

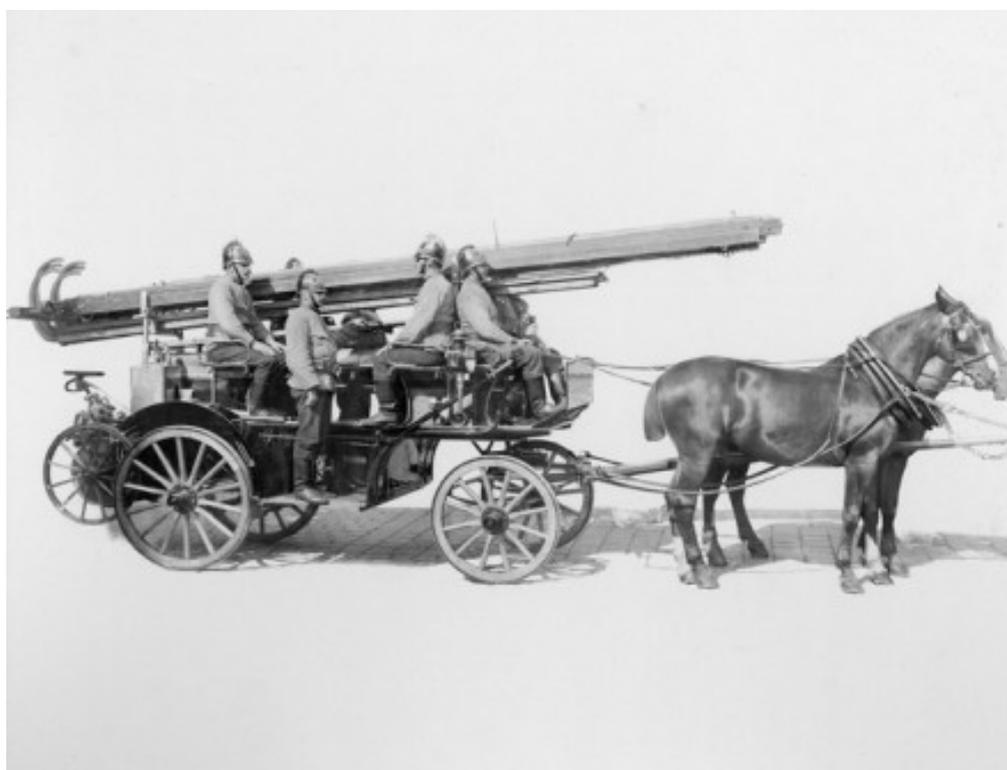


**ÖSTERREICHISCHER
BUNDESFEUERWEHRVERBAND**
SACHGEBIET 4.6 - Gefährliche Stoffe

**ÖBFV-
INFO
E - 20**

INFORMATION

**Alternative Antriebe
Alternative Treibstoffe in Fahrzeugen und Gebäuden**



**Beschlossen vom
Plenum des SG 4.6
im März 2010**

Erstausgabe

**1. Ausgabe
Oktober 2010
Version V01.0/1010**

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.

Erarbeitung durch:

Sachgebiet 4.6 „Schadstoffe“

Copyright: Österreichischer Bundesfeuerwehrverband
Siebenbrunnengasse 21/3
A - 1050 WIEN
Telefon: 01 / 545 82 30
FAX: 01 / 545 82 30 – 13
Internet: www.bundesfeuerwehrverband.at
Mail: office@bundesfeuerwehrverband.at

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines.....	4
1.1.	Informationsbeschaffung	4
1.2.	Allgemeine Kennzeichnung	4
1.3.	Allgemeine Taktik	4
2.	Antriebsstoffe	6
2.1.	Flüssiggas	6
2.2.	Erdgas	10
2.3.	Wasserstoff	16
2.4.	Bioethanol E 85 / E 100	21
2.5.	„Synthetische“ Treibstoffe	22
2.6.	Sonstige Zusatzstoffe „AdBlue“	23
3.	Antriebsarten	24
3.1.	Brennstoffzellen	24
3.2.	Hybridantrieb	28
3.3.	Elektro- und Solarfahrzeuge	30
4.	Erste Hilfe.....	32
4.1.	Rettung aus der Gefahrenzone	32
4.2.	Entfernen durchgaster oder kontaminierter (Treibstoffe, Batterieflüssigkeiten, ...) Kleidung	32
4.3.	Umgang mit verunfallten Fahrzeugen	32
5.	Dokumentation des Einsatzes	33
5.1.	Information/ Rettungsleitfäden	33
6.	Abbildungsverzeichnis.....	33
6.1.	Abbildungen aus dem Internet	33

1. ALLGEMEINES

Aufgrund der zunehmenden Verknappung fossiler Rohstoffe und des zunehmenden Umweltbewusstseins setzt die Industrie vermehrt auf alternative Antriebe und Treibstoffe.

Dies können brennbare Gase, Flüssigkeiten, Antriebe 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 hoher Druck, ...).

Die Erkennbarkeit der verschiedenen Systeme ist eine der Herausforderungen. Derzeit gibt es weder vorgeschriebene Kennzeichnungen (geringe Ausnahmen bei Nutzfahrzeugen) noch einheitliche Absperr- und Notmassnahmen für die verschiedenen Antriebssysteme.

1.1. INFORMATIONSBESCHAFFUNG

Genauere Vorgangsweisen sind nur den spezifischen Rettungsleitfäden jedes einzelnen Fahrzeugmodells zu entnehmen. Diese können über die Internetseiten bei den Fahrzeugherstellern bzw. den Importeuren abgerufen werden.

1.2. ALLGEMEINE KENNZEICHNUNG

Fahrzeuge mit alternativen Antrieben müssen nicht gekennzeichnet sein. Besondere Merkmale zur Erkennung werden bei den einzelnen Antriebsarten behandelt.

1.3. ALLGEMEINE TAKTIK

- Gefahrenbereich absperren, mindestens 30 bis 60 Meter.
- Motor abstellen.
- Brandschutz sicherstellen.
- bei Brandeinwirkung gefährdete Fahrzeugbereiche (Lagerbehälter, Hochleistungsbatterien) und Umgebung aus sicherer Entfernung kühlen.
- Löschwasserrückhaltung prüfen.
- Weitere Informationen durch Kontaktaufnahme der Landesalarmzentralen mit TUIS, Betriebs-/Werkfeuerwehren der Fahrzeughersteller und Fachpersonal.

Grundsätzlich kann man derzeit folgende Antriebsstoffe unterscheiden:

Bezeichnung	Energieträger	Speicherung	Antrieb
Gase	<i>Flüssiggas</i>	flüssig	Verbrennungsmotor
	<i>Erdgas</i>	gasförmig, (flüssig)	Verbrennungsmotor
	<i>Wasserstoff</i>	gasförmig, flüssig, fest als Hydrid gespeichert	Verbrennungsmotor, Elektroantrieb
Flüssigkeiten	<i>Methanol</i>	flüssig	Verbrennungsmotor, Elektroantrieb
	<i>„Synfuel“[®] Gas to liquid</i>	flüssig	Verbrennungsmotor
	<i>„Sunfuel“[®] Biomass to liquid</i>	flüssig	Verbrennungsmotor
	<i>Bioethanol E85 / E 100</i>	flüssig	Verbrennungsmotor
Brennstoffzellen	<i>Wasserstoff</i>	gasförmig, flüssig, fest als Hydrid gespeichert	Elektroantrieb
Hybridantrieb	<i>Benzin, Diesel, Gase</i>	flüssig, gasförmig, Hochspannungsbatterien	Verbrennungs- und Elektroantrieb
Elektrofahrzeug		Hochspannungsbatterien	Elektroantrieb
Solarfahrzeug		Hochspannungsbatterien	Elektroantrieb
Sonstige Zusatzstoffe	<i>„AdBlue“[®]</i>	flüssig	Verbrennungsmotor

2. ANTRIEBSSTOFFE

2.1. FLÜSSIGGAS

Als Flüssiggas werden Gase bezeichnet, die schon bei geringem Druck und bei Raumtemperatur in den flüssigen Zustand übergeführt werden können.

