MJ 2005  
Astra G CNG



Manuelle Absperrvorrichtung  
Ansicht von unten!  
Aussen Sechskant  
Schlüsselweite 8 mm

#### Landi Renzo

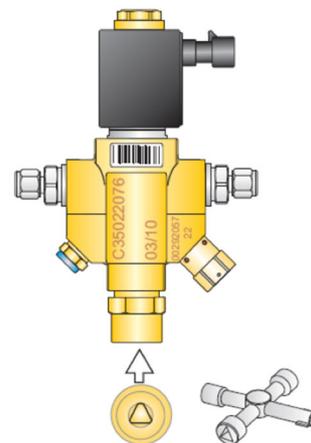
Verbaut bei:  
Zafria A nach MJ 2005 oder  
Flaschenkampagne  
Zafira B bis April 2010  
Combo C bis April 2010



Manuelle Absperrvorrichtung  
Ansicht von unten!  
Innensechskant  
Inbus 5 mm

#### Ceodeux/Rotarex

Verbaut bei:  
Zafria A (mit durchgeführter Flaschen-  
tausch Kampagne nach April 2010)  
Zafira B nach April 2010  
Combo C nach April 2010



Manuelle Absperrvorrichtung  
Ansicht von unten!  
Aussen Dreikant 9 mm  
(Schaltstrahrschlüssel)

Abbildung 30: Beispiele für Absperrmöglichkeiten bei CNG Flaschenventile (Opel AG)

## 5.2 Liquefied Natural Gas (LNG) Antrieb

### 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.  $-130\text{ °C}$  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 31: LNG - Tank (isoliert) (Iveco)

## 5.2.2 Erkennen



Abbildung 32: 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 33: Beispiel einer Bezeichnung für LNG Truck (Volvo)



Abbildung 34: Lkw mit LNG Antrieb (Volvo)

### 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 35: 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.

### 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.

## 6. Flüssiggas Antriebe

### 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 36: Antriebssystem LPG-Fahrzeug (Volkswagen AG)

## 6.2 Erkennen



Abbildung 37: 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 I E 06 zu entnehmen.



Abbildung 38: Wahlschalter für Antriebsart (Volkswagen AG)



Abbildung 39: Zusätzlicher Tankstutzen für die Betankung von Erdgas (Volkswagen AG)

## 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.

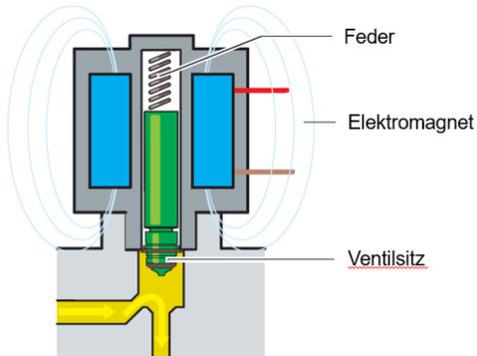


Abbildung 40: Funktionsprinzip elektromagnetisches Absperrventil (Volkswagen AG)

### 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.

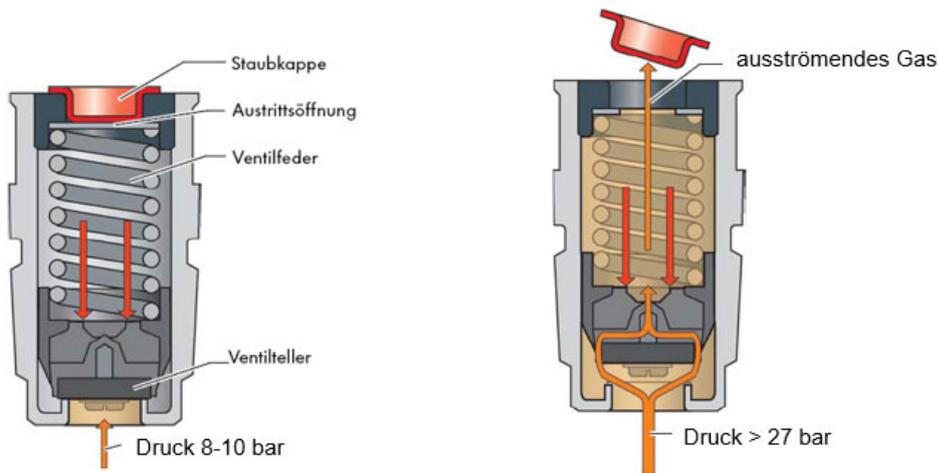


Abbildung 41: Funktionsprinzip der Überdrucksicherung bei LPG (Volkswagen AG)

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.

