

# KRAFTFAHRZEUGE MIT ALTERNATIVANTRIEBEN

OBR Dipl.-Ing. Hans Mucska  
(Berufsfeuerwehr Wien / ÖBFV SG 4.6)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. ALLGEMEINES</b> .....	<b>2</b>
<b>2. ERDGASBETRIEBENE KFZ</b> .....	<b>3</b>
2.1. Allgemeines.....	4
2.2. Aufbau einer Tankstelle/Zapfsäule.....	5
2.3. Mitteilung G 98.....	5
2.3.1. Grundlagen:.....	5
2.3.2. Ausführungen von CNG-betriebenen Kraftfahrzeugen.....	7
2.3.3. Kennzeichnung.....	7
2.4. Aufbau einer Kraftstoffanlage.....	8
2.4.1. Füllanschluss.....	8
2.4.2. Kraftgastank(s).....	10
2.4.3. Absperrereinrichtung(en) für den (die) Kraftgastank(s).....	10
2.4.4. Sicherheitseinrichtungen für den (die) Kraftgastank(s).....	10
2.4.5. Automatische Hauptabsperrereinrichtung (z.B. Magnetventil).....	11
2.4.6. Druckregler.....	11
2.4.7. Druck- oder Füllstandsanzeiger.....	12
2.4.8. Kraftstoffleitungen.....	12
2.5. Verhaltensempfehlungen bei Stör- oder Schadensfällen an CNG-betriebenen Kraftfahrzeugen	12
2.5.1. Verhalten bei Gasgeruch im Nahbereich von abgestellten CNG-betriebenen Kraftfahrzeugen.....	12
2.5.2. Verhalten bei Gasgeruch in der Garage.....	13
2.5.3. Verhalten bei Verkehrsunfall mit CNG-betriebenen Kraftfahrzeugen.....	14
2.5.4. Verhalten bei Verkehrsunfall mit Verletzten.....	14
2.5.5. Brand eines CNG-betriebenen Kraftfahrzeuges.....	14
<b>3. HYBRID - EIN ANTRIEB, DER AUF ZWEI ODER MEHR PRINZIPIEN BERUHT.</b> .....	<b>15</b>
3.1. Vorteil dieses Konzeptes:.....	15
3.2. Nachteil dieses Konzeptes:.....	15
3.3. Mögliche Gefahren.....	16
<b>4. WEITERE ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN</b> .....	<b>17</b>

Anhänge

## **1. ALLGEMEINES**

Weltweit wird die Suche nach alternativen Energieträgern vorangetrieben.

Zu den wichtigsten Anforderungen an diese Energieträger zählen vor allem:

- Leichte Verfügbarkeit
- Kosten
- Umweltverträglichkeit
- Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung

Es ist nicht verwunderlich, dass sich vor allem internationale Energielieferanten, wie Erdölkonzerne und Stromerzeuger, an diesen Forschungen beteiligen - sie sind es ja, die nach Versiegen der Erdölquellen bzw. nach dem Ausstieg aus der Nuklearstromerzeugung vor dem wirtschaftlichen Ende stünden.

Es besteht auch der Verdacht, dass die Patente einer Reihe von neuen Technologien von diesen Gesellschaften zurückgehalten werden, damit die vorhandenen Energieträger noch so lange und gewinnbringend wie möglich ausgenutzt werden können.

Wie auch immer, die neuen Technologien bringen auch für die Feuerwehren eine Menge von Herausforderungen mit sich.

Ähnlich, wie wir uns vor Jahrzehnten auf die möglichen Gefahren von Kernkraftwerken einstellen mussten, liegen auch in der Technik von Kraftfahrzeugen ein paar Unwägbarkeiten verborgen. Die Folgen von Unfällen sind zwar bei weitem nicht so weitreichend wie bei einem KKW-GAU, für den Feuerwehrmann im Einsatz können sie jedoch auch schwerwiegende gesundheitliche Schäden zur Folge haben.

# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“

### 2. ERDGASBETRIEBENE KFZ

Der Anteil von erdgasbetriebenen KFZ im Straßenverkehr ist stark im Steigen begriffen.

Deutlich über 2,5 Millionen erdgasbetriebene Kraftfahrzeuge sind bereits auf den Strassen in der ganzen Welt unterwegs.

Die größten Anteile stellen dabei Argentinien, Italien, Brasilien und die USA. Den genauen Erdgasfahrzeugbestand der verschiedenen Länder können Sie der Tabelle entnehmen.