Dieses Kapitel der ÖBFV-INFO E 20 **bezieht sich auf die** im allgemeinen Sprachgebrauch als „Flüssiggas“ bezeichneten **brennbaren Gase, wie Propan und Butan sowie deren Gemische.**

Für Flüssiggas wird häufig die englische Abkürzung **LPG** (Liquified Petroleum Gas) verwendet.

Die Eigenschaften und Besonderheiten von *Flüssiggas* sind der **ÖBFV-INFO E 06** zu entnehmen. In der hier vorliegenden Info werden vor allem die speziellen Verwendungen als Antriebstoff angeführt.

2.1.1. Erfahrungen und Beschreibung

Flüssiggas wird schon seit mehreren Jahrzehnten als Antriebstoff für Kraftfahrzeuge verwendet. In Europa sind derzeit etwa 2,5 Millionen Fahrzeuge, davon die meisten PKW, im Umlauf. Die Busse der Wiener Verkehrsbetriebe fahren schon seit den 70er Jahren nur mit Flüssiggas. Schwere Unfälle aufgrund des Antriebes hat es dabei in Österreich noch nicht gegeben.

Viele der Flüssiggasfahrzeuge sind konventionelle Fahrzeuge, die nachträglich auf Flüssiggasbetrieb umgerüstet wurden und in Nachrüstdbetrieben immer noch werden.

Reine Flüssiggasfahrzeuge werden als monovalent bezeichnet, Mischformen mit Benzinantrieb als bivalent.

Am weitesten ist die Verbreitung in Italien, Frankreich, Schweiz, Großbritannien, Polen, Tschechische Republik, Slowakei,...

2.1.2. Eigenschaften von Flüssiggas



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

	Propan	Butan
Summenformel	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
CAS-Nummer	74-98-6	106-97-8
Geruch	geruchlos	geruchlos
Gefahrnummer	23	23
UN-Nummer	1978	1011
Siedetemperatur (1 bar)	-42°C	-0,5°C
Dichte, flüssig (g/cm³ bei 20°C)	~0,5	~0,58
Dampfdichteverhältnis zu Luft (Luft = 1)	1,56	2,05
Dampfdruck (20°C)	8,3 bar	2,1 bar
Löslichkeit in Wasser	geringfügig	geringfügig
Ex – Bereich (Vol. %)	1,7 – 10,8% ^❶	1,5 – 8,5% ^❶
Zündtemperatur (°C) und Temperaturklasse	470°C / T1	365°C / T2

❶ Die Literaturangaben weichen geringfügig voneinander ab; an dieser Stelle wurden die „gefährlichsten“, also am weitesten auseinander liegenden Werte eingesetzt

1 kg Flüssiggas \cong 2 l Flüssigphase



2 l Flüssigphase \cong 500 l Gasphase



500 l Gasphase \cong 30.000 l zündfähiges Gas-/Luftgemisch

2.1.3. Kennzeichnung und Erkennung des Antriebsstoffes

- Kennzeichnung mit den Großbuchstaben **LPG (Liquified Petroleum Gas)** möglich.



- Ausländische Fahrzeuge teilweise mit **TNG (Tečni nafti gas)**.



[1]

- Firmenspezifische Hinweise auf den Fahrzeugen sind möglich.



[2]

- Spezielle Tankanschlüsse oder ein zweiter Tankanschluss.



[3]

- Knatter- oder Pfeifgeräusche durch Leckage im Falle einer Betriebsstörung.

2.1.4. Lagerung

Das Flüssiggas wird in Lagerbehältern bei einem Druck von ~8 bar mitgeführt.

Die Lagerbehälter bestehen meistens aus Stahl.

Bei PKW, die ab Werk geliefert werden, sind die Lagerbehälter meistens Unterflur angebracht.

Nachträglich mit Flüssiggas ausgerüstete Fahrzeuge verwenden Behälter, die anstatt dem Reserverad eingesetzt werden, oder liegend im Kofferraum situiert sind.



[3]

2.1.5. Sicherheitseinrichtungen

Die Sicherheit der Behälter wird im Brandfall seit einigen Jahren durch Überdruckventile gewährleistet.

Bei Überschreiten eines gewissen Drucks (z.B. Wiener Linienbusse: ~30 bar) öffnen die Sicherheitsventile und schließen wieder nach Druckabfall.

Beim Hantieren im Bereich der Behälter ist darauf besonderen Augenmerk legen!

Bei alten Flüssiggasfahrzeugen wurden keine Druckentlastungen vorgesehen, d.h. bei zu hoher Temperatur ist die *Gefahr eines Behälterzerknalls* gegeben.

2.1.6. Spezielle Taktik Flüssiggas

Da der überwiegende Teil der Flüssiggasfahrzeuge bivalent ist und Benzin mit sich führt, sind die Sicherheitsanforderungen für Benzinfahrzeuge mit zu beachten!

- In Windrichtung anfahren und erkunden.
- Ex-Schutz beachten (Funkgerät, Mobiltelefon).
- Gasabsperrentil schließen (händisch oder NOT-AUS-Taster).
- Sichern von Schächten und Kanaleinläufen, (Gefahr des „Abfließens“ in tiefere Bereiche).
- Ex-Messgerät einsetzen.
- Hochleistungslüfter positionieren und Gas-/Luftgemisch verdünnen.

2.1.6.1. Gasaustritt am Flüssiggasfahrzeug **mit** Brand

- Menschen aus Gefahrenbereich entfernen.
- Motor/Zündung abstellen, falls möglich.
- Gefährdete Fahrzeugbereiche kühlen.
- Gefährdete Umgebung kühlen.
- Löschen nur zur Rettung von Menschen oder hochwertigen Gütern.

2.1.6.2. Gasaustritt am Flüssiggasfahrzeug **ohne** Brand

- Fahrzeug im Freien abstellen und außer Betrieb nehmen.
- Alle Fahrzeuginsassen verlassen das Fahrzeug.
- Fahrgastraum offen halten.
- Zündquellen vom Nahbereich des Fahrzeuges fernhalten bzw. entfernen.
 - Striktes Rauchverbot!

2.2. ERDGAS

Die grundsätzlichen Eigenschaften und Besonderheiten von *Erdgas* sind der **ÖBFV-INFO E 07** zu entnehmen.

In der hier vorliegenden Info werden vor allem die speziellen Verwendungen als Antriebstoff angeführt.

2.2.1. Erfahrungen und Beschreibung

Erdgas wird für verschieden Anwendungsbereiche verwendet:

- Als Antriebsstoff für Kraftfahrzeuge
Kraftfahrzeuge mit Erdgasantrieb werden mit konventionellen Ottomotoren angetrieben, anstatt des Benzin-/Luftgemisches wird eine Erdgas-/Luftmischung verbrannt.
- Zur Strom-/Energieerzeugung mittels Brennstoffzellen
Die Weiterentwicklung der Brennstoffzellentechnologie (nähere Beschreibung unter Punkt 2.5) brachte in letzter Zeit einen Aufschwung für Erdgas in Brennstoffzellenkraftwerken, aber auch für den Heimbereich.
- Wärmelieferant
Als konventioneller Energielieferant durch Verbrennung (Gasherd, Gastherme,...).