## 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. Die Freisetzung (Gewässer, Grundwasser, Erdreich) und damit verbundene Umweltgefährdung ist im Vergleich zu konventionellen Treibstoffen (Benzin, Diesel, E85 Benzin-Ethanol) wesentlich geringer.

# 8. Künstliche Treibstoffe

## 8.1 Produkte

### 8.1.1 Gas to Liquid, GtL (Handelsbezeichnung z.B. Synfuel ®)

Hier werden verschiedene brennbare Gase chemisch zu einem künstlichen Flüssigtreibstoff umgewandelt

### 8.1.2 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 flüchtig. 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 42: 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 43: Ladesäule für Elektrofahrzeuge (E-Tankstelle) (Wolfgang Niederauer, ÖBFV)



1

Abbildung 44: Typ 2 Stecker (FEUERWEHR.AT | R. Berger)



2

Abbildung 45: CCS - Stecker (FEUERWEHR.AT | R. Berger)



3

Abbildung 46: 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.

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

Muss ein Stecker von einem Elektro- oder Hybridfahrzeug entfernt werden, so ist es möglich den Stecker mit Gewaltanwendung aus der verriegelten Ladesteck zu ziehen. Der Stecker- bzw. die Steckdose wird dabei jedoch beschädigt.

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

In naher Zukunft ist aber auch damit zu rechnen, dass Ladestationen Hochvoltakkus beeinhalteten um hier 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 47: 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.

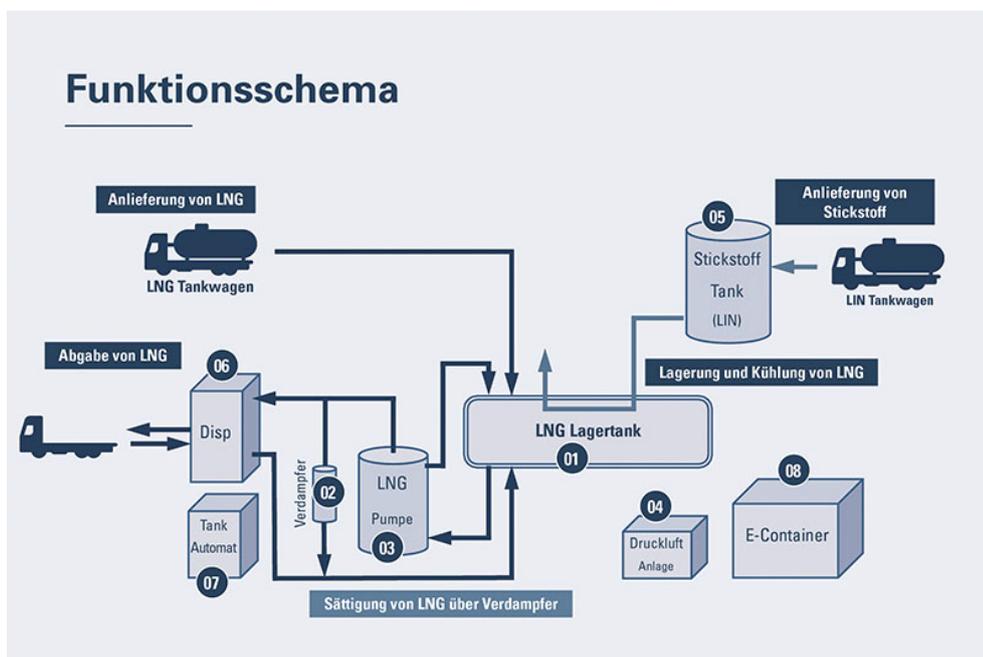


Abbildung 48: LNG Funktionsschema (RAG Austria AG)

