



LAND
BRANDENBURG

Ministerium des Innern
und für Kommunales



Alternative Antriebe für Kraftfahrzeuge

Eine Broschüre für die Feuerwehren Brandenburgs

Landesschule und Technische Einrichtung
für Brand- und Katastrophenschutz



Was tun wenn`s brennt?

INHALT

1	Einleitung	2
2	Alternative Antriebsarten	3
2.1	Erdgasantriebe	4
2.2	Flüssiggasantriebe	5
2.3	Wasserstoffantriebe	6
2.4	Hybrid- und Elektroantriebe	7
2.4.1	Hybridantriebe	7
2.4.2	Elektroantriebe	8
3	Vorgehensweisen und Handlungsempfehlungen	9
3.1	Erdgasantriebe im Einsatzfall	11
3.1.1	Erkennungsmerkmale und Sicherheitseinrichtungen	11
3.1.2	Einsatzhinweise	12
3.1.3	Ablaufschema Erdgasantriebe Brand/TH	14
3.2	Flüssiggasantriebe im Einsatzfall	15
3.2.1	Erkennungsmerkmale und Sicherheitseinrichtungen	15
3.2.2	Einsatzhinweise	16
3.2.3	Ablaufschema Flüssiggasantriebe Brand/TH	18
3.3	Wasserstoffantriebe im Einsatzfall	19
3.3.1	Erkennungsmerkmale und Sicherheitseinrichtungen	19
3.3.2	Einsatzhinweise	20
3.3.3	Ablaufschema Wasserstoffantriebe Brand/TH	22
3.4	Hybrid- und Elektroantriebe im Einsatzfall	23
3.4.1	Erkennungsmerkmale und Sicherheitseinrichtungen	23
3.4.2	Einsatzhinweise	24
3.4.3	Ablaufschema Elektro- und Hybridantriebe Brand/TH	27
4	Weiterführende Informationen	28
5	Quellenverzeichnis	29
6	Abbildungsverzeichnis	30
7	Foto- und Grafiknachweise	31

1 EINLEITUNG

Der technische Fortschritt und neue Entwicklungen stellen den abwehrenden Brandschutz in Deutschland vor neue und vor allem anspruchsvolle Herausforderungen. Im Bereich der Verkehrswege stellt sich das vorwiegend durch den steigenden Anteil von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben dar.

Die aktuelle Entwicklung zeigt einen wachsenden Trend von Fahrzeugzulassungen mit hybriden Antriebsformen, aber auch reinen Elektrofahrzeugen. Andere alternative Antriebsarten wie gasbetriebene Fahrzeuge sind dagegen schon länger auf dem Markt. Hierbei zeichnet sich insbesondere eine Steigerung von wasserstoffbetriebenen Kraftfahrzeugen ab.

Das vermehrte Auftreten von nicht konventionellen Antrieben erhöht auch die Wahrscheinlichkeit von möglichen Unfällen und Defekten mit solchen Fahrzeugen. Hierbei ist besonderes der abwehrende Brandschutz gefordert. Feuerwehreinsatzkräfte müssen die speziellen Gefahren kennen und damit umgehen können. Nur dann kann eine effektive Gefahrenabwehr sichergestellt werden.

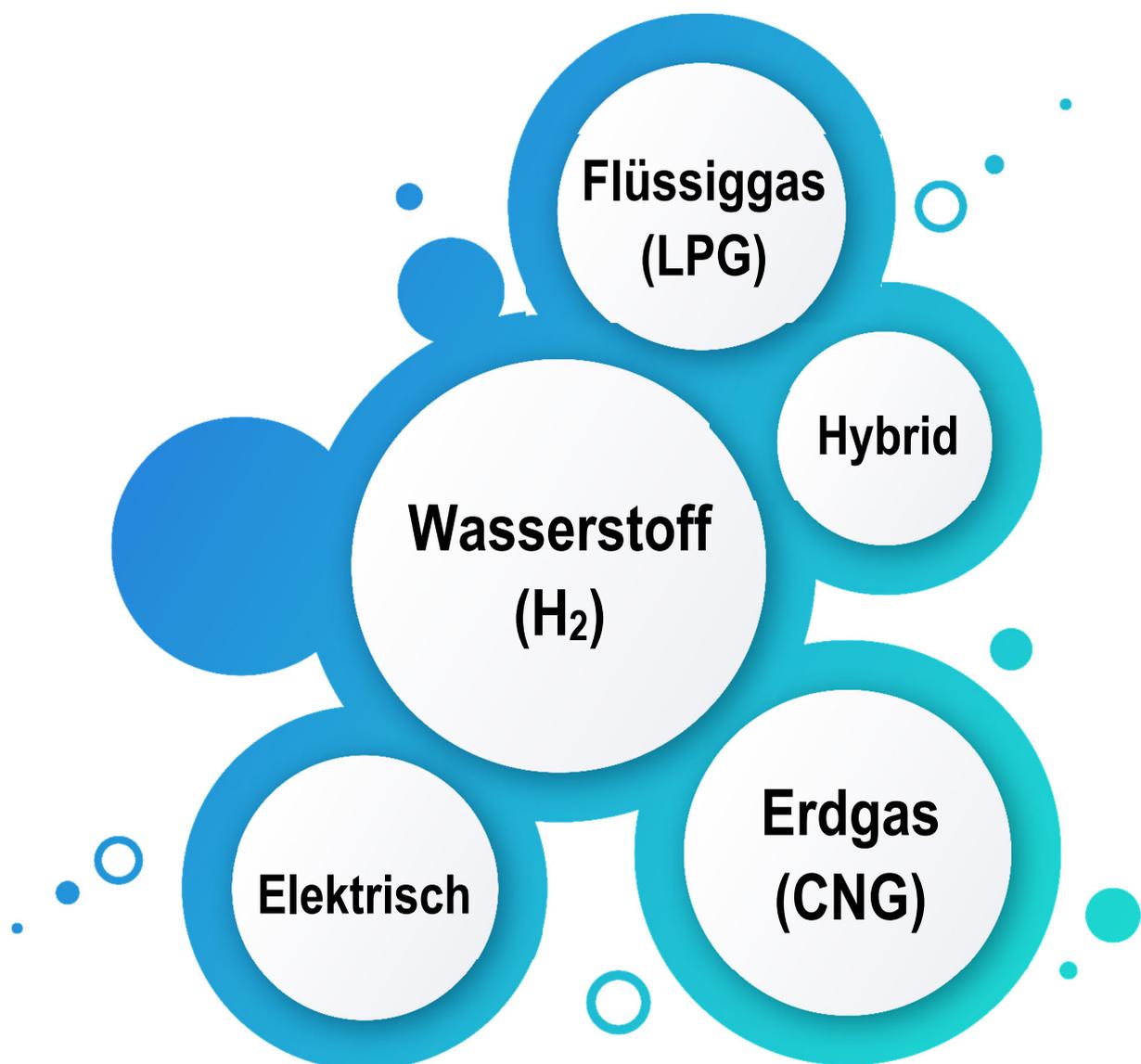
Diese Broschüre soll den brandenburgischen Feuerwehren als Hilfestellung und Handlungsleitfaden bezüglich alternativer Antriebe dienen. Dabei berücksichtigt die Broschüre die technische Hilfeleistung und die Brandbekämpfung.



2 ALTERNATIVE ANTRIEBSARTEN

Im Folgenden werden die zurzeit am häufigsten vorkommenden Antriebsformen im Allgemeinen erläutert.

Hierbei wird jeweils vornehmlich auf die Gefahrenpotenziale und Besonderheiten, die den abwehrenden Brandschutz betreffen, eingegangen.



2.1 ERDGASANTRIEBE

Erdgas kann als Antriebsform in mehrere Unterkategorien aufgeteilt werden. Im PKW-Bereich wird vor allem komprimiertes Erdgas unter der Bezeichnung CNG (Compressed Natural Gas) verwendet. Im Nutzfahrzeugsbereich (z. B. Lastkraftwagen) wird zudem auch verflüssigtes Erdgas LNG (Liquified Natural Gas) eingesetzt.

Der Einsatz von CNG erfolgt in der Regel bivalent. Das bedeutet, dass der klassische Verbrennungsmotor hauptsächlich mit CNG betrieben wird. Als Reserve steht hierbei jedoch je nach Fahrzeugart und Hersteller ein Benzintank zur Verfügung. Der Motor schaltet automatisch zwischen den beiden Kraftstoffen um. Bei monovalenten Fahrzeugen ist zwar im Normalfall auch ein kleiner Benzintank verbaut,



Abb. 1: Druckgasbehälter für CNG-Antrieb

dieser dient jedoch vorrangig dem Startvorgang. In der Mehrheit setzt der Nutzfahrzeugsbereich bei Erdgasantrieben auf vorwiegend monovalente Bauweisen.

Was sind grundlegende Eigenschaften von Erdgas?

- ❖ brennbar
- ❖ farblos
- ❖ leichter als Luft
- ❖ Explosionsbereich: 4 Vol.-% bis 17 Vol.-%
- ❖ Zündtemperatur: 640°C
- ❖ Speicherung gasförmig (Druck bis 200bar) oder tiefkalt verflüssigt (ca. -164°C)
- ❖ „Warngeruch“ durch beigemischten Geruchsstoff

2.2 FLÜSSIGGASANTRIEBE

Diese Antriebsform wird vor allem in den deutschen Nachbarländern Italien, Frankreich und Polen genutzt. Flüssiggas wird meist als LPG (Liquified Petroleum Gas) oder Autogas bezeichnet. Auch diese Antriebe sind meist in bivalenter Bauweise ausgeführt. LPG setzt sich aus den Gasen Propan und Butan zusammen.

Eigenschaften von Flüssiggas

- ❖ brennbares Gas
- ❖ farblos
- ❖ schwerer als Luft
- ❖ Explosionsbereich: 1,4 Vol.-% bis 10,8 Vol.-%
- ❖ Zündtemperatur 490°C
- ❖ Speicherung in verflüssigter Form (Druck 6 - 8 bar)
- ❖ „Warngeruch“ durch beigemischten Geruchsstoff

Abb. 2: LPG beim Tanken



2.3 WASSERSTOFFANTRIEBE

Wasserstoffantriebe sind unter den verschiedensten Bezeichnungen anzutreffen. Dazu gehören H_2 als Bezeichnung für Wasserstoff und LH_2 für Liquid Hydrogen (flüssiger Wasserstoff). Darüber hinaus sind auch Bezeichnungen wie F-Cell oder „Hydrogen“ möglich.