2.2.2. Eigenschaften von Erdgas

Bezeichnung, Synonyme	Erdgas; Methan
Summenformel	CH ₄
CAS-Nummer	74-82-8 (Methan)
Aggregatzustand	gasförmig
Zusammensetzung	96 – 98 Vol% Methan (CH ₄) 0,2 – 1,5 Vol% Ethan (C ₂ H ₆) Propan, Butan, Stickstoff und CO ₂ in geringen Mengen
Geruch	Geruchlos. Aus Sicherheitsgründen wird dem Erdgas in der Ortsversorgung ein Geruchstoff beigemischt (Odorierung), um auch geringe Ausströmungen wahrnehmen zu können. In Transportleitungen und Anspeisungen für Großverbraucher kann Erdgas auch ohne Geruchsstoffbeimengung vorkommen. Bei diesen Firmen ist es auch möglich erdgasbetriebene Fahrzeuge ohne Odorierung anzutreffen.
Geschmack	geschmacklos



Gefahrnummer	23
UN-Nummer	1971
Siedetemperatur (1 bar)	-162°C
Dampfdichteverhältnis zu Luft (Luft = 1)	0,55
Löslichkeit in Wasser	geringfügig
Ex-Bereich (Vol. %)	4,4– 17% [•]
Zündtemperatur (°C) und Temperaturklasse	595°C / T 1
Heizwert	~10 kWh/Nm ³ = ~36 MJ/Nm ³
Flammentemperatur in Luft	bis 2.000°C
Verbrennungsgeschwindigkeit	0,43 m/s

[•] Die Literaturangaben weichen geringfügig voneinander ab; an dieser Stelle wurden die „gefährlichsten“, also am weitesten auseinander liegenden Werte, eingesetzt.

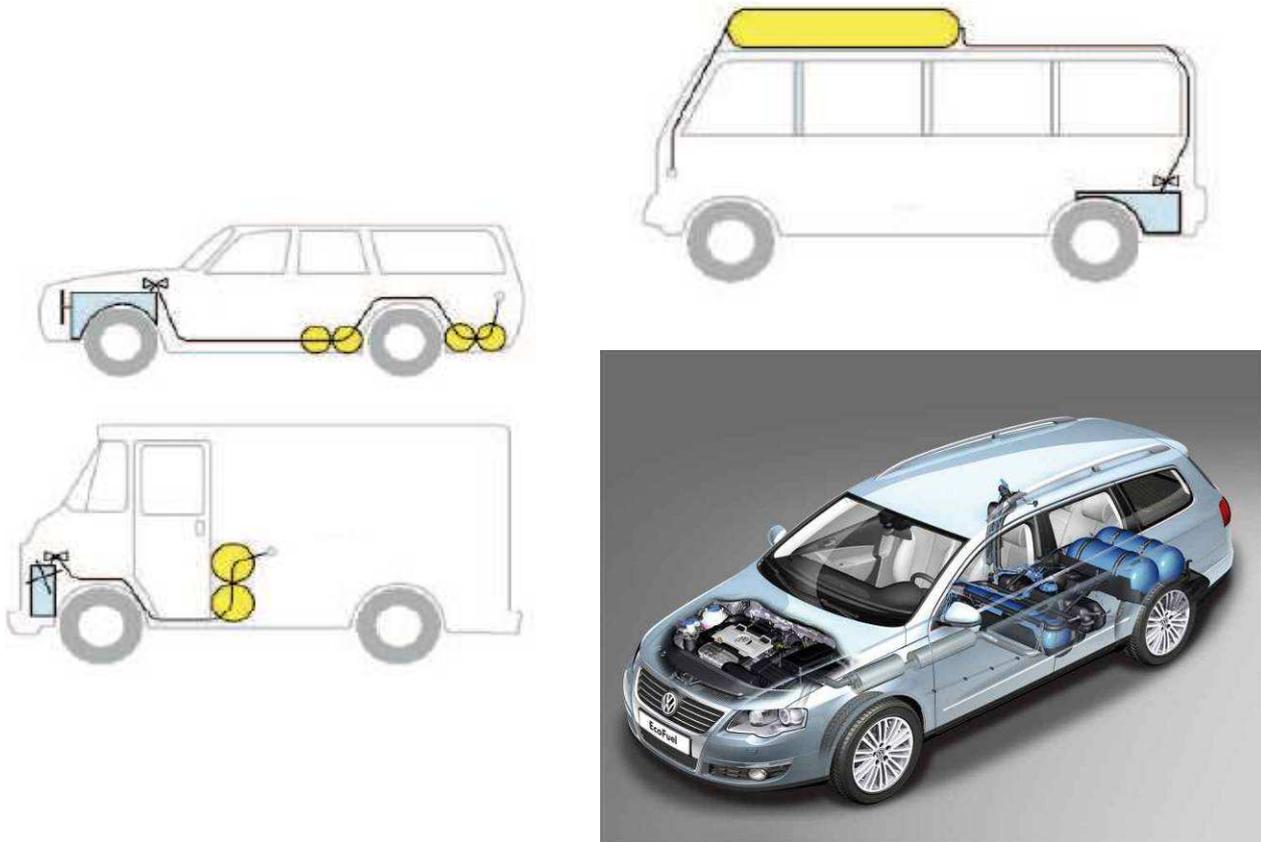
2.2.3. Kennzeichnung und Erkennung von Erdgas

- Kennzeichnung **CNG (Compressed Natural Gas)** bei Bussen mit mehr als 5 Tonnen vorgeschrieben, bei anderen Fahrzeugen möglich.
- Firmenspezifische Hinweise auf den Fahrzeugen sind möglich.
- Spezielle oder eine zweite Tankklappe möglich.
- Knatter- oder Pfeifgeräusche durch Leckage im Falle einer Betriebsstörung.



2.2.4. Lagerung

Erdgas wird in den Lagerbehältern *gasförmig* gespeichert. Der Speicherdruck beträgt nach der derzeitigen Technologie 200 bar. Die Lagerbehälter bestehen entweder aus Stahl oder Verbundwerkstoffen (Composite).



[4]

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

KFZ	Tankinhalt	zündfähiges Gas-Luft-Gemisch
PKW	35 m ³	max. 700 m ³
LKW	100 m ³	max. 2.000 m ³
BUS	230 m ³	max. 4.600 m ³

In Zukunft wird vermehrt tiefkalt verflüssigtes Erdgas (LNG – Liquefied Natural Gas) zur Anwendung kommen.

Dieses hat aufgrund der höheren Energiedichte den Vorteil des kleineren Lagerbedarfes. Nachteil ist u.a. die tiefe Temperatur (<-162°C, spezielle Lagerbehälter).

2.2.5. Sicherheitseinrichtung

Als Sicherheitseinrichtung für Erdgasfahrzeuge werden Schmelzsicherungen verwendet, d.h. dass bei zu hoher Umgebungstemperatur oder direkter Beflammung der Sicherheitseinrichtung der Gasstrom über die Schmelzsicherung abgeführt wird.

Vorsicht bei Löscharbeiten, der brennende Gasstrahl kann mehrere Meter weit reichen! Nach Auslösung der Schmelzsicherung strömt der gesamte Inhalt des betroffenen Behälters aus.

2.2.6. Spezielle Taktik Erdgas

Da der überwiegende Teil der Erdgasfahrzeuge bivalent ist und Benzin mit sich führt, sind die Sicherheitsanforderungen für Benzinfahrzeuge mit zu beachten!

- In Windrichtung anfahren und erkunden.
- Ex-Schutz beachten (Funkgerät, Mobiltelefon).
- Gasabsperrentil schließen (händisch oder NOTAUS Taster).
- Ex-Messgerät einsetzen.
- Hochleistungslüfter positionieren und Gas-/Luftgemisch verdünnen.