## 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 49: Flüssiggastankstelle  
(Wolfgang Niederauer; ÖBFV)



Abbildung 50: 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 51: Rückseite Wasserstofftankstelle (Flaschenbündel) (Roman Sykora, ÖBFV)

# 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.

## 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 (zwischen) 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

Genauere Vorgangsweisen sind den spezifischen Rettungsleitfäden und Rettungsdatenblättern jedes einzelnen Fahrzeugmodells zu entnehmen. Mittlerweile sind die empfohlenen Vorgangsweisen der Hersteller dementsprechend komplex, sodass die Rettungs- und Bergearbeiten ohne Blick in die Rettungs- und Bergeleitfäden kaum bzw. nur erschwert möglich sein können.

### 11.4.1 Kennzeichenabfrage

Da bei schweren Verkehrsunfällen eine eindeutige Zuordnung des Fahrzeugmodells nicht mehr möglich sein kann, besteht seit 2013 für die Feuerwehren in Österreich die Möglichkeit über die vor Ort befindlichen Exekutivbeamten mit dem Fahrzeugkennzeichen (nur für in Österreich zugelassene Modelle möglich) das genaue Baujahr, die Marke und Type abfragen zu lassen.

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)

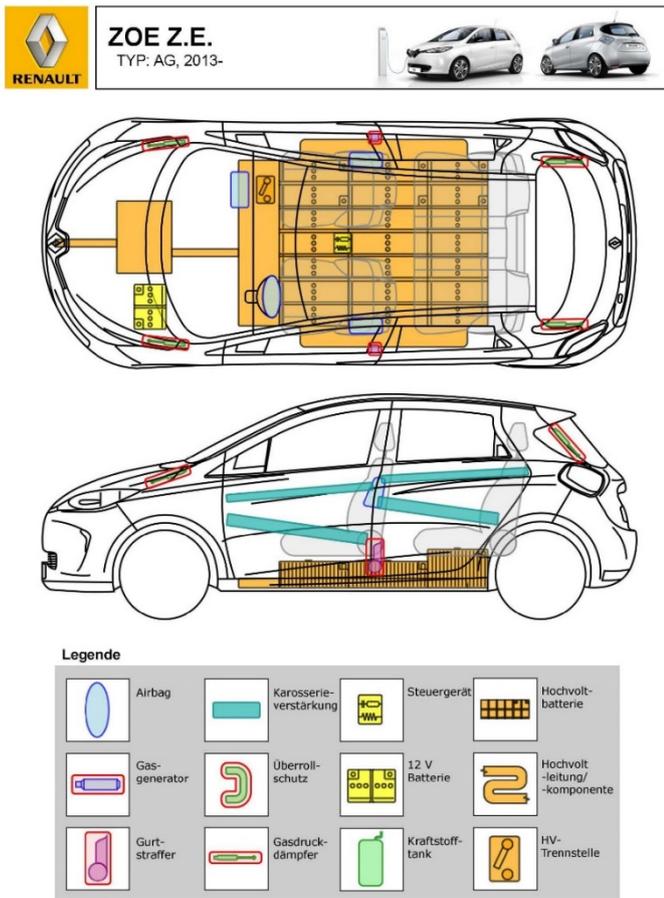
*„Bei Einsatz des hydraulischen Rettungssatzes durch die Feuerwehren bei der Rettung von Menschen aus Unfallfahrzeugen ist es, um die Eigen- und Fremdgefährdung zu reduzieren, notwendig fahrzeugbezogene Information darüber zu gelangen, wo pyrotechnische Sätze, Hochspannungsleitungen oder die Batterie 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.

## 11.4.2 Rettungsdatenblätter



Rettungsdatenblätter können derzeit über verschiedene Online Möglichkeiten ([www.i122.at](http://www.i122.at), [www.oeamtc.at](http://www.oeamtc.at) etc.) abgerufen werden. Anhand der hinterlegten Rettungsdatenblätter lassen sich die Einbauorte von Airbagbauteilen, Batterien, Hochvoltbauteilen, pyrotechnischen Sicherheitseinrichtungen, usw. anhand einer einfachen bildlichen Darstellung auslesen.