Die Wasserstoffantriebe lassen sich, je nach Gewinnung der Antriebsenergie, in zwei Arten unterscheiden. Zum einen gibt es die Möglichkeit den Wasserstoff als direkten Kraftstoff mit Hilfe eines Verbrennungsmotors zu nutzen (Verbrennung von Wasserstoff) oder aber als Brennstoffzelle. In der Variante Brennstoffzelle wird mit Hilfe des Wasserstoffs

und dem Sauerstoff aus der Umgebungsluft elektrische Energie erzeugt. Diese elektrische Energie versorgt dann im Fahrzeug verbaute Elektromotoren.



Abb. 3: Wasserstofftankstelle

Was sind grundlegende Eigenschaften von Wasserstoff?

- ❖ brennbares Gas
- ❖ farblos
- ❖ leichter als Luft
- ❖ Flamme nahezu nicht sichtbar
- ❖ Explosionsbereich: 4,0 Vol.-% bis 75,6 Vol.-%
- ❖ Speicherung gasförmig (Druck bis 700bar) oder tiefkalt verflüssigt (ca. -253°C)
- ❖ geruchslos

2.4 HYBRID- UND ELEKTROANTRIEBE

Im Bereich der Hybrid- und Elektroantriebe steht die Elektromobilität in einem besonderen Fokus. Hybride Fahrzeuge sind eine Mischung aus elektrischem und konventionellem Antrieb, z. B. Benzin- und Elektromotor.

Der technische Fortschritt lässt hierbei den elektrischen Antrieb immer mehr „wachsen“. Somit steigt die Leistungsfähigkeit von hybriden und auch rein elektrischen Antrieben immer weiter an.

2.4.1 HYBRIDANTRIEBE

Die Bezeichnung Hybrid beschreibt eine Kombination von Sachverhalten. Im Bereich der Antriebstechnik wird hierbei der klassische Verbrennungsmotor mit einem Elektromotor kombiniert. Die Verbindung kann sich je nach Fahrzeugkonzeption massiv unterscheiden. So befinden sich auf dem Fahrzeugmarkt Modelle mit den Bezeichnungen Voll-Hybrid (HEV), Plug-In-Hybrid (PHEV) oder Mild-Hybrid (MHEV). Bei den Voll-Hybrid Fahrzeugen kann nur der Verbrennungsmotor den eingebauten Akkumulator laden und das Fahrzeug somit komplett elektrisch

kurze Strecken fahren. Plug-In-Hybride ähneln den Voll-Hybrid Fahrzeugen, jedoch ist deren elektrische Reichweite größer und der eingebaute Akkumulator kann zusätzlich über eine externe Stromversorgung geladen werden. Im Gegensatz dazu ist bei Mild-Hybriden die rein elektrische Fortbewegung nicht möglich. Hier dient der Elektromotor nur zur Unterstützung des Verbrennungsmotors um den Verbrauch zu reduzieren. Die Hersteller benennen und kennzeichnen diese Fahrzeuge unterschiedlich.



Abb. 4: Plug-In-Hybrid Fahrzeug Ladevorgang

	Mild-Hybrid	Voll-Hybrid	Plug-In-Hybrid	Voll-Elektro (BEV)
Reichweite (rein elektrisch)	---	2 – 5 km	30 – 50 km	100 – 500 km
Versorgung	Akku und Verbrennungsmotor		Akku, Verbrennungsmotor und externe Stromversorgung	Akku und externe Stromversorgung

2.4.2 ELEKTROANTRIEBE

Unter der Bezeichnung BEV (Battery Electric Vehicle) sind Fahrzeuge mit Elektromotor und Akkumulator gemeint, die rein elektrisch fahren. Hierbei kommt keinerlei Verbrennungsmotor zum Einsatz. Ein wesentliches Unterscheidungskriterium von Elektrofahrzeugen ist die Kapazität der Akkus. Je nach Bauform und Modellart des Fahrzeuges sind grundlegende Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der verbauten Batterien möglich. Wie bei den Hybridfahrzeugen sind die vorkommenden Bezeichnungen und Kennzeichnungen der Hersteller teilweise sehr unterschiedlich. Die meisten Elektrofahrzeuge sind mit Akkumulatoren in Lithium-Ionen Bauweise ausgestattet.

Abb. 5: Elektrofahrzeug Ladevorgang



3 VORGEHENSWEISEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Mit dem Eintreffen am Einsatzort und der folgenden Lageerkundung wird der Grundstein für eine erfolgreiche Einsatzabarbeitung gelegt. Nur eine Erkundung der Antriebsart ermöglicht das Abschätzen von möglichen Gefahren für Menschen, Tiere, Sachwerte, Umwelt und den eigenen Einsatzkräften. Ein gutes Hilfsmittel zur Erkundung stellt die AUTO-Regel dar:

1 **Austretende Betriebsstoffe**

z. B. Zisch- oder Knattergeräusche, Gasgeruch, Lachen- oder Nebelbildung

2 **Unterboden, Motor- und Kofferraum erkunden**

z. B. nach Gastanks, orangefarbenen Hochvoltleitungen

3 **Tankdeckel öffnen**

z. B. QR-Code finden, alternative Betankungs- oder Ladesysteme erkennen, mehrere Tankdeckel

4 **Oberfläche absuchen**

z. B. vorhandener Auspuff, typische Beschriftungen und Erkennungszeichen, Überdruckventile zu erkennen

Ist die jeweilige Antriebsart erkannt, muss je nach Einsatzszenario abgeschätzt werden welche Gefahren an der jeweiligen Einsatzstelle vorherrschen und ein Entschluss zum weiteren Vorgehen gefasst werden.

Diese Lagebeurteilung als Teil des Führungsvorgangs kann nur zu einem zufriedenstellenden Ergebnis führen, wenn den Führungskräften ausreichend detaillierte Fahrzeuginformationen zur Verfügung stehen.

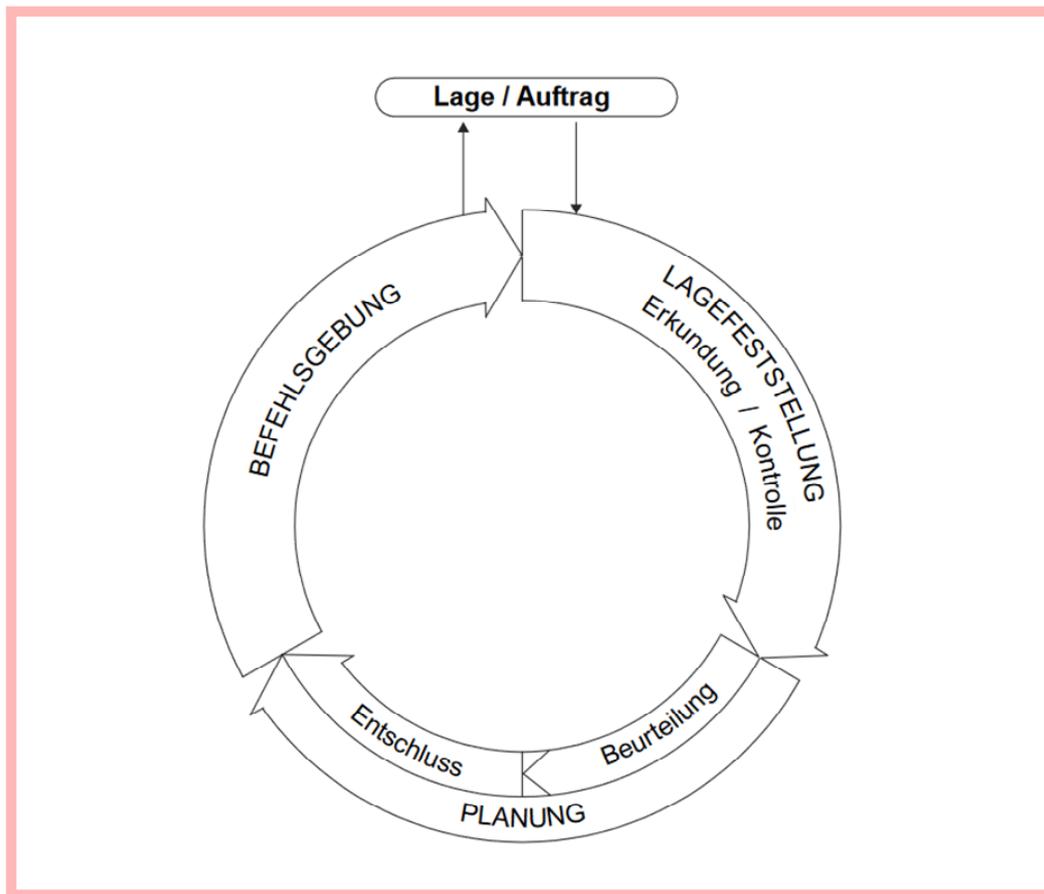


Abb. 6: Führungskreislauf nach FwDV 100

Weitere Informationsquellen können die zuständige Leitstelle der Feuerwehr, die Rettungskarten, Datenblätter und -Rettungsleitfäden der Fahrzeughersteller darstellen.

Eine detaillierte Betrachtung zu Besonderheiten und Vorgehensweisen an Erdgas-, Flüssiggas-, Wasserstoff- und Hybrid-, Elektrofahrzeugen erfolgt in den anschließenden Abschnitten.

3.1 ERDGASANTRIEBE IM EINSATZFALL

3.1.1 ERKENNUNGSMERKMALE UND SICHERHEITSEINRICHTUNGEN

- Fahrzeugbeschriftungen (z. B. „Clever sparen Erdgas fahren“, CNG, EcoFuel).
Durch Nachrüstungen an Bestandsfahrzeugen ist die Erkennbarkeit vor allem von außen gegebenenfalls stark eingeschränkt!
- Gastankstutzen (zusätzlich zum konventionellen Tankstutzen)
- Gastank-Füllstandsanzeige
- Umschalteinrichtung Erdgas/Benzin
- Rettungskarten (Rettungsdatenblätter)



Abb. 7: CNG-typischer Schriftzug

Es werden verschiedene Sicherheitseinrichtungen bei Erdgasantrieben verbaut. Diese sind:

- Thermosicherung (Schmelzsicherung), welche bei starker Hitzeeinwirkung auf den Druckgasbehälter bei ca. 110°C das Erdgas kontrolliert austreten lässt. Abhängig vom Fahrzeughersteller können mehrere Thermosicherungen verbaut sein. Löst eine Sicherung aus, kann das Abströmen nicht gestoppt werden bis der Tank nahezu entleert ist, auch nicht durch die Tankabsperreinrichtungen. Befindet sich eine Zündquelle in der Nähe, kann es zur Entzündung kommen und das Gas fackelt ab. Je nach Tankgröße kann das Abströmen bei einem PKW bis zu 90 Sekunden dauern.
- Elektromagnetisches Behälterabsperventil, welches bei Ausschalten der Zündung oder Erkennung eines Unfalls die Gaszufuhr vom Tank zum Motor trennt.
- Manuelles Absperrventil, welches mit Handwerkzeug geschlossen werden kann und dann die Gaszufuhr vom Tank zum Motor trennt.
- Durchflussmengenbegrenzer, welcher unbeabsichtigtes, starkes Abströmen von Gas verhindert.