2.2.6.1. Gasaustritt am Erdgasfahrzeug mit Brand

- Menschen aus Gefahrenbereich entfernen.
- Motor/Zündung abstellen, falls möglich.
- Gefährdete Fahrzeugbereiche kühlen.
- Gefährdete Umgebung kühlen.
- Löschen nur zur Rettung von Menschen oder hochwertigen Gütern.

2.2.6.2. Gasaustritt am Erdgasfahrzeug ohne Brand

- Fahrzeug im Freien abstellen und außer Betrieb nehmen.
- Alle Fahrzeuginsassen verlassen das Fahrzeug.
- Fahrgastraum offen halten.
- Zündquellen vom Nahbereich des Fahrzeuges fernhalten bzw. entfernen.
 - Striktes Rauchverbot!

2.2.7. Erdgastankstellen

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.

Eine Unterscheidung gibt es 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.

Erdgastankstelle

Zur Tankstelle gelangt das Erdgas durch unterirdisch verlegte

- Hochdruckleitungen bis etwa 80 bar;
- Mitteldruckleitungen zwischen 100 mbar und 1 bar;
- Niederdruckleitungen bis 100 mbar.

Die Leitungen bestehen entweder aus Stahl oder Kunststoff.

NOT-AUS

Erdgastankstellen sind mit Systemen ausgerüstet, deren Betätigung im Gefahrfall Vorrang hat.

Bei öffentlichen Tankstellen ist ein NOT-AUS-Schalter im Kassenbereich zu finden, im Bereich der Zapfsäule sind NOT-AUS-Taster situiert.



Zentrale Alarm-Telefonnummer 128





Erdgastankstelle mit Einhausung des Kompressors und des Hochdruckspeichers (HD Speicher)



Erdgaszapfsäule



Erdgaszapfpistolen



Erdgashochdruckspeicher (HD Speicher)



Erdgastankanschluss links neben „normalem“ Tankstutzen



Erdgasbetankung

Alle Bilder [1]

2.3. WASSERSTOFF

Die Eigenschaften und Besonderheiten von *Wasserstoff* sind der **ÖBFV-INFO E 08** zu entnehmen.

In der hier vorliegenden Info werden vor allem die speziellen Verwendungen als Antriebstoff angeführt.

2.3.1. Erfahrungen und Beschreibung

Wasserstofffahrzeuge haben derzeit noch keine praktische Bedeutung, einzelne Testfahrzeuge sind aber bereits auf den Straßen unterwegs.

Die Wasserstofftechnologie gilt als der Hoffnungsträger für die Zukunft, mit noch sehr vielen offenen Fragen bezüglich Speicherung (fest, flüssig, gasförmig) und Wahl des Antriebsaggregats (Verbrennungsmotor oder Brennstoffzellen mit Elektromotor).

2.3.2. Kennzeichnung und Erkennung des Antriebsstoffes

Kennzeichnung möglich, firmenspezifische Hinweise wie z.B. Clean Energy.

2.3.3. Eigenschaften von Wasserstoff

- Sehr leicht entzündlich!
 - Auch energiearme Funken wie z.B. bei elektrostatischer Aufladung können zur Zündung führen.
 - Unter Druck ausströmender Wasserstoff kann sich selbst entzünden.
- Wasserstoff brennt mit fast farbloser Flamme, diese ist bei Tageslicht kaum sichtbar und oft nur durch die Wärmestrahlung „wahrnehmbar“.
 - Wegen der schweren Erkennbarkeit einer Wasserstoffflamme ist es wichtig, die Wasserstoff-Austrittsstelle zu lokalisieren und auf Brand zu prüfen (Wärmebildkamera, Besentest).

Besentest:

Die Borstenseite eines Besens wird vor die vermutete Wasserstoff-Austrittsstelle gehalten. Durch das Entflammen der Besenborsten bei Brand wird eine unsichtbare Wasserstoffverbrennung erkennbar.

Bezeichnung, Synonyme	Wasserstoff
Summenformel	H ₂
CAS-Nummer	1333-74-0
Aggregatzustand	gasförmig
Farbe	farblos
Geruch, Geschmack	geruchlos, geschmacklos
Dichte	Luft ist viel schwerer als Wasserstoff (14-mal so schwer!). Wasserstoff sammelt sich in Räumen unter der Decke.



Gefahrnummer	23 (Wasserstoff verdichtet)
UN-Nummer	1049 (Wasserstoff verdichtet)
Siedetemperatur	-253°C
Dampfdichteverhältnis zu Luft (Luft = 1)	0,07
Löslichkeit in Wasser	geringfügig
Ex-Bereich (Vol. %)	4,0 – 77% ^❶
Zündtemperatur / Temperaturklasse	560°C T 1
unterer Heizwert	~33,3 kWh/kg ~10,8 MJ/Nm ³
Flammentemperatur	~2.300°C in Luft ~2.700°C in Sauerstoff
Verbrennungsgeschwindigkeit in Luft max.	3,46 m/s

^❶ Die Literaturangaben weichen geringfügig voneinander ab; an dieser Stelle wurden die „gefährlichsten“, also am weitesten auseinander liegenden Werte eingesetzt

2.3.4. Lagerung

Die verschiedenen Speicherarten für Wasserstoff weisen einige Neuerungen im Vergleich zu den herkömmlichen Systemen auf.

Sie unterscheiden sich vor allem durch höhere Drücke, tiefkalte Lagerung und weitere neue Komponenten. Im Flottenbetrieb werden derzeit hauptsächlich die Hochdruck-Compositebehälter verwendet.

Art der Lagerung	Besonderheiten
Hochdruck-Compositebehälter	Druck bis 700 bar ,
Metallhydridspeicher	unter Druck, ~150 bar , „Metallschwamm“ in der Gasflasche
Flüssigwasserstoffbehälter	tiefkalt flüssig gelagert bei <-253°C
Nanotubes	Kapillaren aus Glas / Kohlefasern

2.3.4.1. Hochdruck-Compositebehälter (bis ~700 bar, Busse derzeit 350 bar), Metallhydridspeicher

Als Sicherheitseinrichtung werden **Schmelzsicherungen** verwendet. d.h. dass bei zu hoher Umgebungstemperatur oder direkter Beflammung der Sicherheitseinrichtung der Gasstrom über die Schmelzsicherung abgeführt wird.

Vorsicht bei Löscharbeiten, brennender Gasstrahl kann mehrere Meter weit reichen!

Die Flamme ist bei Tageslicht sehr schlecht sichtbar!

Das Gas strömt nach Auslösung der Schmelzsicherung komplett aus dem betroffenen Behälter.



[5] Hochdruck-Compositebehälter



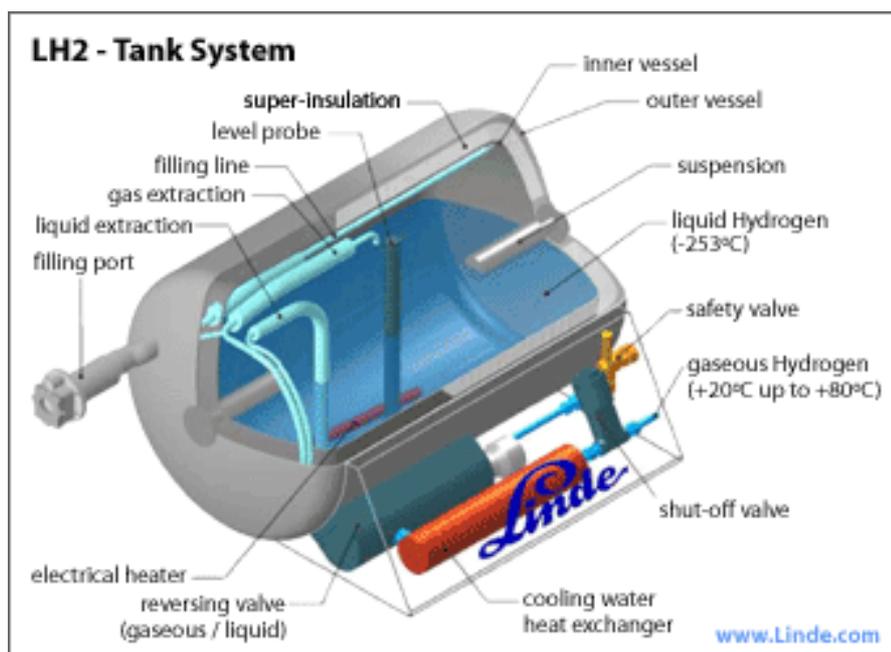
[6] Metallhydridspeicher

2.3.4.2. Flüssigwasserstoffbehälter (Lagertemperatur <-253°C)

Die Sicherheit für die Behälter wird im Brandfalle durch **Überdruckventile** gewährleistet.