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. In diesem Zusammenhang wird für Rettungsdatenblätter auch der Begriff Rettungskarte verwendet.

Abbildung 52: Beispiel eines Rettungsdatenblatts (Renault)

04/2012 | Renault Deutschland AG in Zusammenarbeit mit Moditech Rescue Solutions

## 11.4.3 Softwarelösungen

Es gibt Anbieter, welche diese Rettungsdatenblätter auch als kostenpflichtige Softwarelösung mit zusätzlichen Informationen anbieten (z.B. i122 als App oder Programm kostenlos für österreichische Feuerwehren, Crash Recovery System - Fa. Moditech).

## 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.

### 11.5.5 Löschangriff von der Seite bzw. Wurfweite ausnutzen

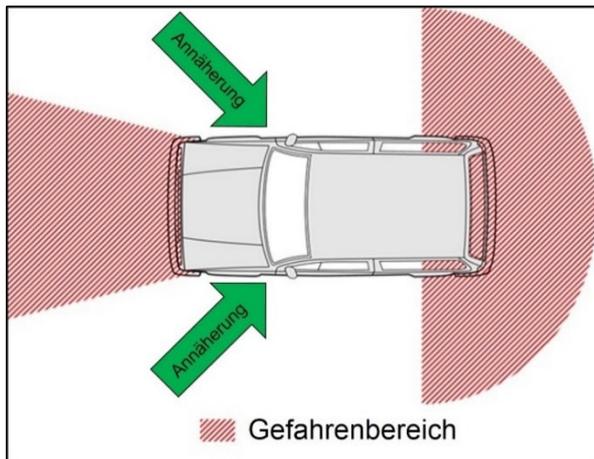


Abbildung 53: Gefahrenbereiche und Angriffsrichtungen beim Brandeinsatz (Roman Sykora, ÖBFV)

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 Geschöß 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, H<sub>2</sub>). 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 Hochvoltakkus, 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

Möglicherweise kann der eigentliche Brand in der Zelle nicht gelöscht werden. Es muss aber jedoch versucht werden, 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. Die Kühlung eines

in Brand geratenen Hochvoltakkus kann durchaus mehrere Stunden dauern. Das Einschlagen von Löschlanzen in einen Hochvoltakku kann derzeit nicht empfohlen werden.

#### **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) Bordnetzatterie 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.

#### **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.



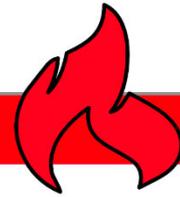
Abbildung 54: Austritt von Flüssiggas in Flüssigphase (Sapeurs-pompiers de la Vienne)

### 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.

**FAHRZEUGE MIT ALTERNATIVEN ANTRIEBEN  
BRANDEINSATZ**



**G**

**Gefahr erkennen**

**"AUTO" - MERKREGEL**

- A** - Austretende Betriebsmittel
- U** - Unterboden , Motor- Kofferraum (Auspuff, Fremdkörper, Kabel)
- T** - Tankdeckel (Gasventile, Anschlüsse, Aufschriften)
- O** - Oberfläche (Kennzeichen, Aufschriften, Verformung, Airbag ausgelöst?)

**A**

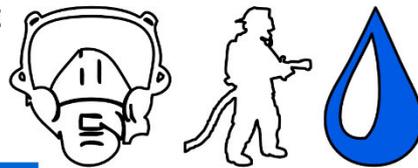
**Absichern**

- Fahrzeugaufstellung (Sicherheitsabstand, Gefälle beachten)
- Radkeile setzen sobald sicher möglich
- Zündung abschalten/deaktivieren sobald sicher möglich

**M**

**Menschenrettung / Maßnahmen**

- Brandbekämpfung
- umluftunabhängiger Atemschutz
- Löschmittel Wasser
- Angriffsrichtung von der Seite
- Wurfweite ausnutzen