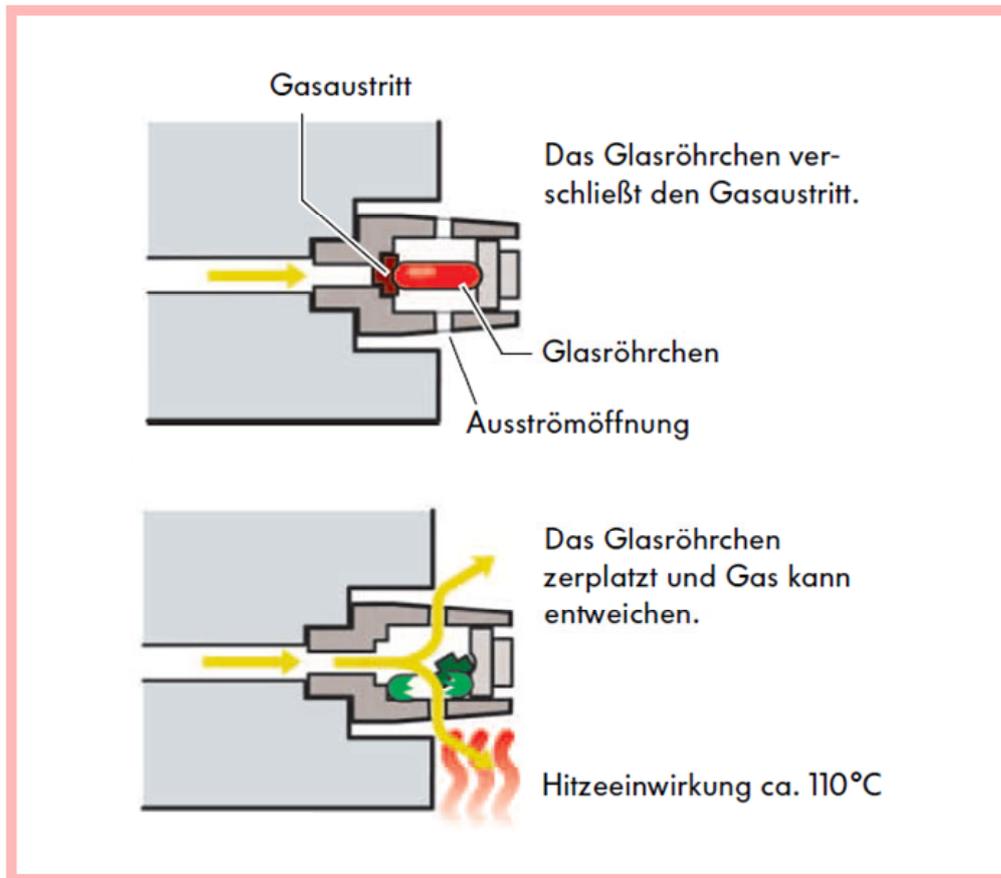


Abb. 8: Funktionsweise der Thermosicherung

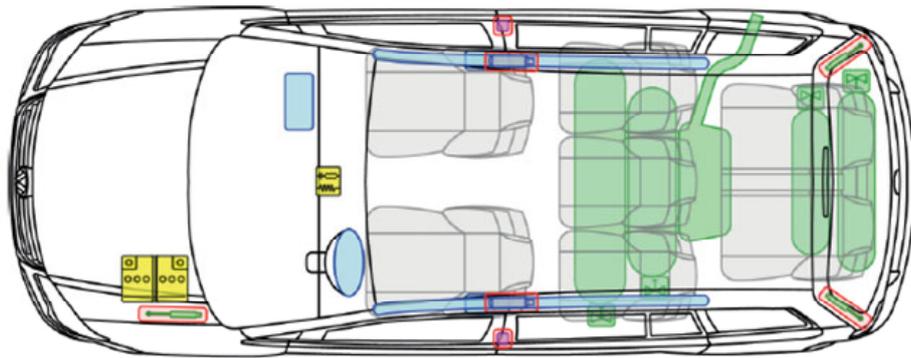
3.1.2 EINSATZHINWEISE

- Sicherstellung Brandschutz (Brand- und/oder Explosionsgefahr)
- Motor/Zündung abschalten, Verringerung der Brandgefahr
- wenn möglich Abklemmen der Batterie (Vermeidung Funkenübersprünge)
- Gasgeruch beachten und Ex-Messungen veranlassen
- gegebenenfalls Belüften der Einsatzstelle um Gaskonzentration zu verringern (z. B. Drucklüfter)
- Erdgas ist leichter als Luft
- mögliche Funkenquellen beachten (z. B. Rettungsgerät oder Öffnen von PKW Türen)
- Abströmöffnungen beachten (mögliche Gefahrenquelle, da meist am Dach abgebracht)
- **Rettungskarten/Rettungsleitfäden beachten!**

Abb. 9: Rettungskarte eines CNG-Fahrzeuges

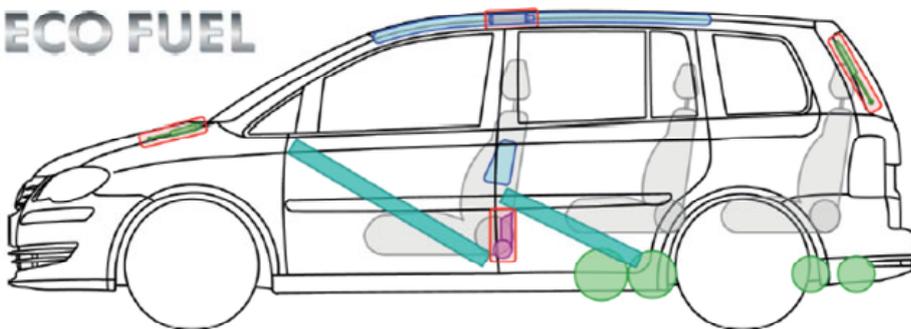


Touran
(EcoFuel, ab 2006)



Erdgasantrieb

ECO FUEL

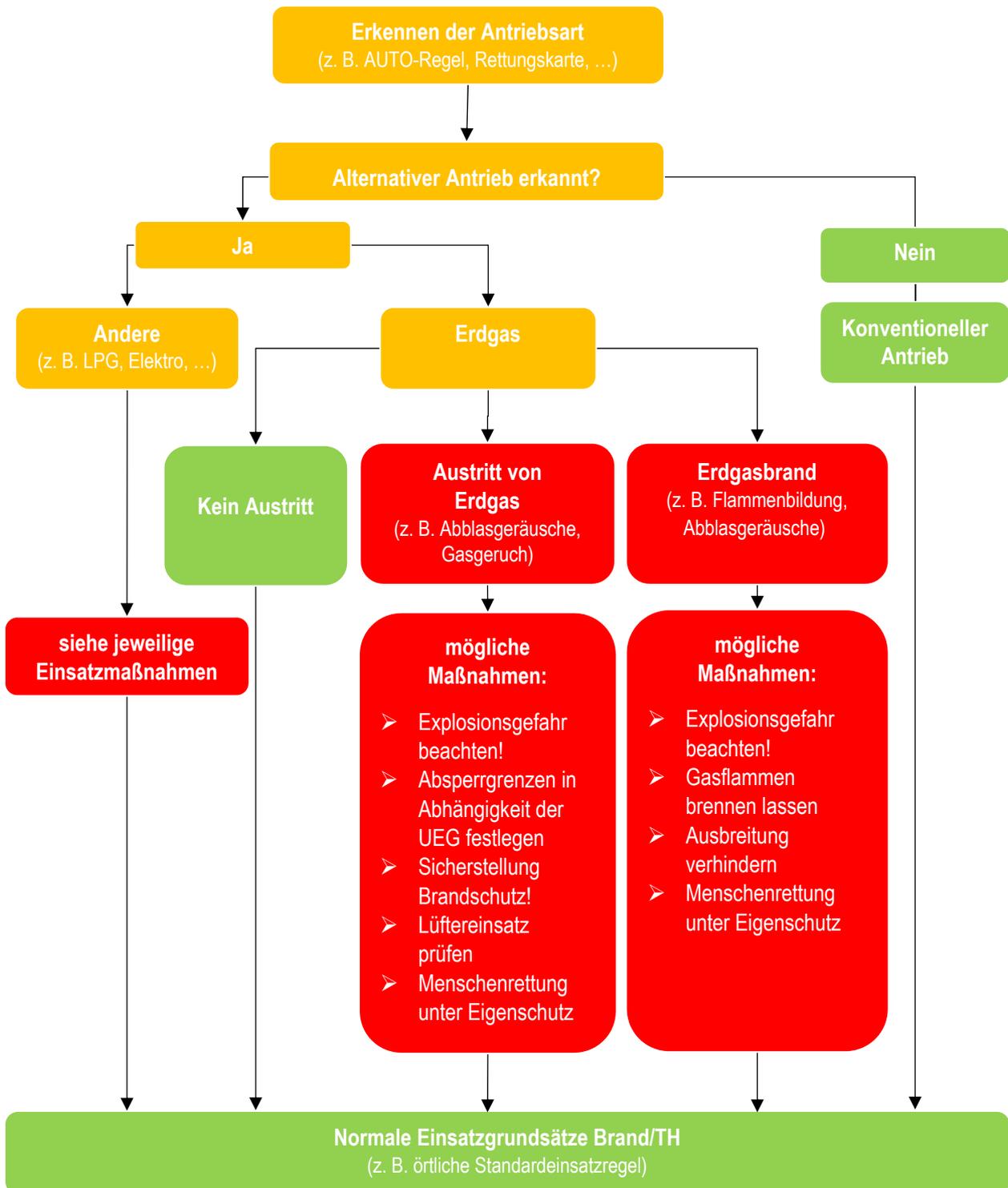


Legende

 Airbag	 Karosserie-Verstärkung	 Steuergerät	 Gastank
 Gas-generator		 12V-Batterie	 Sicherheits-ventil
 Gurtstraffer	 Gasdruck-dämpfer	 Kraftstoff-tank	

3.1.3 ABLAUSCHEMA ERDGASANTRIEBE BRAND/TH

Dieses beispielhafte Schema soll als Anregung für örtliche Vorgehensweisen dienen:



3.2 FLÜSSIGGASANTRIEBE IM EINSATZFALL

3.2.1 ERKENNUNGSMERKMALE UND SICHERHEITSEINRICHTUNGEN

- Fahrzeugbeschriftungen (z. B. Autogas, LPG, BiFuel¹)
Durch Nachrüstungen an Bestandsfahrzeugen ist die Erkennbarkeit vor allem von außen gegebenenfalls stark eingeschränkt.
- Gastankstutzen
(zusätzlich zum konventionellen Tankstutzen)
- Gastank-Füllstandsanzeige
- Umschalteneinrichtung Flüssiggas / Benzin
- Rettungskarten (Rettungsdatenblätter)



Abb. 10: LPG-typische Beschriftung

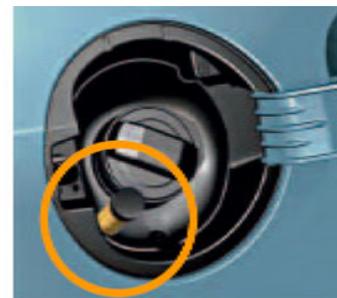


Abb. 11: LPG-Tankanschluss

Es werden verschiedene Sicherheitseinrichtungen bei Flüssiggasantrieben verbaut. Diese sind:

- Überdrucksicherung, welche bei starkem Druckanstieg den übermäßigen Druck abströmen lässt und sich danach wieder schließt. Zusätzlich ist nur eine maximale Betankung von 80% möglich, damit ausreichend Ausdehnungsraum als Reserve vorhanden ist.
- Elektromagnetisches Behälterabsperrenteil, welches bei Ausschalten der Zündung oder Erkennung eines Unfalls die Gaszufuhr vom Tank zum Motor trennt.
- Rohrbruchventil, welches bei Undichtigkeiten oder z. B. Rohrbruch in Folge von Unfällen schließt.

¹ Der Begriff „BiFuel“ wurde bei Einführung von gasbetriebenen Fahrzeugen auch für Erdgasfahrzeuge verwendet. Seit 2009 wird der Begriff „EcoFuel“ für Erdgasfahrzeuge und der Begriff „BiFuel“ für Autogasfahrzeuge benutzt.

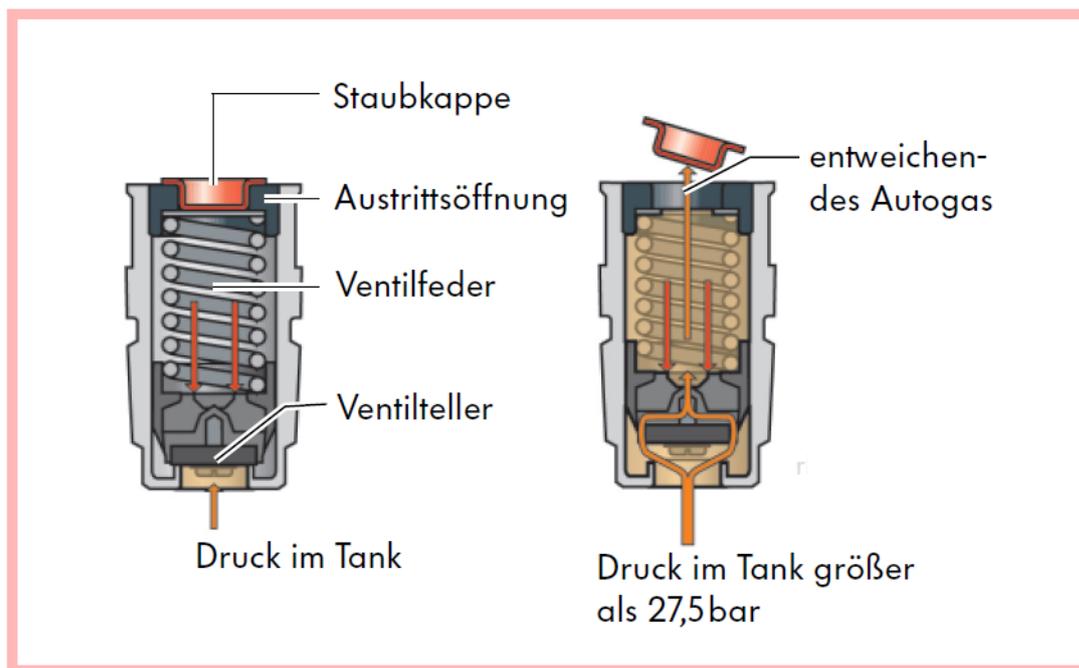


Abb. 12: Funktionsweise der Überdrucksicherung

3.2.2 EINSATZHINWEISE

- Sicherstellung Brandschutz (Brand- und/oder Explosionsgefahr)
- Motor/Zündung abschalten, Verringerung der Brandgefahr
- wenn möglich Abklemmen der Batterie (Vermeidung Funkenübersprünge)
- Gasgeruch beachten und Ex-Messungen veranlassen
- gegebenenfalls Belüften der Einsatzstelle um Gaskonzentration zu verringern (z. B. Drucklüfter)
- Flüssiggas ist schwerer als Luft
- mögliche Funkenquellen beachten (z. B. Rettungsgerät oder öffnen von PKW Türen)
- Abströmöffnungen beachten (mögliche Gefahrenquelle, da meist am Dach angebracht)
- **Rettungskarten/Rettungsleitfäden beachten!** (*siehe Beispiel*)

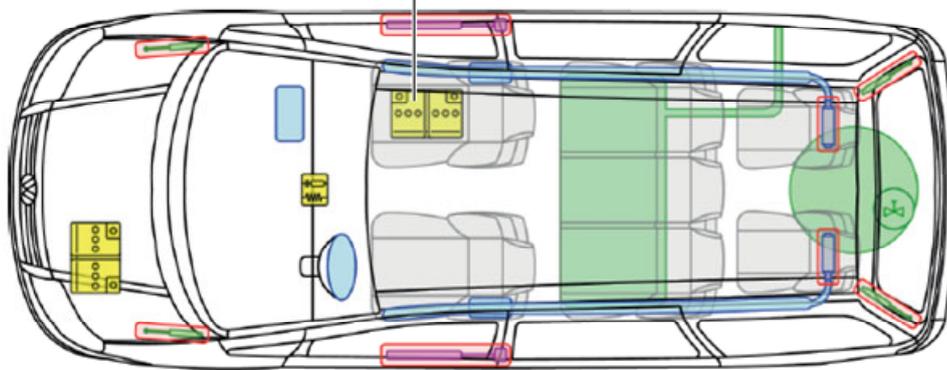
Abb. 13: Rettungskarte eines LPG-Fahrzeuges



Sharan
(BiFuel, ab 2006)

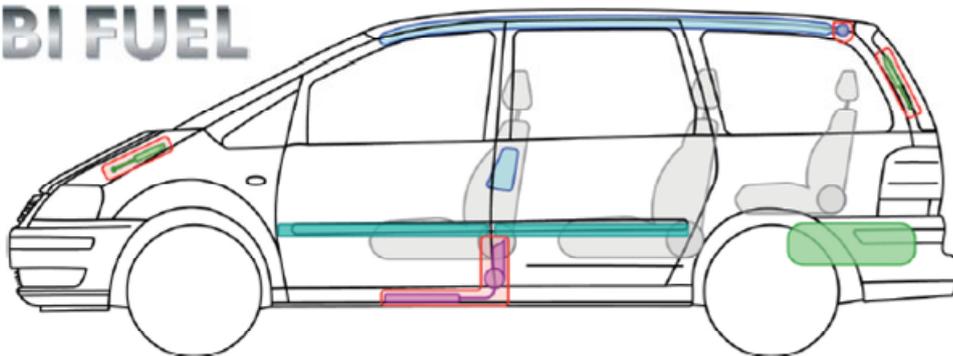


ausstattungsabhängig zusätzliche Batterie unter dem Beifahrersitz



Flüssiggasantrieb

BI FUEL

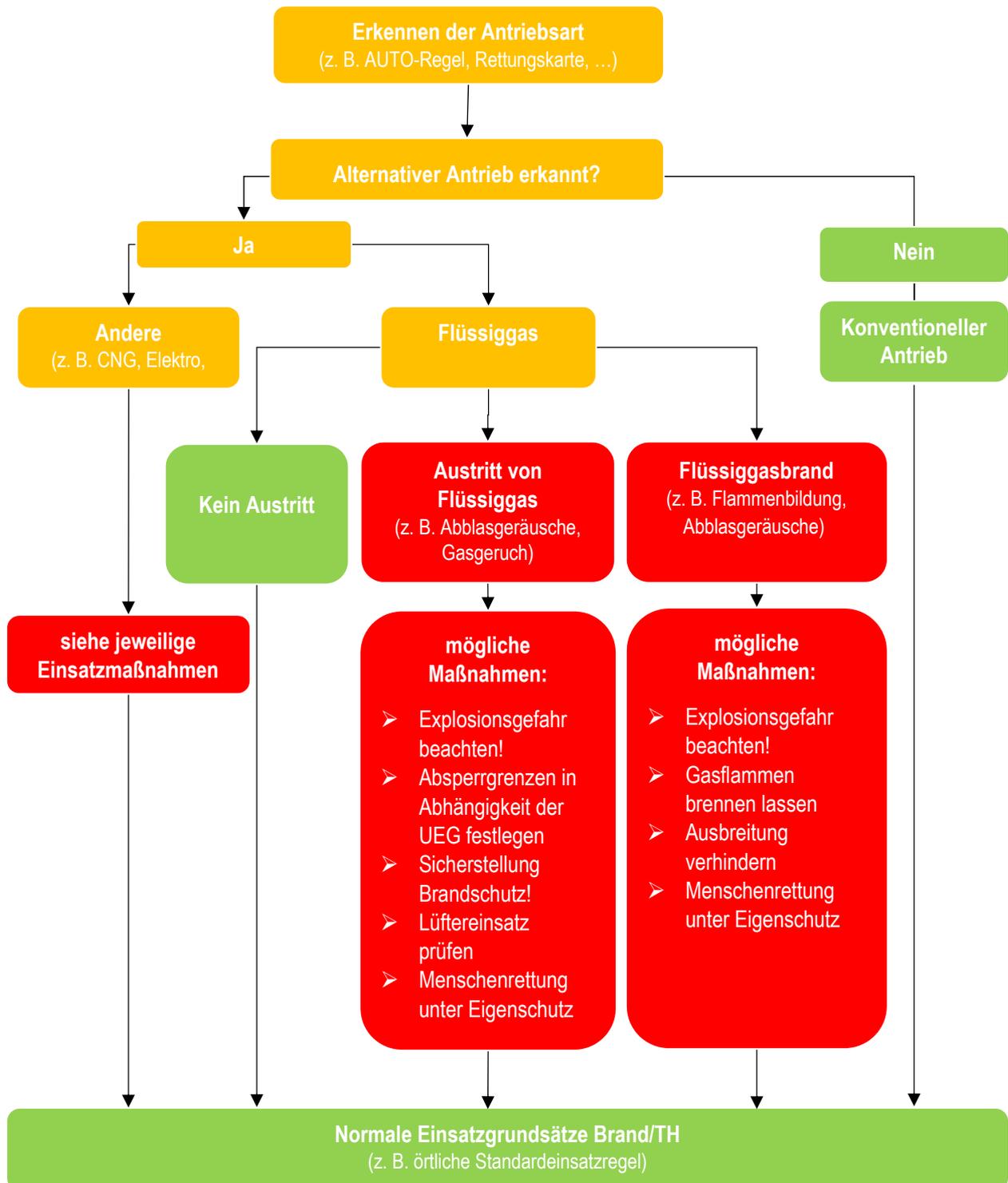


Legende

 Airbag	 Karosserie-Verstärkung	 Steuergerät	 Gastank
 Gas-generator		 12V-Batterie	 Sicherheitsventil
 Gurtstraffer	 Gasdruck-dämpfer	 Kraftstoff-tank	