Bei Überschreiten eines gewissen Innendruckes (~5 bar) öffnen 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, Gefahr zündfähiger Gas-/Luft-Gemische.



[7] LH₂ Tank - Liquid Hydrogen Tank, Flüssigwasserstoff

2.3.4.3. Nanotubes (Kapillaren aus Glas/ Kohlefasern)

Diese Technologie befindet sich noch im Entwicklungsstadium, vermutlich werden bei einem Kartuschensystem ebenfalls Schmelzsicherung verwendet werden, das Abströmen erfolgt aber eher langsamer unter geringerem Druck.



[8]

2.3.5. Spezielle Taktik Wasserstoff

- Mit dem Wind anfahren und erkunden.
- Batterien nicht abklemmen.
- Ex-Schutz beachten (Funkgeräte, Mobiltelefon).
- Ex-Messgerät einsetzen (auch in der Umgebung).
- Zum »Erkennen« eines Brandes Wärmebildkamera einsetzen.
- Brandbekämpfung an der Fahrgastzelle beginnen, um Absperreinrichtung schnell zu erreichen.
- Not-Aus bzw. Absperreinrichtung betätigen.
- Hochleistungslüfter positionieren und Gas-/Luftgemisch verdünnen.
- Arbeiten mit hydraulischen Rettungsgeräten unter Bedacht auf mögliche Wasserstoffleitungsführung.
Bei PKW die C-Säule nicht schneiden oder quetschen.
Dach nur vor der Wasserstoff-Dachabblasklappe trennen oder klappen.
- Wenn möglich Rettungsleitfaden beachten.

2.3.5.1. Gasaustritt am Wasserstofffahrzeug mit Brand

- Menschen aus Gefahrenbereich entfernen.
- Motor/Zündung abstellen, falls möglich.
- Gefährdete Fahrzeugbereiche kühlen.
- Gefährdetet Umgebung kühlen.
- Löschen nur zur Rettung von Menschen oder hochwertiger Güter.

2.3.5.2. Gasaustritt am Wasserstofffahrzeug ohne Brand

- Fahrzeug im Freien abstellen und außer Betrieb nehmen.
- alle Fahrzeuginsassen verlassen das Fahrzeug.
- Fahrgastraum offen halten.
- Zündquellen vom Nahbereich des Fahrzeuges fernhalten bzw. entfernen.
 - Striktes Rauchverbot!

2.4. BIOETHANOL E 85 / E 100

2.4.1. Erfahrungen und Beschreibung

- Bioethanol wird aus agrarischen Rohstoffen durch Vergärung und Destillation gewonnen.
- Es gibt verschiedene Mischungsverhältnisse. Standardmäßig wird E 85 eingesetzt. Dieses besteht aus 85% Bioethanol und 15% Benzin.
- Die Bezeichnung E 100 wird verwendet, wenn reines Bioethanol zum Einsatz kommt.
- Das Fahrzeug wird mit konventionellen Verbrennungsmotoren angetrieben.



[14]



2.4.2. Eigenschaften von E 85 / E 100

- Brennbar

	E 85	E 100
Bezeichnung, Synonyme	E 85, Bioethanol Kraftstoffgemisch, Superethanol	E 100, Bioethanol, Ethanol absolut vergällt
Farbe	farblos, teilweise gelblich bzw. rot eingefärbt	farblos
Aggregatzustand	flüssig	flüssig
Geruch	alkoholartig	alkoholartig
Siedepunkt	30°C	78°C
Flammpunkt	<-21°C	10°C
Ex-Bereich (Vol. %)	1,4 - 25 Vol% ^o	3 - 19 Vol% ^o
Wasserlöslichkeit	Ethanolanteil mit Wasser extrahierbar	vollständig mischbar
Dichte	0,785 kg / Liter	0,78 kg / Liter
Zündtemperatur (°C) und Temperaturklasse	385°C / T2	425°C / T2
Wassergefährdungsklasse WGK	3 – stark wassergefährdend	1 – schwach wassergefährdend

- ^o Die Literaturangaben weichen geringfügig voneinander ab; an dieser Stelle wurden die „gefährlichsten“, also am weitesten auseinander liegenden Werte, eingesetzt.

Spezielle Hinweise für E 100

Gesundheit: Bioethanol wird durch Vergällung ungenießbar gemacht.

Brand: Reines Ethanol brennt mit fast farbloser Flamme, ist bei Tageslicht kaum sichtbar und oft nur durch die Wärmestrahlung wahrnehmbar.

Umwelt: Bei der Freisetzung (Gewässer / Grundwasser, Erdreich) von E 100 (reines Ethanol) ist die damit verbundene Umweltgefährdung im Vergleich zu konventionellen Treibstoffen (Benzin, Diesel, E 85 als Benzin-/Ethanol-Gemisch) wesentlich geringer.

2.4.3. Kennzeichnung und Erkennen des Antriebsstoffes

Es gibt keine spezielle Kennzeichnung für den Alkoholtreibstoff.

2.4.4. Lagerung

Normale Lagerung im Treibstofftank.

2.4.5. Taktik

- Ex-Schutz beachten (Funkgeräte, Mobiltelefon).
- Ex-Messgerät einsetzen (auch in der Umgebung).
- Eventuell zum »Erkennen« eines Brandes Wärmebildkamera einsetzen.

Besonderheiten beim Schaumeinsatz:

Generell sollte nur alkoholbeständiges Schaummittel eingesetzt werden.

PKW-Brände sind auch mit normalem Schaum – erzeugt aus Mehrbereichsschaummittel – löschar.

Es sind aber größere Schaummengen erforderlich.

Brände von Tankfahrzeugen, die Treibstoffmischungen mit Ethanol transportieren, können nur mit geeignetem Schaum – erzeugt aus alkoholbeständigem Schaummittel – zielführend bekämpft werden.

2.5. „SYNTHETISCHE“ TREIBSTOFFE

- Gas to Liquid, GtL (Handelsbezeichnung zum Beispiel Synfuel®); verschiedene brennbare Gase werden chemisch zu einem künstlichen Flüssigtreibstoff umgewandelt.
- Biomass to Liquid, BtL (Handelsbezeichnungen zum Beispiel Sunfuel®, SunDiesel®, Biotrol®); Biogene Stoffe und Abfälle werden chemisch zu einem künstlichen Flüssigtreibstoff umgewandelt.
-



[15]

2.5.1. Erfahrungen und Beschreibung

Die synthetischen Treibstoffe können in konventionellen Verbrennungsmotoren eingesetzt werden.

Sie unterscheiden sich einsatztaktisch nicht von den herkömmlichen Treibstoffen (Benzin und Diesel).

2.5.2. Kennzeichnung und Erkennen des Antriebsstoffes

Es gibt keine spezielle Kennzeichnung des Treibstoffes.