**ELEKTROFAHRZEUG**



- Hochvoltsystem (HV) Akkubrand identifizieren (WBK)
- Akku kühlen
- HV + 12 V System deaktivieren
- Fahrzeug gesichert abstellen
- Rückzündung möglich / beobachten

**GASFAHRZEUG**



- Druckbehälter kühlen
- Stichflamme / Jetflamme möglich
- EX-Messung

**S**

**Spezialkräfte anfordern / Spezielle Maßnahmen**

- Rettungsdatenblatt beachten
- Wärmebildkamera
- Messgeräte

Abbildung 55: 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. 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 Keylessystemen ist der „Schlüssel“ einige Meter vom Fahrzeug zu entfernen.

### 11.6.3 12 V - Bordsystem deaktivieren

Anhand 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 Rettungsdatenblätter beschrieben werden, das HV-System deaktiviert werden (Öffnen von HV-Interlock, betätigen des Service Disconnect Stecker usw.)

### 11.6.5 Freiliegende HV - Leitungen / Batterien

Wurde das Fahrzeug derart beschädigt, dass Hochvoltkomponenten (Leitungen, Batterie) frei liegen, dürfen diese nicht berührt werden und sollten abgedeckt werden. Hierzu gibt es spezielle isolierende Matten im Handel.

### 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 Hochvoltakkus gerechnet werden. Eine rasche Patientenrettung aus dem Gefahrenbereich hat dann oberste Priorität.

Eine mechanische (punktuelle) Krafteinwirkung auf den Bereich der Hochvoltakkus durch die Arbeiten mit den Rettungsgeräten ist zu vermeiden.

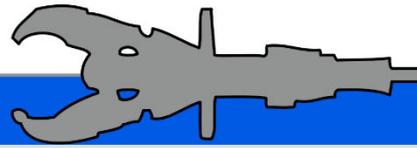
### 11.6.7 EX-Messung

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.

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

## 11.6.8 Einsatzmerkblatt Verkehrsunfall

### FAHRZEUGE MIT ALTERNATIVEN ANTRIEBEN TECHNISCHER EINSATZ



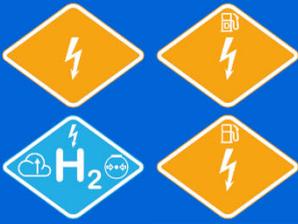
<b>G</b>	<b>Gefahr erkennen</b>
	<b>"AUTO" - MERKREGEL</b> A - Austretende Betriebsmittel U - Unterboden, Motor- Kofferraum (Auspuff, Fremdkörper, Kabel) T - Tankdeckel (Gasventile, Anschlüsse, Aufschriften) O - Oberfläche (Kennzeichen, Aufschriften, Verformung, Airbag ausgelöst?)
<b>A</b>	<b>Absichern</b> - Fahrzeugaufstellung (Sicherheitsabstand, Gefälle beachten) - Radkeile setzen sobald sicher möglich - Zündung abschalten /deaktivieren sobald sicher möglich
<b>M</b>	<b>Menschenrettung / Maßnahmen</b> 12 V System deaktivieren (Kontrolle mit Warnblinkanlage) Rettungsdatenblatt verwenden
	<b>ELEKTROFAHRZEUG</b>  - Hochvoltsystem (HV) deaktivieren - lt. Herstellerangaben - beschädigte, freiliegende HV-Komponenten abdecken - mechanische Krafteinwirkung an HV Komponenten vermeiden - Brandgefahr durch beschädigte HV-Batterie beachten - rasche Rettung bei Rauchentwicklung aus HV-Bereich
	<b>GASFAHRZEUG</b>  - bei Gasgeruch Zündquellen vermeiden und für Belüftung sorgen - EX- Messung
<b>S</b>	<b>Spezialkräfte anfordern / spezielle Maßnahmen</b> - Wärmebildkamera - Messgeräte - gesicherter Abtransport

Abbildung 56: 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 Tank- bzw. Ladesäulen bzw. bei Tankstellen auch im Kassensbereich. Mit der Betätigung des „NOT AUS“ befindet sich die Anlage in einem sicheren Zustand.