3.2.3 ABLAUSCHEMA FLÜSSIGGASANTRIEBE BRAND/TH

Dieses beispielhafte Schema soll als Anregung für örtliche Vorgehensweisen dienen:



3.3 WASSERSTOFFANTRIEBE IM EINSATZFALL

3.3.1 ERKENNUNGSMERKMALE UND SICHERHEITSEINRICHTUNGEN

- Fahrzeugbeschriftungen (z. B. H₂, Hydrogen, FuelCell)
- Gastankstutzen
- Gastank-Füllstandsanzeige
- Rettungskarten (Rettungsdatenblätter)

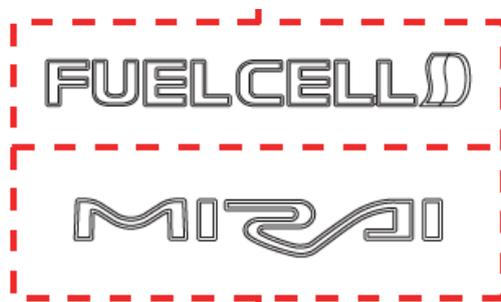


Abb. 14: Bsp. Erkennungsmerkmale eines Wasserstofffahrzeuges



Abb. 15: Kennzeichnung für Wasserstoff

Eine wichtige Information ist auch, ob es sich um ein Fahrzeug mit Brennstoffzelle (und somit auch Elektroantrieb) handelt oder um ein Fahrzeug mit Wasserstoffverbrennungsmotor.

Es werden verschiedene Sicherheitseinrichtungen bei Wasserstoffantrieben verbaut. Diese sind:

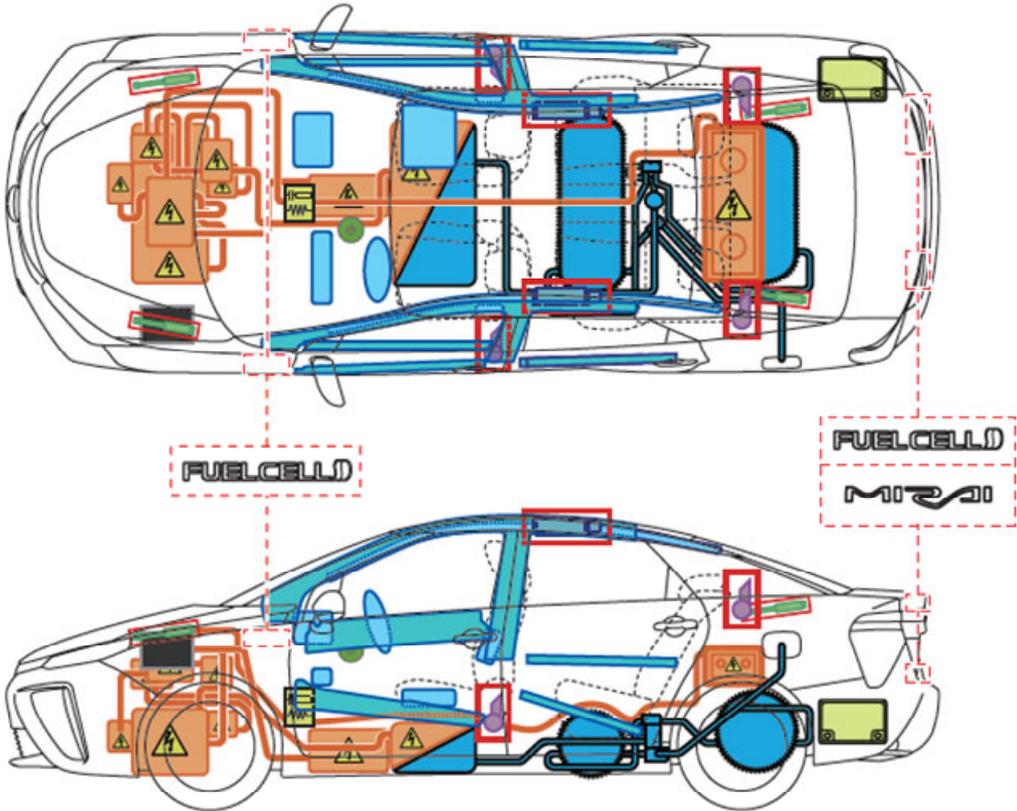
- Überdrucksicherung, welche bei starkem Druckanstieg den übermäßigen Druck abströmen lässt und sich danach wieder schließt. Zusätzlich ist eine maximale Betankung von 80% möglich, damit ausreichend Ausdehnungsraum als Reserve vorhanden ist.
- Elektromagnetisches Behälterabsperrventil, welches bei Ausschalten der Zündung oder Erkennung eines Unfalls die Gaszufuhr vom Tank zum Motor trennt.
- Wasserstoffsensoren, welche eine H₂ Konzentration erkennen, Türpins blinken rot zur Erkennung. Diese Sensoren sind jedoch nicht bei allen Modellen verbaut.

3.3.2 EINSATZHINWEISE

- Sicherstellung Brandschutz (Brand- und/oder Explosionsgefahr)
- Motor/Zündung abschalten, Verringerung der Brandgefahr
- wenn möglich Abklemmen der Batterie (Vermeidung Funkenübersprünge)
- Gasgeruch beachten und Ex-Messungen veranlassen
- gegebenenfalls Belüften der Einsatzstelle um Gaskonzentration zu verringern (Drucklüfter)
- Wasserstoff ist leichter als Luft
- mögliche Funkenquellen beachten (z. B. Rettungsgerät oder öffnen von PKW Türen)
- Wasserstoff brennt nahezu unsichtbar (mittels Wärmebildkamera ist eine Verbrennung sichtbar)
- Abströmöffnungen beachten (mögliche Gefahrenquelle, da meist am Dach angebracht)
- bei Brennstoffzellen zusätzlich Einsatzhinweise zu Elektroantrieben beachten!
- **Rettungskarten/Rettungsleitfäden beachten!** (*siehe Beispiel*)

Abb. 16: Rettungskarte eines Wasserstofffahrzeuges

Toyota Mirai
(AD1 (EU, M) 06 2015)

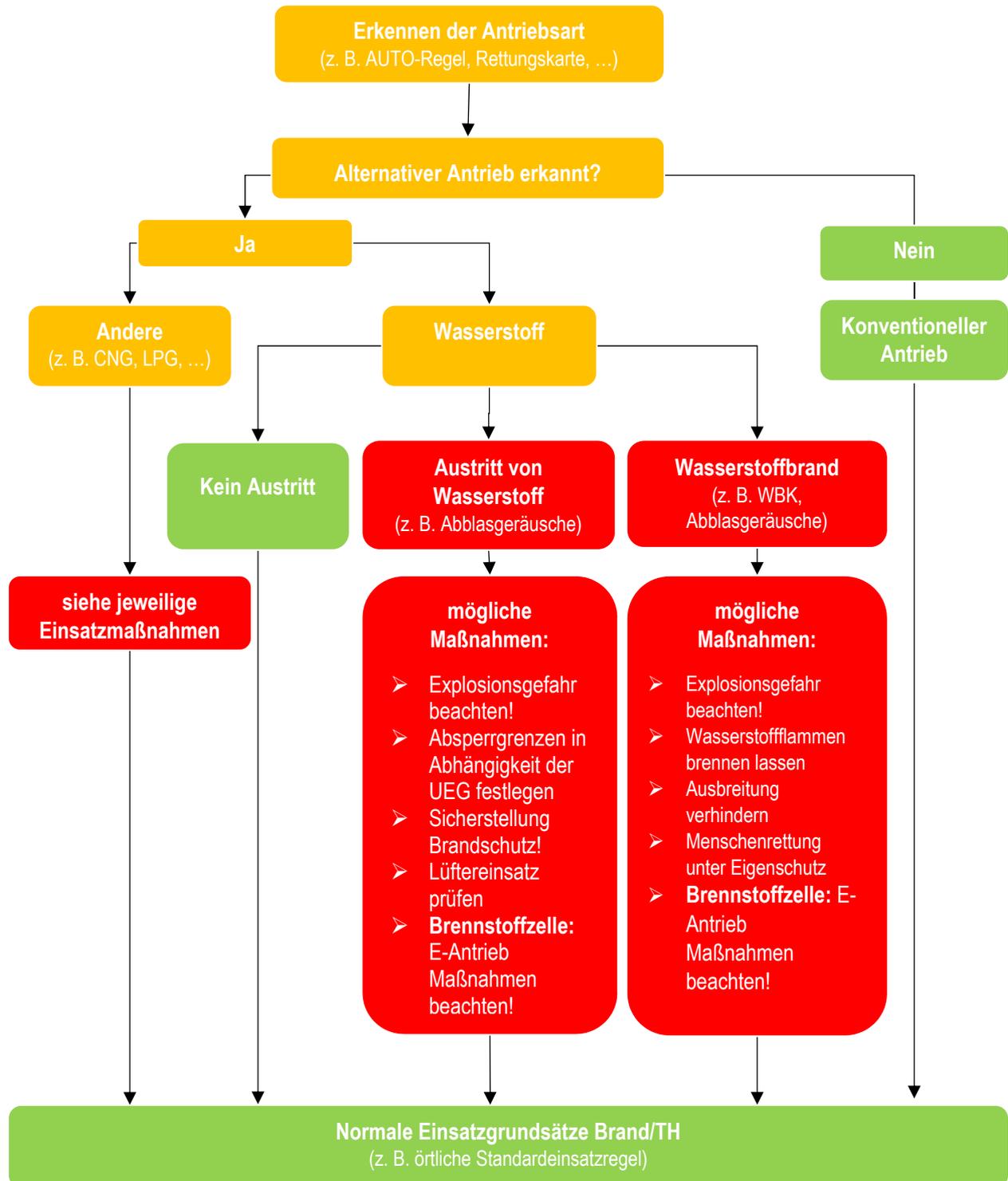


Legende

 Zündschalter	 Sicherungs-kasten	 12 Volt-Batterie
 Airbag	 Gas-generator	 Hochvolt-Batterie
 Hochvolt-bauteile	 Hydrogen-tank	 Hydrogen-komponenten
 Gasdruck-dampfer	 Gurtstraffer	 Karosserie-verstärkung
 Steuergerät		