Staat	Fahrzeuge	Stand
Argentinien	951.842	Mai 2003
Italien	434.000	Februar 2003
Brasilien	422.566	April 2003
Pakistan	350.000	Mai 2003
Indien	137.000	Februar 2003
USA	130.000	Mai 2003
China	69.300	April 2003
Ägypten	44.810	Mai 2003
Venezuela	44.810	Mai 2003
Ukraine	41.000	April 2003
Russland	32.000	Mai 2003
Taiwan	24.000	Februar 2003
Kanada	20.505	August 2001
Japan	16.561	Juni 2003
Bolivien	15.000	April 2003
Deutschland	15.000	April 2003
Bangladesch	13.015	Mai 2003
Neuseeland	12.000	März 2002
Kolumbien	9.126	April 2003
Schweden	6.600	März 2003
Weißrussland	5.500	Dezember 2001
Malaysia	5.000	Februar 2002
Frankreich	4.550	Oktober 2000
Trinidad & Tobago	4.000	März 2003

Staat	Fahrzeuge	Stand
Chile	3.000	April 2003
Korea	2.512	Januar 2003
Australien	2.104	Juli 2001
Mexiko	2.000	April 2003
Thailand	1.182	Januar 2003
Iran	1.000	April 2003
Moldawien	800	Dezember 2001
Spanien	403	Februar 2003
Großbritannien	400	April 2003
Türkei	400	April 2003
Belgien	300	Februar 2000
Niederlande	300	März 2003
Tschechische Republik	300	September 2002
Schweiz	279	Februar 2003
Österreich	250	Februar 2003
Portugal	243	Mai 2002
Polen	98	April 2003
Norwegen	88	April 2003
Island	43	Mai 2003
<b>weltweit</b>	<b>2.837.037</b>	<i>Quelle: engva</i>

# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“

Angesichts dieser rasanten Entwicklung befasste sich das Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“ des ÖBFV in Zusammenarbeit mit den Vertretern der ÖVGW (Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach) und OMV AG innerhalb der vergangenen drei Jahre in verstärktem Maße mit dieser Technologie.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, ist Österreich derzeit noch nicht Spitzenreiter; auch das Tankstellennetz ist (Stand April 2003) noch nicht wirklich flächendeckend.



Allerdings hat sich die Dichte bei uns in der vergangenen 3 Jahren verdoppelt.

Man muss daher, wenn man den italienischen Stand und die Entwicklung in Deutschland betrachtet (1200 Tankstellen bis ca. 2005 geplant), davon ausgehen, dass auch bei uns die Dichte rapid ansteigen wird und damit die Voraussetzungen für einen höheren Erdgas-KFZ-Anteil geschaffen werden.

### 2.1. ALLGEMEINES

Die meisten Erdgas-PKW werden derzeit noch bivalent betrieben, d.h. das Fahrzeug kann wahlweise mit Erdgas oder auch mit Benzin/Diesel betrieben werden. Da die Erdgastankstelleninfrastruktur noch ausbaufähig ist, d.h. derzeit noch nicht flächendeckend, macht ein zusätzlicher Kraftstofftank- sozusagen als Reservetank- für den Betrieb eines Erdgasfahrzeugs momentan durchaus Sinn.



Je nach Größe und Anzahl der eingebauten Erdgasdruckbehälter im Fahrzeug beträgt die Reichweite mit einer Tankfüllung ca. 200 bis 500 km. Ein einzelner 80 Liter Erdgastank - wie er bei vielen nachträglich umgerüsteten Fahrzeugen eingebaut wird - erlaubt eine Reichweite von ca. 200 bis 300 km. Dementsprechend lässt sich die Reichweite nahezu beliebig erhöhen - begrenzt durch das zur Verfügung

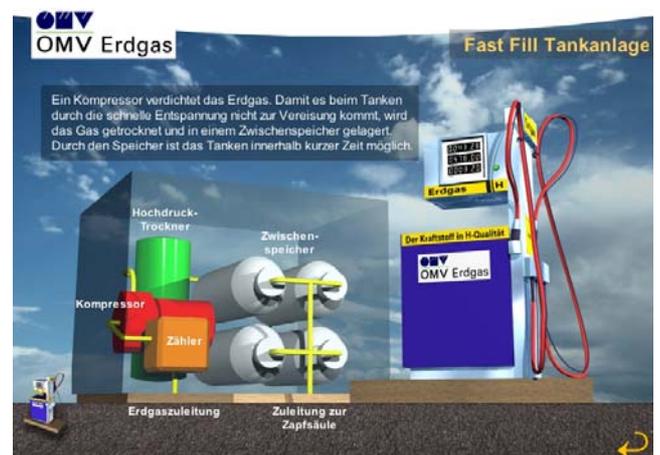
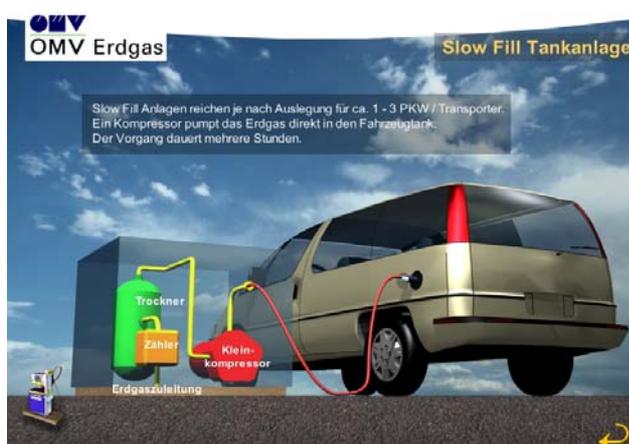
# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“