## 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 Bergekrane). Ein Schieben über kurze Distanzen (z.B. von der Fahrbahn auf den Pannestreifen) ist aber möglich.



Abbildung 57: 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 58: 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 nachdem gänzlichen Abfließen des Wassers aus dem Fahrzeug nach den Angaben der Hersteller stromlos geschaltet 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.

<p>ÖNORM EN 590</p> <hr/> <p><b>Diesel</b></p> <hr/>  <hr/> <p>Enthält metallische Zusätze</p>	<p>ÖNORM EN 16734</p> <hr/> <p><b>Diesel</b></p> <hr/>  <hr/> <p>Enthält metallische Zusätze Achtung! Nur für Fahrzeuge mit Herstellerfreigabe</p>	<p>ÖNORM EN 14214</p> <hr/> <p><b>Biodiesel</b></p> <hr/>  <hr/> <p>Achtung! Nur für Fahrzeuge mit Herstellerfreigabe</p>	<p>ÖNORM EN 15940</p> <hr/> <p><b>Paraffinischer Dieselkraftstoff</b></p> <hr/>  <hr/> <p>Achtung! Nur für Fahrzeuge mit Herstellerfreigabe</p>
<p>ÖNORM EN 228</p> <hr/> <p><b>Super</b></p> <hr/>  <hr/>	<p>ÖNORM EN 228</p> <hr/> <p><b>Super Plus</b></p> <hr/>  <hr/>	<p>ÖNORM EN 228</p> <hr/> <p><b>Super</b></p> <hr/>  <hr/>	<p>ÖNORM EN 15293</p> <hr/> <p><b>Superethanol</b></p> <hr/>  <hr/>
<p>ÖNORM EN 589</p> <hr/> <p><b>Flüssiggas</b></p> <hr/>  <hr/>	<p>ÖNORM EN 16723-2</p> <hr/> <p><b>Methan komprimiert</b></p> <hr/>  <hr/>		

Abbildung 59: 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.