2.5.3. Eigenschaften der „synthetischen Treibstoffe“

Alle sind brennbar und flüssig, die Entzündbarkeit (Zündpunkt) liegt zwischen Benzin und Diesel.

2.5.4. Lagerung

Normale Lagerung im Treibstofftank.

2.5.5. Taktik

Vorgehen wie bei konventionellen Kraftfahrzeugen mit Verbrennungsmotoren.

2.6. SONSTIGE ZUSATZSTOFFE „ADBLUE“

2.6.1. Beschreibung

AdBlue® dient zur Reduktion der Stickoxide im Abgas.

Es ist eine 32,5%ige Harnstofflösung, die bei Kraftfahrzeugen in einem separaten Behälter mitgeführt wird und in den im Abgassystem eingebauten Katalysator eingespritzt wird.



[16]

2.6.2. Erfahrungen

Derzeit gibt es noch keine Erfahrungen mit dem Produkt.

2.6.3. Kennzeichnung und Erkennen

AdBlue® ist kein Gefahrenstoff gemäß ADR und nicht gekennzeichnet. Es ist eine klare, manchmal blau eingefärbte Flüssigkeit.

2.6.4. Eigenschaften

Im Normalfall ist AdBlue® eine ungefährliche Flüssigkeit. Im Brandfall und bei Wärmeeinwirkung kann Ammoniak entstehen.

2.6.5. Gesundheitsgefährdung

Aufgrund der geringen Mengen pro Fahrzeug und der Ungefährlichkeit ist im Normalfall nur Augenschutz und Reinigung mit Wasser nach Hautkontakt erforderlich.

3. ANTRIEBSARTEN

3.1. BRENNSTOFFZELLEN

Die grundsätzlichen Eigenschaften und Besonderheiten von elektrischem Strom sind den einschlägigen Richtlinien zu entnehmen.

In der hier vorliegenden Info werden vor allem die Besonderheiten im Zusammenhang mit anderen Gefahrenquellen angeführt.

3.1.1. Erfahrungen und Beschreibung

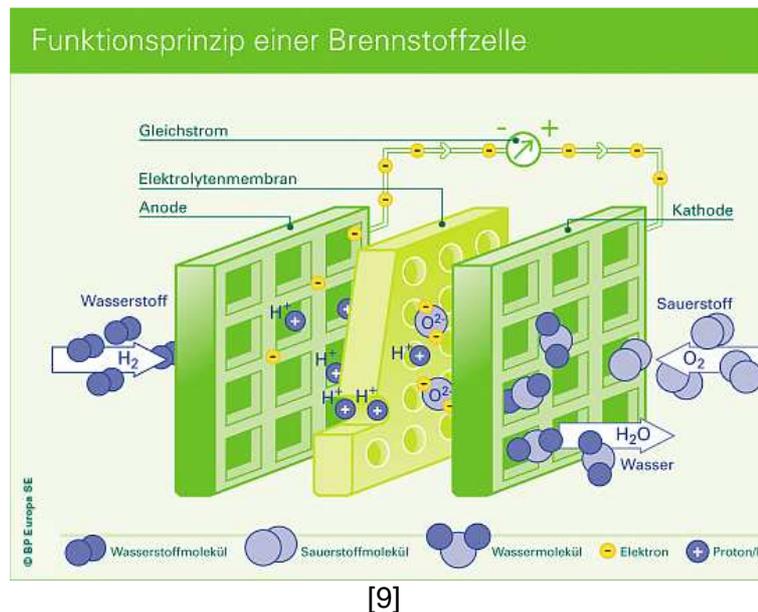
- Das Fahrzeug wird mit Elektromotoren angetrieben.

- Die elektrische Energie wird in der Brennstoffzelle durch chemische Umsetzung eines Treibstoffes (Wasserstoff, Erdgas, Methanol,...) mit Luftsauerstoff erzeugt.

- Werden andere Substanzen als Wasserstoff verwendet, müssen diese vor Einsatz in der Brennstoffzelle in Reformern (teilweise integriert) auf ein wasserstoffhaltiges Gas zersetzt werden.

- Elektrizität kann zum Antrieb des Elektromotors in einer Hochspannungs-Batterie gespeichert werden.

- Brennstoffzellen können auch zur Strom- und Wärmegewinnung für stationäre und mobile Anwendungen eingesetzt werden.



Fahrzeuge mit Brennstoffzellen haben derzeit noch keine praktische Bedeutung. Einzelne Testfahrzeuge sind aber bereits auf den Straßen unterwegs.

Brennstoffzellen werden teilweise schon in stationären Anlagen für die Strom-/Wärmeerzeugung (mit Erdgas, bis in den MW-Bereich eingesetzt).

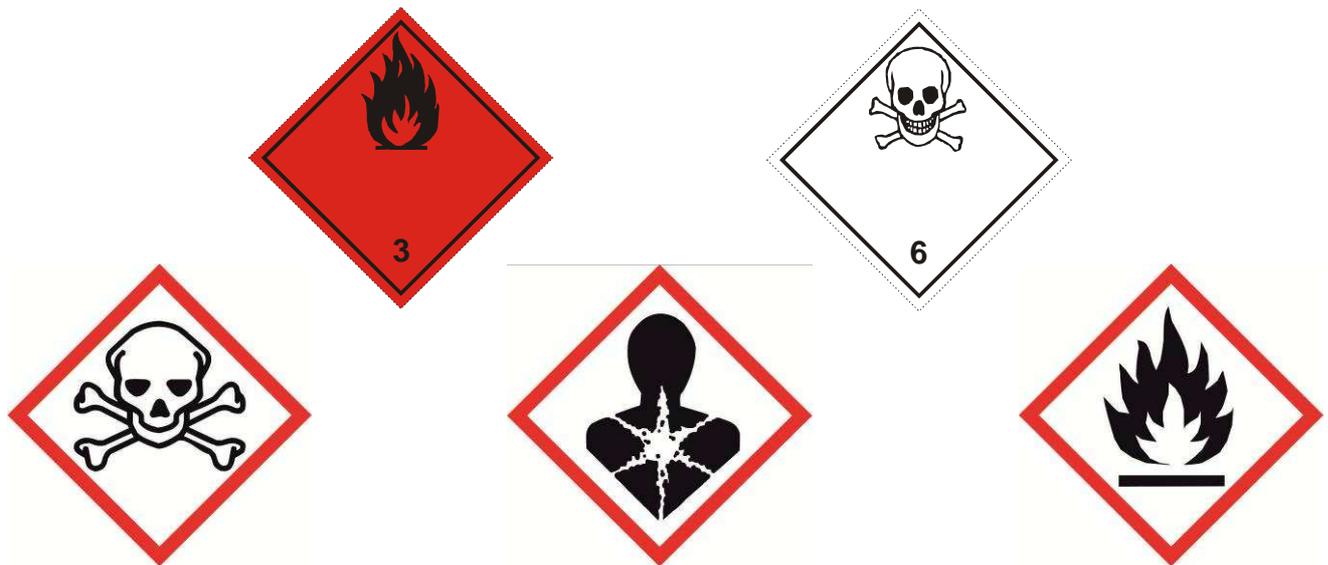
Für mobile Lösungen (z.B. für Laptops) gibt es bereits erste Geräte auf dem Markt.

3.1.2. Kennzeichnung und Erkennen des Antriebsstoffes

- Kennzeichnung möglich, firmenspezifische Hinweise

3.1.3. Eigenschaften der Brennstoffe

- Abhängig vom Brennstoff
 - Erdgas, siehe Punkt 2.2.2
 - Wasserstoff, siehe Punkt 2.3.3
 - Methanol
 - Brennbar, giftig.



- Brennt mit fast farbloser Flamme, bei Tageslicht kaum sichtbar und oft nur durch die Wärmestrahlung wahrnehmbar.