3.3.3 ABLAUSCHEMA WASSERSTOFFANTRIEBE BRAND/TH

Dieses beispielhafte Schema soll als Anregung für örtliche Vorgehensweisen dienen:



3.4 HYBRID- UND ELEKTROANTRIEBE IM EINSATZFALL

3.4.1 ERKENNUNGSMERKMALE UND SICHERHEITSEINRICHTUNGEN

- Fahrzeugbeschriftungen (z. B. Hybrid, e-tron)
- „E“ als letzter Buchstabe im Fahrzeugkennzeichen (nicht zwingend notwendig)
- Batterie-Ladeanzeige
- Elektro-Ladeanschluss
- orangefarbene Kabel (Hochvoltleitungen)
- Rettungskarten (Rettungsdatenblätter)



Abb. 17: beispielhafte Bezeichnung für Elektrofahrzeug



Abb. 18: beispielhafter Hybrid-Schriftzug

Es werden verschiedene Sicherheitseinrichtungen bei Elektroantrieben verbaut. Diese sind:

- orangefarbene isolierte Hochvoltkabel, welche die besondere Gefahr zu kennzeichnen und mit einem Berührungsschutz ausgestattet sind. Zusätzlich sind alle Hochvoltkomponenten mit eindeutigen Warnungen gekennzeichnet.
- automatische Kurzschlusserkennung.
- Hochvolttrennstellen, die die Hochvoltkomponenten stromlos schalten. Je nach Fahrzeugtyp können diese unterschiedlich ausgeführt sein, beispielsweise als Kabel zum Durchtrennen oder als Steckverbindung.
- Sicherungen zur Deaktivierung der Hochvoltkomponenten, welche als Redundanz zu den Trennstellen dienen.
- Galvanische Trennung, welche die Hochvoltkomponenten von der Fahrzeugkarosserie trennt.
- Automatische Restspannungs-Entladung und Abschaltung im Crash-Fall, welche bei einem Unfall das Hochvoltssystem spannungsfrei schaltet und Restspannungen entlädt (Dauer bis zu ca. 20 Sekunden).

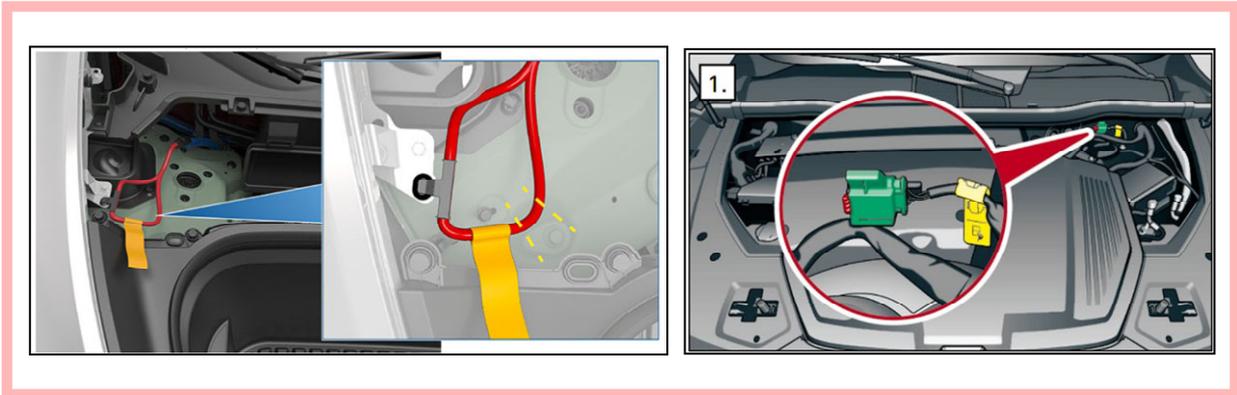


Abb. 19: Hochvolttrennstelle durch schneiden

Abb. 20: Hochvolttrennstelle mit Stecker

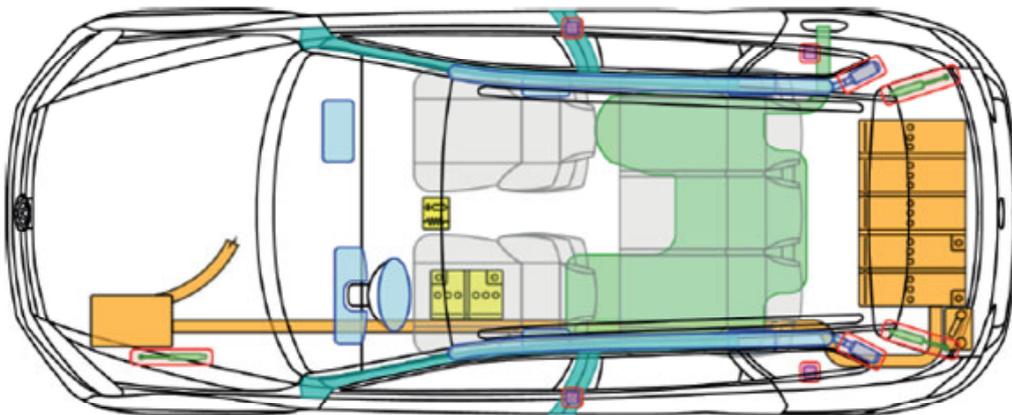
3.4.2 EINSATZHINWEISE

- Sicherstellung Brandschutz
- Motor/Zündung abschalten, um ungewollte Bewegungen zu vermeiden (auf Grund des fehlenden Motorgeräusches kann ein Fahrzeug auch ohne dieses betriebsbereit sein)
- Handbremse anziehen (per Knopf oder klassischem Hebel) und/oder Schalthebel in Parkstellung bringen
- Hochvolttrennstellen nutzen, wenn erforderlich!
- keine Hochvoltkomponenten beschädigen oder öffnen (Vorsicht bei technischer Rettung)
- **Sicherheitsabstände beachten!** (Abstände: 1m – Sprühstrahl und 5m – Vollstrahl, siehe DGUV Information 205-022 und DGUV Information 205-010)
- im Brandfall ausreichend Löschwasser bereitstellen
- brennende Hochvoltbatterien mit viel Wasser löschen und kühlen (nach Herstellerempfehlungen ≈ 10.000 l Wasser bei Vollbrand notwendig)
- regelmäßig die Temperatur der Batterie kontrollieren (Wärmebildkamera/Fernthermometer)
max. 70°C ohne weiteren Anstieg an mehreren Messpunkten!
- durch chemische Reaktionen im Inneren der Hochvoltbatterien kann es auch im späteren Verlauf noch zu einer Entzündung kommen
- Batterieflüssigkeit kann ätzend oder entzündlich sein (GAMS beachten!)
- im Brandfall kann es durch chemische Reaktionen zur Bildung von besonders gefährlichen und gesundheitsschädigenden Stoffen kommen (beispielsweise Flusssäure)
Eigenschutz beachten! (entsprechende PSA)
- Kontaminiertes Löschwasser gegebenenfalls auffangen!
- **Rettungskarten/Rettungsleitfäden beachten!** (siehe Beispiele)

Abb. 21: Rettungskarte eines Hybridfahrzeuges

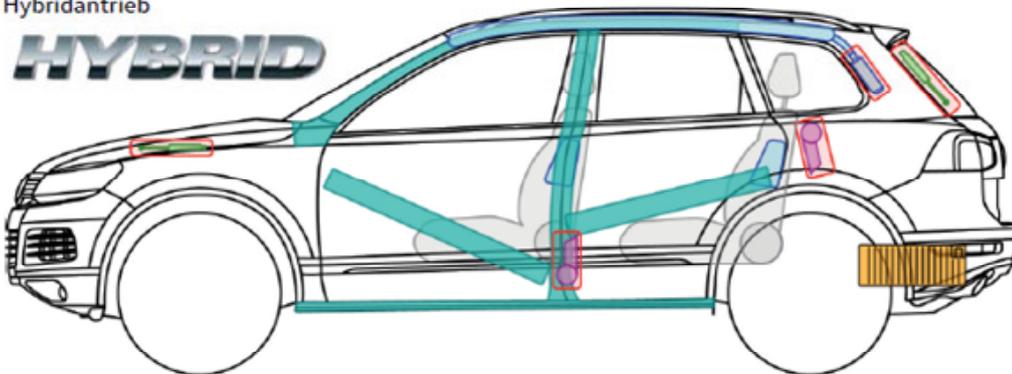


Touareg
(Hybrid, ab 2010)



Hybridantrieb

HYBRID



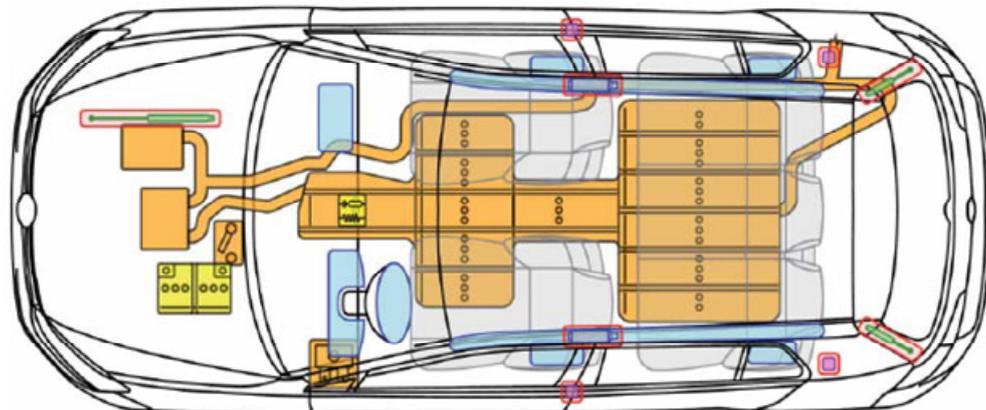
Legende

 Airbag	 Karosserie-Verstärkung	 Steuergerät	 Hochvolt-batterie
 Gas-generator		 12V-Batterie	 Hochvolt-leitung/-komponente
 Gurtstraffer	 Gasdruck-dämpfer	 Kraftstoff-tank	 Trennstelle für Hochvolt