### Antriebsarten

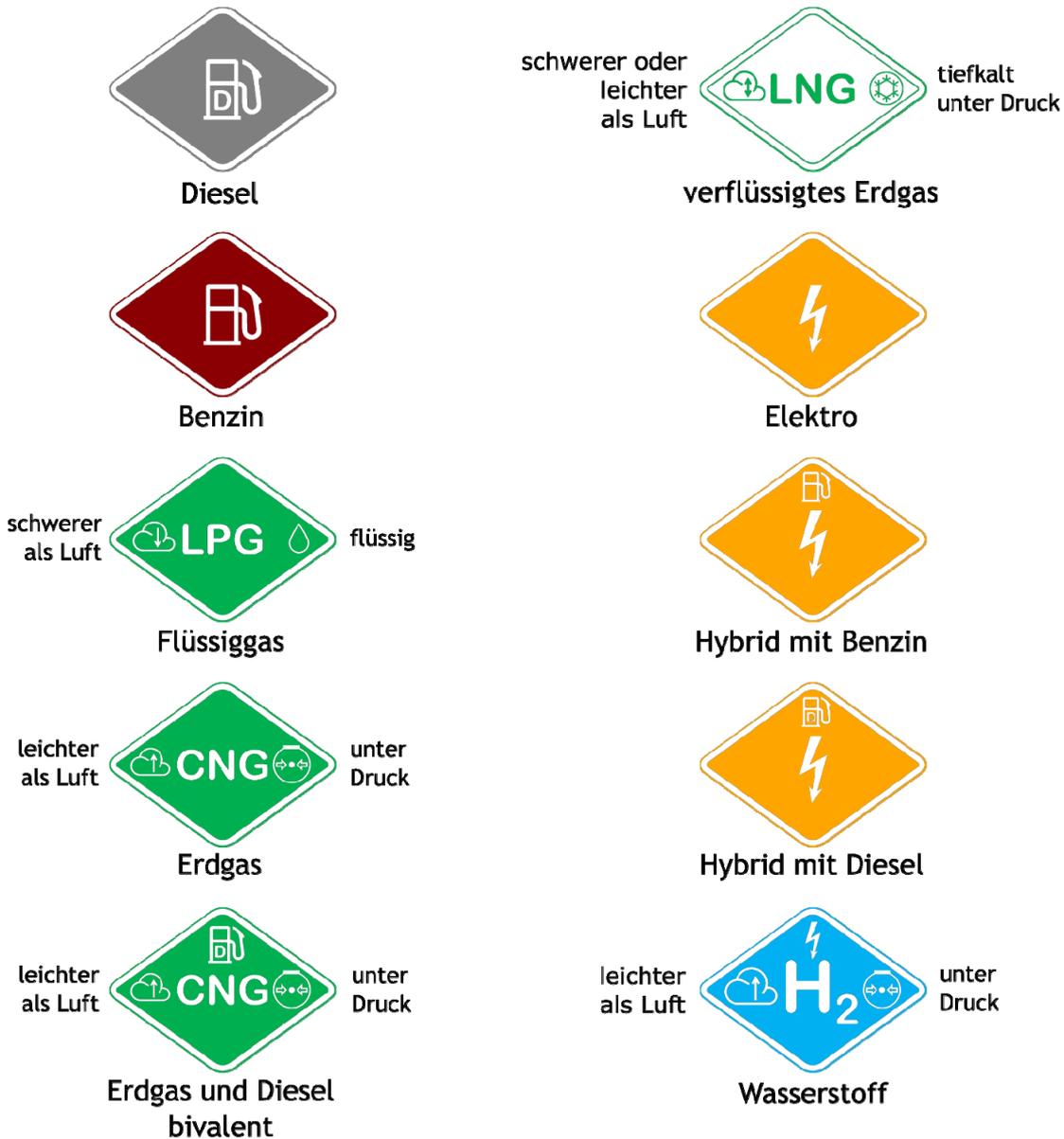


Abbildung 60: Übersicht der Kennzeichnungen für Kraftstoffe gem. ISO 17840 Teil 4 (Hubert Springer nach ISO 17840 Austrian Standards)

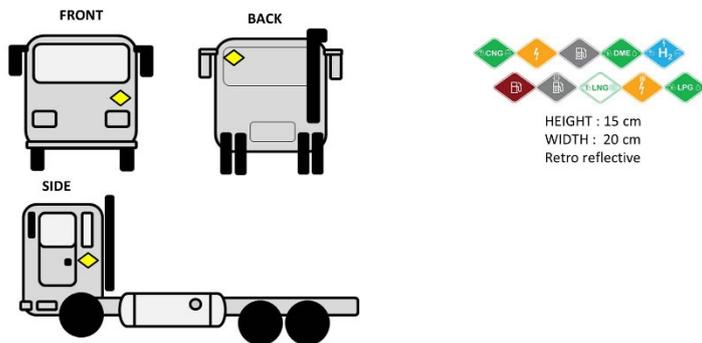


Abbildung 61: Kennzeichnung bei einem Typ von Gasantrieb / sonstiger Antrieb gem. ISO 17840 (CTIF - Informationspaket Schwerlastkraftwagen 2019 1 GERMAN)