Bezeichnung, Synonyme	Methanol, Holzgeist, Methylalkohol, Holzspiritus
Aggregatzustand	flüssig
Geruch	alkoholartig
Dichte	Dämpfe annähernd gleich schwer wie Luft.

Summenformel	CH ₃ OH
Gefahrennummer	336
UN – Nummer	1230
Dichte, flüssig (g/cm ³ bei 20°C)	0,792g/cm ³
Siedetemperatur	65°C
Dampfdichteverhältnis zu Luft (Luft = 1)	1,1
Löslichkeit in Wasser	vollständig mischbar
Ex – Bereich (Vol. %)	5,5– 36,5 Vol% ^o
Zündtemperatur (°C) und Temperaturklasse	455°C / T1
Flammpunkt	11°C

^o Die Literaturangaben weichen geringfügig voneinander ab; an dieser Stelle wurden die „gefährlichsten“, also am weitesten auseinander liegenden Werte eingesetzt.

Bezeichnung, Synonyme	Brennstoffzelle
Hauptkomponenten	Hochspannungs-Batterie, Elektromotor, orangefarbene Hochvoltkabel empfohlen. Brennstoffbehälter (gasförmig oder flüssig).
Spannung	~400 V Gleichstrom und ~650 V Wechselstrom.
Besonderheit des Elektroantriebes	Gefahr des automatischen Wegrollens vor Außerbetriebnahme des Hybridantriebes. Im Batteriebetrieb fast lautlos.

- Zusatzbatterie
 - Gefahr durch hohe Spannungen im Gleichstrombereich.
 - Verätzung durch spezielle Batterieflüssigkeiten (Laugen).



3.1.4. Lagerung

Die Lagerung von Erdgas ist unter Punkt 2.2.4, jene von Wasserstoff ist unter Punkt 2.3.4 angeführt.

Methanol wird wie die konventionellen Treibstoffe Benzin und Diesel gespeichert.

3.1.5. Spezielle Taktik Brennstoffzellen

Zusätzlich zu den speziellen Taktiken für Erdgas, Wasserstoff bzw. Methanol ist zu beachten:

- Fahrzeug gegen Wegrollen durch Keile oder ähnliches sichern.
- Deaktivierung des Antriebssystems.
 - Spannungsabfall nach frühestens fünf Minuten, während dieser Zeit ist ein „Selbständigmachen“ des KFZ möglich.
- Orangefarbene Hochvolt-Kabel bzw. -Komponenten nicht berühren, öffnen oder durchtrennen (Spannung).
Dies kann zu ernsthaften Verletzungen führen.
- Einhaltung der Schutzabstände gemäß ÖVE/ÖNORM E 8530 (Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe).
- Bei Austritt von Elektrolyt-Gel (Batterieflüssigkeit) Schutzbrille und Chemikalienschutzhandschuhe tragen.
- Aufnehmen der Batterieflüssigkeit mit Chemikalienbindemitteln.

3.1.6. Sonstige Verwendung

3.1.6.1. Verwendung in Gebäuden

Zur Strom- und Wärmeerzeugung mit Brennstoffzellen

Die Weiterentwicklung der Brennstoffzellen brachte in letzter Zeit einen Aufschwung für diese Technologie.

Als Nachfolger von Erdgas soll in der Zukunft Wasserstoff für die Strom- und Wärmeversorgung eingesetzt werden.

Notstromanlagen

Derzeit sind schon Anlagen zur Notstromversorgung mit Brennstoffzellen und Wasserstoffanspeisung in Betrieb. Die Wasserstoffversorgung erfolgt prinzipiell über Einzelflaschen oder Flaschenbündel mit 200 bar Fülldruck. Die Flaschenlagerung kann auch in Gebäuden erfolgen.



[10]

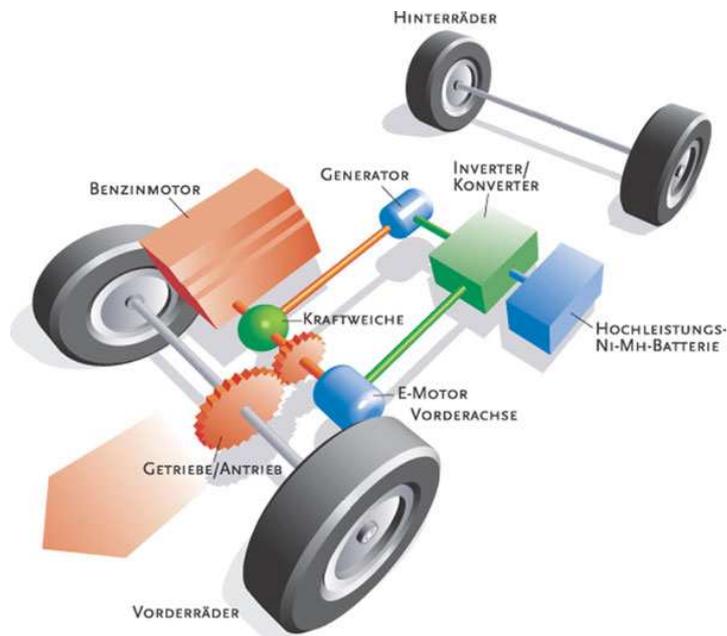
3.2. HYBRIDANTRIEB

Die grundsätzlichen Eigenschaften und Besonderheiten von Kraftfahrzeugen sind den einschlägigen Richtlinien zu entnehmen.

In der hier vorliegenden Information werden vor allem die Besonderheiten im Zusammenhang mit Hybridantrieben angeführt.

3.2.1. Erfahrungen und Beschreibung

- Im Fahrzeug gibt es einen Verbrennungs- und einen oder mehrere Elektromotoren. Der Antrieb erfolgt je nach Kraftbedarf von einem alleine oder gemeinsam.
- Zusätzlich ist eine leistungsfähige Hochspannungs-Batterie vorhanden, welche auch aus dem Netz aufgeladen werden kann.



[11]



[12]

3.2.2. Kennzeichnung und Erkennen des Antriebsstoffes

Kennzeichnung möglich, firmenspezifische Hinweise wie „Hybrid...“.

3.2.3. Eigenschaften des Hybridantriebes

Bezeichnung, Synonyme	Hybridantrieb
Hauptkomponenten	Hochspannungs-Batterie, Elektromotor, orangefarbene Hochvoltkabel empfohlen, Verbrennungsmotor.
Spannung	~400 V Gleichstrom und ~650 V Wechselstrom.
Besonderheit des Elektroantriebes	Gefahr des automatischen Wegrollens vor Außerbetriebnahme des Hybridantriebes. Im Batteriebetrieb fast lautlos.

- Hochspannungs-Batterie
 - Gefahr durch hohe Spannungen im Gleichstrombereich.
 - Verätzung durch spezielle Batterieflüssigkeiten (Laugen).



3.2.4. Lagerung

Die Hochspannungs-Batterie (~150 kg) dient zur Speicherung der elektrischen Energie. Die Spannungsbereiche in der Batterie und den Motorzuleitungen (meistens orange Hochvoltkabel) bewegen sich **derzeit bei etwa 400 Volt Gleichstrom!**

3.2.5. Spezielle Taktik Hybridantriebe

- Fahrzeug gegen Wegrollen durch Keile oder ähnliches sichern.
- Deaktivierung des Antriebssystems.
 - Spannungsabfall nach frühestens fünf Minuten, während dieser Zeit ist ein „Selbständigmachen“ des KFZ möglich.
- Orangefarbene Hochvolt-Kabel bzw. -Komponenten nicht berühren, öffnen oder durchtrennen (Spannung).
Dies kann zu ernsthaften Verletzungen führen.
- Einhaltung der Schutzabstände gemäß ÖVE/ÖNORM E 8530 (Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe).
- Bei Austritt von Batterieflüssigkeit diese mit Chemikalienbindemittel aufnehmen, Schutzbrille und Chemikalienschutzhandschuhe tragen.