Abb. 22: Rettungskarte eines Elektrofahrzeuges

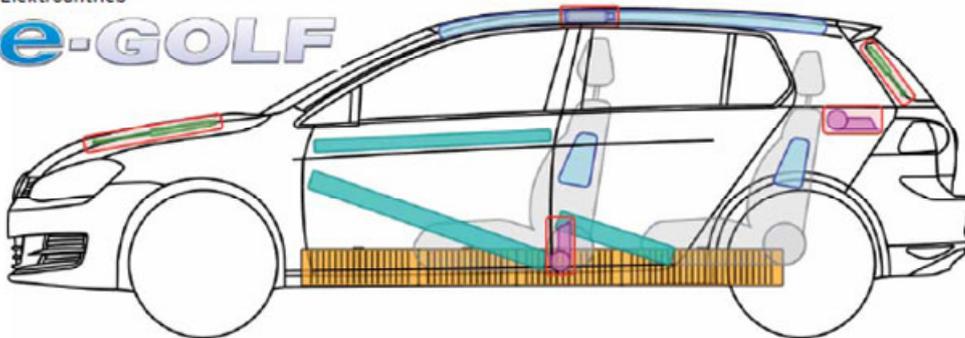


e-Golf 7
(ab 2014)



Elektroantrieb

e-GOLF

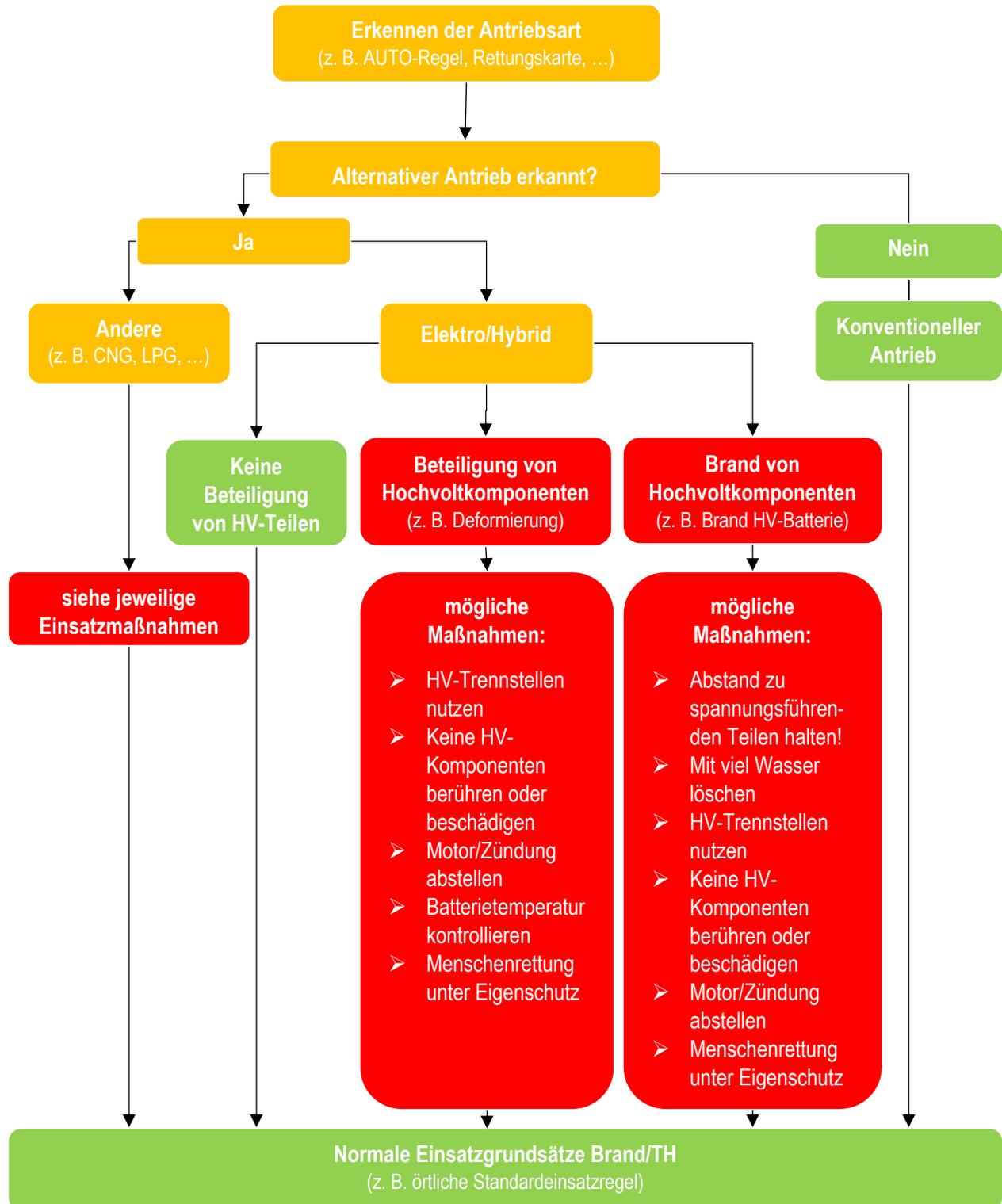


Legende

	Airbag		Karosserie-Verstärkung		Steuergerät		Hochvolt-batterie
	Gas-generator		Sicherungs-träger		12V-Batterie		Hochvolt-komponente/-leitung
	Gurtstraffer		Gasdruck-dämpfer		Kraftstoff-tank		Trennstelle für Hochvolt

3.4.3 ABLAUSCHEMA ELEKTRO- UND HYBRIDANTRIEBE BRAND/TH

Dieses beispielhafte Schema soll als Anregung für örtliche Vorgehensweisen dienen:



4 WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Für weitere Informationen zu Einsätzen mit alternativen Antrieben können unter anderem die Rettungsleitfäden zu alternativen Antrieben der verschiedenen Fahrzeughersteller (z. B. Audi, Volkswagen, Tesla, ...) genutzt werden. Diese gehen ähnlich wie die Rettungskarten auf die herstellereigenen Besonderheiten ein.

Des Weiteren kann auch die DGUV Information 205 – 022 (Rettungs- und Löscharbeiten an PKW mit alternativer Antriebstechnik) als Hilfestellung genutzt werden.

Nützliche Internetquellen:

- DGUV Information 205-022, Link: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/2595>
- Rettungsleitfaden Audi, Link: https://www.audi.de/dam/nemo/models/misc/special-purpose-vehicles/PDF/IG_DE_RL_Audi_Web.pdf
- Rettungsleitfaden VW, Link: <https://www.volkswagen.de/de/besitzer-und-nutzer/wichtige-kundeninformationen/rechtliches/rescue-data.html>
- Merkblatt vfdb, Link: https://www.vfdb.de/fileadmin/download/merkblatt/Merkblatt_0604_2017.pdf



5 QUELLENVERZEICHNIS

- DGUV Information 205-010
- DGUV Information 205-022
- Erdgas, ADAC, abgerufen von www.adac.de
- Handlungsempfehlung für Rettungskräfte bei Einsätzen mit Elektrofahrzeugen, Thüringer Ministerium für Inneres und Kommunales
- Kraftfahrzeugneuzulassungen 2019, Kraftfahrtbundesamt, abgerufen von www.kba.de
- Leitfaden für Rettungskräfte, AUDI AG, Stand 2015
- Leitfaden für Rettungskräfte. AUDI AG. Stand 2019
- Leitfaden für Rettungskräfte, Volkswagen AG. Stand 2010
- Merkblatt „Alternativ angetriebene Fahrzeuge“, Staatliche Feuerwehrsulen Bayern
- Merkblatt „Einsätze an Kraftfahrzeugen mit alternativen Antriebsarten und -kraftstoffen“, vfdb
- Merkblatt „Technisch-medizinische Rettung nach Verkehrsunfällen“ zur vfdb Richtlinie 06/01
- Merkblatt „Unfallhilfe und Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen“, vfdb 06/04
- Unfallhilfe & Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen, Verband der Automobilindustrie e.V. Stand 2017
- Taschenkarte alternative Antriebe für Führungskräfte, Unfallkasse Rheinland-Pfalz
- Neue Elektroautos, ADAC, abgerufen von www.adac.de