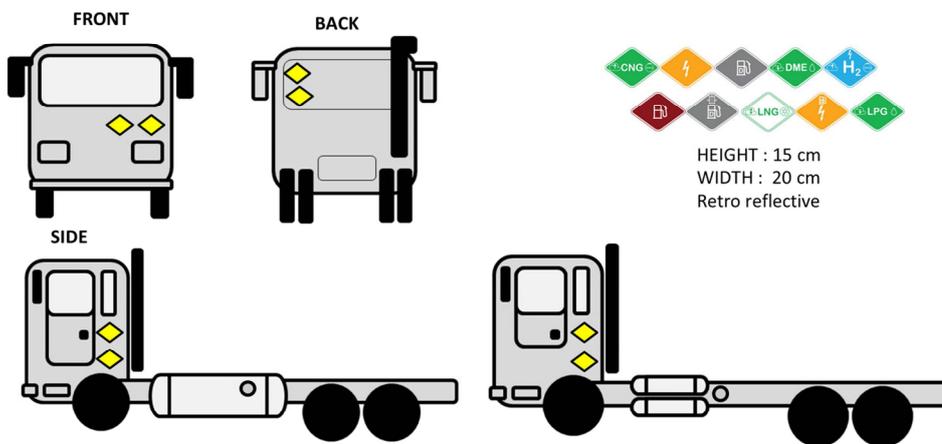


Abbildung 62: Beschriftung eines Lkw mit zwei alternativen Antriebsarten (nach CTIF - ISO 17840 INFORMATIONSPAKET SCHWERLASTKRAFTWAGEN 2019 1 GERMAN)

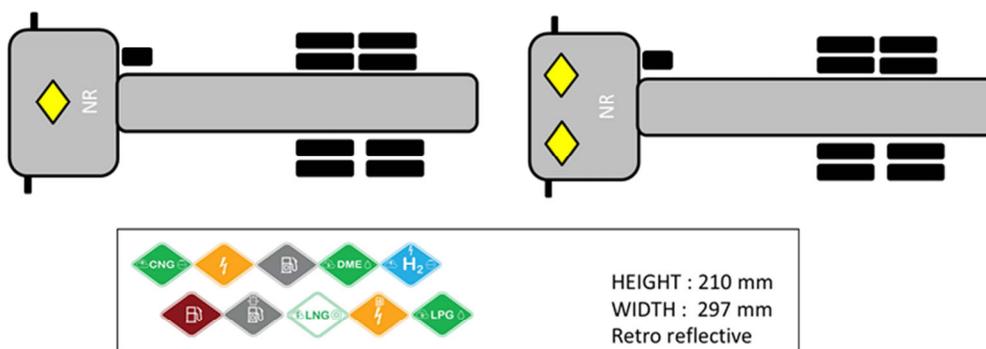


Abbildung 63: Beschriftung eines Lkw mit einem alternativen Antrieb (links) oder zwei (rechts) alternativen Antriebsarten (nach CTIF - ISO 17840 INFORMATIONSPAKET SCHWERLASTKRAFTWAGEN 2019 1 GERMAN)

**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
Aggregatzustand	gasförmig
Geruch	<p>Geruchlos, aus Sicherheitsgründen wird dem Erdgas in der Ortsversorgung ein Geruchstoff beigemischt (Odorierung), um auch geringe Ausströmungen wahrnehmen zu können.</p> <p><b>In Transportleitungen und Anspeisungen für Großverbraucher kann Erdgas auch ohne Geruchsstoffbeimischung vorkommen.</b></p> <p><b>Bei LNG-Antrieben ist dem Erdgas ebenfalls kein Geruchsstoff beigemischt.</b></p>

	Erdgas (CNG)	Erdgas (LNG)
Summenformel	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>
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
Aggregatzustand	gasförmig, bei tiefen Temperaturen 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	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
Gefahrennummer	23	23
UN - Nummer	1978	1011
Geruch	geruchlos	geruchlos
Dichte, flüssig (g/cm <sup>3</sup> 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. %) <sup>2</sup>	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

<sup>2</sup> 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
Aggregatzustand	gasförmig
Geruch	<b>Farb- und geruchlos</b>
Dichte	Wasserstoff ist viel leichter als Luft (14mal!), sammelt sich in Räumen unter der Decke.
	Wasserstoff verdichtet
Summenformel	H <sub>2</sub>
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

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

## 12.6 Methanol

Bezeichnung, Synonyme	Methanol, Holzgeist, Methylalkohol, Holzspiritus
Aggregatzustand	flüssig
Geruch	alkoholartig
Dichte	Dämpfe annähernd gleich schwer wie Luft
	Methanol
Summenformel	CH <sub>3</sub> OH
Gefahrennummer	336
UN - Nummer	1230
Dichte, flüssig (g/cm <sup>3</sup> bei 20 °C)	0,792g/cm <sup>3</sup>
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