3.3. ELEKTRO- UND SOLARFAHRZEUGE

3.3.1. Erfahrungen und Beschreibung

- Das Fahrzeug wird mit Elektromotoren angetrieben.
- Die zum Betrieb erforderliche Energie ist in einer Hochspannungs-Batterie gespeichert, die durch Anstecken an das Stromnetz geladen wird.
- Bei Solarfahrzeugen kann die elektrische Energie zusätzlich durch Photozellen erzeugt werden.



[13]

3.3.2. Kennzeichnung und Erkennen des Antriebsstoffes

Kennzeichnung möglich, firmenspezifische Hinweise.

3.3.3. Eigenschaften der Elektro- und Solarfahrzeuge

Bezeichnung, Synonyme	Elektroantrieb
Hauptkomponenten	Hochspannungs-Batterie, Elektromotor, orangefarbene Hochvoltkabel empfohlen.
Spannung	~400 V Gleichstrom und ~650 V Wechselstrom.
Besonderheit des Elektroantriebes	Gefahr des automatischen Wegrollens vor Außerbetriebnahme des Elektroantriebes. Im Batteriebetrieb fast lautlos.

- Hochspannungs-Batterie
 - Gefahr durch hohe Spannungen im Gleichstrombereich.
 - Verätzung durch spezielle Batterieflüssigkeiten (Laugen).



3.3.4. Lagerung

Die Hochspannungs-Batterie (bis 150kg) dient zur Speicherung der elektrischen Energie. Die Spannungsbereiche in der Batterie und den Motorzuleitungen (meistens orange Kabel) bewegen sich derzeit bei etwa 400 Volt Gleichstrom!

3.3.5. Spezielle Taktik Elektro-Solarantrieb

- Fahrzeug gegen Wegrollen durch Keile oder ähnliches sichern.
- Deaktivierung des Antriebssystems.
 - Spannungsabfall nach frühestens fünf Minuten, während dieser Zeit ist ein „Selbständigmachen“ des KFZ möglich.
- Orangefarbene Hochvolt-Kabel bzw. -Komponenten nicht berühren, öffnen oder durchtrennen (Spannung).
Dies kann zu ernsthaften Verletzungen führen.
- An den von den Solarzellen wegführenden Kabel liegt auch bei geringem Lichteinfall Spannung an.
 - Solarzellen abdecken (undurchsichtige Plane, Decken).
- Einhaltung der Schutzabstände gemäß ÖVE/ÖNORM E 8530 (Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe).
- Bei Austritt von Batterieflüssigkeit diese mit Chemikalienbindemittel aufnehmen, Schutzbrille und Chemikalienschutzhandschuhe tragen.

4. ERSTE HILFE

4.1. RETTUNG AUS DER GEFAHRENZONE

Unter Beachtung der eigenen Sicherheit sind Verunfallte unverzüglich aus der Gefahrenzone zu bringen.

4.2. ENTFERNEN DURCHGASTER ODER KONTAMINierter (TREIBSTOFFE, BATTERIEFLÜSSIGKEITEN, ...) KLEIDUNG

Nach erfolgter NOT-Deko (Entfernung der Kleidung, mit Wasser abspülen) können die lebensrettenden Sofortmaßnahmen durchgeführt werden.

4.3. UMGANG MIT VERUNFALLTEN FAHRZEUGEN

4.3.1. Leckagen

Besonderes Augenmerk ist auf die Vermeidung von brennbaren Gas-/Luftgemischen zu richten (Belüftung und Brandschutz!).

4.3.2. Im Brandfall

Im Brandfall sprechen normalerweise die Sicherheitseinrichtungen der Gasbehälter an, und das Gas kann zur Vermeidung einer Behälterzerstörung abströmen.

Bei Versagen der Schmelz- oder Überdrucksicherungen droht ein Behälterzerknall.

4.3.3. Mechanisch beschädigt

Eine mechanische (Abscherungen, Quetschungen, Einschnitte), thermische oder chemische Beeinträchtigung der Behälter kann zur Zerstörung des Gasbehälters führen.

Da die Druckfestigkeit von Compositebehälter nur bei intakter Wicklung gegeben ist, kann es nach Lösch- und Rettungsmaßnahmen und Hantieren mit dem Fahrzeug zu einem Versagen der Behälter kommen.

5. DOKUMENTATION DES EINSATZES

- Einsatzbericht und Erfahrungen dem Sachgebiet 4.6 des ÖBFV übermitteln.
sg4.6@bundesfeuerwehrverband.at

5.1. INFORMATION/ RETTUNGSLEITFÄDEN

Da die Fahrzeuge jedes Herstellers anders aufgebaut sind, kann keine generelle Aussage über die Situierung der Behälter, Sicherheitseinrichtungen, Not-/Aus-Schalter und dergleichen getroffen werden.

Die Hersteller bieten derzeit für die meisten Fahrzeuge spezielle Rettungsleitfäden an. Diese können über das Internet abgerufen werden. Spezielle Datenbanken für die Sicherheitseinrichtungen und alternativen Antriebe von Fahrzeugen sind im Handel erhältlich.

6. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

[1] Sachgebiet 4.6 des ÖBFV

6.1. ABBILDUNGEN AUS DEM INTERNET

[2] http://www.fpdwl.at/4images/data/media/134/DSCN6702_Kopie.jpg, download am 07.06.2010, 15:07

[3] <http://www.renault-meyer.de/cmsms/index.php?page=autogas>, download am 16.4.2010, 21:04

[4] http://www.automotorsport.se/bigpix/2008/VW_Passat_EcoFuel_xray.jpg, download am 29.09.2010, 10:05

[5] http://www.sfgate.com/cgi-bin/object/article?f=/c/a/2007/01/02/FUELCELL.TMP&object=%2Fc%2Fpictures%2F2007%2F01%2F02%2Fmn_fuelcell_mjm.jpg, download am 27.3.2010, 22:16

[6] <http://www.hycar.de/metallhydrid.html>, download am 27.3.2010, 22:20

[7] http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/storage/hydrogen_storage.html, download am 27.3.2010, 22:05

[8] <http://dvice.com/archives/2008/10/carbon-nanotube.php>, download am 27.3.2010, 22:24

[9] http://www.deutschebp.de/liveassets/bp_internet/germany/STAGING/home_assets/images/grafiken/Brennstoffzelle_570xx.jpg, download am 29.09.2010, 11:05

[10] <http://www.rettungsdienst.de/news/wp-content/uploads/2009/03/dantherm-strom.jpg>, download am 29.09.2010, 11:15

[11] http://www.auto-motor.at/Auto/Neuwagen/Automarken-Automodelle-Neuigkeiten/Toyota-News/Toyota-Prius-Hybrid/Prius-Hybrid-F_high.jpg?1129905996, download am 29.09.2010, 12:05

[12] <http://img1.auto-motor-und-sport.de/f900x600-F4F4F2-C-8e602ac6-49678.jpg>, download am 29.9.2010, 13:45

- [13] http://www.welt.de/multimedia/archive/00794/stecker_elektroauto_794675p.jpg, download am 29.9.2010, 14:20
- [14] <http://graphics8.nytimes.com/images/blogs/greeninc/e85pump.jpg>, download am 29.9.2010, 14:25
- [15] <http://www.chemie-am-auto.de/alternativen/sundiesel.jpg>; download am 29.9.2010, 14:34
- [16] <http://www.roadtransport.com/blogs/big-lorry-blog/Adblue%204.jpg>; download am 29.9.2010, 14:37