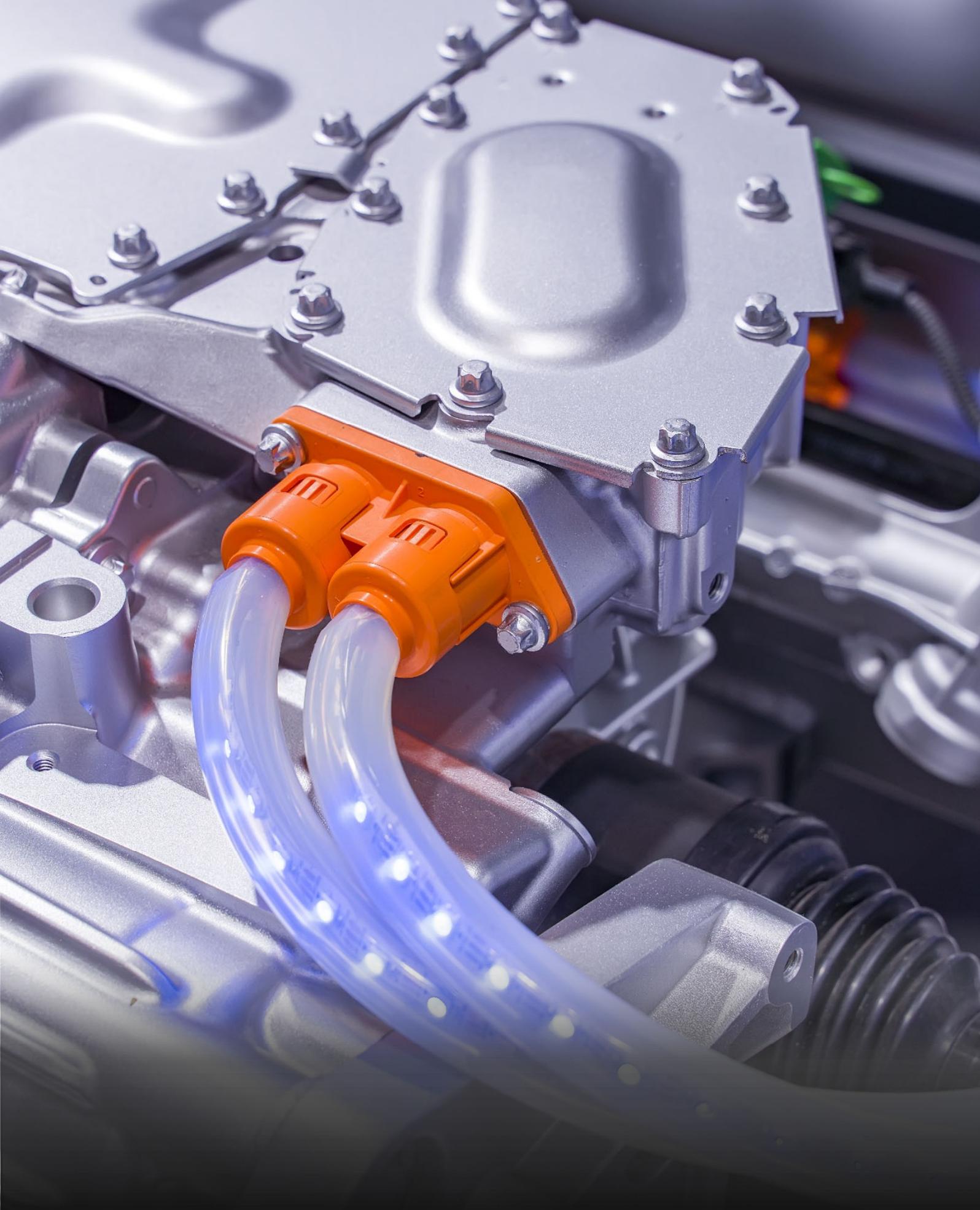
6 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Druckgasbehälter für CNG-Antrieb.....	4
Abbildung 2: LPG beim Tanken	5
Abbildung 3: Wasserstofftankstelle	6
Abbildung 4: Plug-In-Hybrid Fahrzeug beim Ladevorgang.....	7
Abbildung 5: Elektrofahrzeug beim Ladevorgang.....	8
Abbildung 6: Führungskreislauf nach FwDV 100	10
Abbildung 7: CNG-typischer Schriftzug.....	11
Abbildung 8: Funktionsweise der Thermosicherung.....	12
Abbildung 9: Rettungskarte eines CNG-Fahrzeuges	13
Abbildung 10: LPG-typische Beschriftung.....	15
Abbildung 11: LPG-Tankanschluss.....	15
Abbildung 12: Funktionsweise der Überdrucksicherung	16
Abbildung 13: Rettungskarte eines LPG-Fahrzeuges	17
Abbildung 14: beispielhafte Erkennungsmerkmale eines Wasserstofffahrzeuges	19
Abbildung 15: Kennzeichnung für Wasserstoff	19
Abbildung 16: Rettungskarte eines Wasserstofffahrzeuges.....	21
Abbildung 17: Beispielhafte Bezeichnung für Elektrofahrzeug.....	23
Abbildung 18: Beispielhafter Hybrid-Schriftzug	23
Abbildung 19: Hochvolttrennstelle durch schneiden.....	24
Abbildung 20: Hochvolttrennstelle mit Stecker.....	24
Abbildung 21: Rettungskarte eines Hybridfahrzeuges	25
Abbildung 22: Rettungskarte eines Elektrofahrzeuges.....	26

7 FOTO- UND GRAFIKNACHWEISE

- Foto 1: © Buffaloboy – adobe.stock.com
- Foto 2: © Patrick Daxenbichler – adobe.stock.com
- Foto 3: © pureshot – adobe.stock.com
- Grafik 4: © rikkyal – adobe.stock.com
- Foto 5: © Luigi Bertello– adobe.stock.com de
- Foto 6: © Gerhard Seybert – adobe.stock.com
- Foto 7: © Stock57 – adobe.stock.com
- Foto 8: © REMINDFILMS – adobe.stock.com de
- Foto 9: © Petair – adobe.stock.com
- Grafik 10: © abert84 – adobe.stock.com
- Grafik 11: Feuerwehrdienstvorschrift 100. Link:
https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/FIS/DownloadsRechtundVorschriften/Volltext_Fw_Dv/FwDV%20100.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 02.02.2021)
- Foto 12: Rettungsdatenblatt VW Touran EcoFuel, Volkswagen AG. Link:
https://www.volkswagen.de/idhub/content/dam/onehub_pkw/importers/de/geschaeftskunden/sonderzielgruppen/rettungsfahrzeuge/downloads/rettungsdatenblaetter/volkswagen_rettungsdatenblatt_touran_ecofuel_2006.pdf (Seite 1, abgerufen am 02.02.2021)
- Grafik 13: Leitfaden für Rettungskräfte, Volkswagen AG. Stand 2010.
https://www.volkswagen.de/idhub/content/dam/onehub_pkw/importers/de/geschaeftskunden/sonderzielgruppen/rettungsfahrzeuge/downloads/Volkswagen_Rettungsleitfaden_Alternative_Antriebe.pdf (Seite 10, abgerufen am 02.02.2021)
- Grafik 14: Rettungsdatenblatt VW Touran EcoFuel, Volkswagen AG. Link:
https://www.volkswagen.de/idhub/content/dam/onehub_pkw/importers/de/geschaeftskunden/sonderzielgruppen/rettungsfahrzeuge/downloads/rettungsdatenblaetter/volkswagen_rettungsdatenblatt_touran_ecofuel_2006.pdf (Seite 1, abgerufen am 02.02.2021)
- Grafik 15: Leitfaden für Rettungskräfte, Volkswagen AG. Stand 2010
- Grafik 16: Leitfaden für Rettungskräfte, Volkswagen AG. Stand 2010
- Grafik 17: Leitfaden für Rettungskräfte, Volkswagen AG. Stand 2010
- Grafik 18: Rettungsdatenblatt VW Sharan BiFuel, Volkswagen AG. Link:
https://www.volkswagen.de/idhub/content/dam/onehub_pkw/importers/de/geschaeftskunden/sonderzielgruppen/rettungsfahrzeuge/downloads/rettungsdatenblaetter/volkswagen_rettungsdatenblatt_sharan_bifuel_2006.pdf (Seite 1, abgerufen am 02.02.2021)
- Grafik 19: Rettungsdatenblatt Toyota Mirai, Toyota Deutschland GmbH. Link:
https://www.toyota.de/download/cms/dede/Mirai%20RK_tcm-17-467833.pdf Seite 1 (abgerufen am 18.03.2021)

- Grafik 20: Nachhaltig zum Brandeinsatz: Berliner Feuerwehr kauft vier Toyota Mirai, Toyota Deutschland GmbH. Link: <https://www.toyota-media.de/blog/toyota-modelle/artikel/nachhaltig-zum-brandeinsatz-berliner-feuerwehr-kauft-vier-toyota-mirai/text?slide=/file-detail-54346> (abgerufen am 18.03.2021)
- Grafik 21: Rettungsdatenblatt Toyota Mirai, Toyota Deutschland GmbH. Link: https://www.toyota.de/download/cms/dede/Mirai%20RK_tcm-17-467833.pdf Seite 1 (abgerufen am 18.03.2021)
- Grafik 22: Rettungsdatenblatt VW Golf 7 EGolf, Volkswagen AG. Link: https://www.volkswagen.de/idhub/content/dam/onehub_pkw/importers/de/geschaeftskunden/sonderzielgruppen/rettungsfahrzeuge/downloads/rettungsdatenblaetter/volkswagen_rettungsdatenblatt_golf_7_egolf_5dr_2014.pdf (Seite 1, abgerufen am 02.02.2021)
- Grafik 23: Rettungsdatenblatt Toyota Mirai, Toyota Deutschland GmbH.
- Grafik 24: Rettungsdatenblatt Tesla Modell Y, Tesla Germany GmbH. Link: https://www.tesla.com/sites/default/files/downloads/Model_Y_Emergency_Response_Guide_en.pdf (Seite 14, abgerufen am 02.02.2021)
- Grafik 25: Rettungsdatenblatt AUDI e-tron, AUDI AG. Link: https://www.audi.de/content/dam/nemo/models/misc/special-purpose-vehicles/PDF/pdf-getrennt/RDB_Audi_e_tron_DE.pdf (Seite 5, abgerufen am 02.02.2021)
- Grafik 26: Rettungsdatenblatt VW Touareg Hybrid, Volkswagen AG. Link: https://www.volkswagen.de/idhub/content/dam/onehub_pkw/importers/de/geschaeftskunden/sonderzielgruppen/rettungsfahrzeuge/downloads/rettungsdatenblaetter/volkswagen_rettungsdatenblatt_touareg_hybrid_2010.pdf (Seite 1, abgerufen am 02.02.2021)
- Grafik 27: Rettungsdatenblatt VW Touareg Hybrid, Volkswagen AG. Link: https://www.volkswagen.de/idhub/content/dam/onehub_pkw/importers/de/geschaeftskunden/sonderzielgruppen/rettungsfahrzeuge/downloads/rettungsdatenblaetter/volkswagen_rettungsdatenblatt_touareg_hybrid_2010.pdf (Seite 1, abgerufen am 02.02.2021)
- Foto 28: Eigene Darstellung nach:
 - DGUV Information 205-022, Link: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/2595>
 - Rettungsleitfaden Audi, Link: https://www.audi.de/dam/nemo/models/misc/special-purpose-vehicles/PDF/IG_DE_RL_Audi_Web.pdf
 - Rettungsleitfaden VW, Link: <https://www.volkswagen.de/de/besitzer-und-nutzer/wichtige-kundeninformationen/rechtliches/rescue-data.html>
 - Merkblatt vfdb, Link: https://www.vfdb.de/fileadmin/download/merkblatt/Merkblatt_0604_2017.pdf
- Foto 29: xiaoliangge – adobe.stock.com
- Foto 30: Mathias Berendt – adobe.stock.com



Die Zukunft schon jetzt unter Kontrolle

Impressum

Herausgeber:

Landesschule und Technische Einrichtung für Brand- und Katastrophenschutz (LSTE)

Landesfeuerwehrschule

Eisenbahnstraße 1a

15890 Eisenhüttenstadt

Internet: <https://lste.brandenburg.de>

Ansprechpartner zur Publikation:

Patrick Scholz, Telefon: +49 (0) 3364 757-131

Gestaltung mit freundlicher Unterstützung von:

Ministerium des Innern und für Kommunales (MIK)

Pressestelle und Öffentlichkeitsarbeit

Stand: April 2021