stehende Raumangebot. Monovalente Erdgas-PKW erreichen mittlerweile Reichweiten bis zu 390 km im Erdgasbetrieb - und dies bei uneingeschränktem Platzangebot.

Bei den typischen Flottenfahrzeugen liegt die Tagesfahrleistung in der Regel unter der Reichweite einer Erdgastankfüllung von 200 km, so dass der Benzinbetrieb nur in Ausnahmefällen benötigt wird und somit die geringen Kraftstoffkosten- und die Umweltvorteile des Erdgasantriebs in vollem Maße genutzt werden können.

## 2.2. AUFBAU EINER TANKSTELLE/ZAPFSÄULE



Beispiele, entnommen aus der OMV-Erdgas-CD

## 2.3. MITTEILUNG G 98

Das Ergebnis der Kooperation ÖBFV mit ÖVGW, nämlich die

### Mitteilung G98 „Erdgas-(CNG-)betriebene Kraftfahrzeuge“

der ÖVGW, wurde im vergangenen Frühjahr an alle Feuerwehren in Österreich verteilt.

*Hinweis: Die Mitteilung G98 wird zum Teil wörtlich zitiert.*

### 2.3.1. GRUNDLAGEN:

- Erdgas kann erst bei einer Temperatur unter  $-162^{\circ}\text{C}$  verflüssigt werden. Verflüssigtes Erdgas wird LNG - LIQUEFIED NATURAL GAS - bezeichnet. Die Mitteilung G 98 befasst sich mit verdichtetem Erdgas.
- CNG bedeutet **COMPRESSED NATURAL GAS**. Erdgas wird im KFZ bei Umgebungstemperatur in verdichteter Form in Gasbehältern mitgeführt. Derzeit wird mit maximal 200bar betankt, es gibt allerdings bereits Bemühungen, in absehbarer Zeit den Maximaldruck auf 300bar zu erhöhen.

# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“

- Die physikalischen und chemischen Stoffdaten von Erdgas differieren - abhängig von der Datenquelle - geringfügig.

So werden etwa die Zündgrenzen mit 4-5Vol.-% (UEZ) und 15-17Vol.-% (OEZ) angegeben.

*Hinweis: Messgeräte sind mit einem Messfehler behaftet, der im Normalfall größer ist als diese abweichenden Werte.*

*Die Warnschwelle der bei den Feuerwehren verwendeten auf Methan kalibrierten Geräte ist darüber hinaus auf 10% bzw. 20% der UEZ eingestellt; es ist daher ziemlich unbedeutend, ob die Warnung bei 0,4Vol.-% / 0,8Vol.-% oder 0,5Vol.-% bzw. 1,0Vol.-% (für 10% / 20% UEZ) erfolgt.*

		Benzin (EurosUPER)	Diesel	Biodiesel (RME)	Flüssiggas (60% Propan/ 40% Butan)	Erdgas "H-Gas"	Wasser- stoff	
<b>Dichte</b>	flüssig	kg/m <sup>3</sup>	745	830	880	540	440	71
	gasförmig	kg/m <sup>3</sup>	-	-	-	2,21	0,73	0,09
	gasfg. 200 bar	kg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	170	-
<b>Heizwert (H<sub>u</sub>)</b>		MJ/kg	42,7	42,7	37,6	46,1	48,8	120
		MJ/l	31,8	35,4	33,1	24,9	-	-
		MJ/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	35,6	10,8
<b>Siedebereich/-pkt.</b>		°C	30...190	170...350	300...350	-30	-162	-253
<b>Zündtemperatur</b> (Selbstentzündungstemp.)		°C	360	230	n.b.	480	640	510
<b>Zündgrenzen</b>	untere	%Vol	0,6	0,6	n.b.	2	4	6
	obere	%Vol	8	6,5	n.b.	10	17	75
<b>C-Gehalt</b>		%Masse	86	86	77	82	75	0
<b>Klopfestigkeit</b>		ROZ	95	-	-	105	>125	ca. 110
		MOZ	85	-	-	95	-	-
<b>theor. Luftbed.</b>		kg Luft / kg Krst.	14,7	14,5	12,7	15,6	17,3	34

# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“

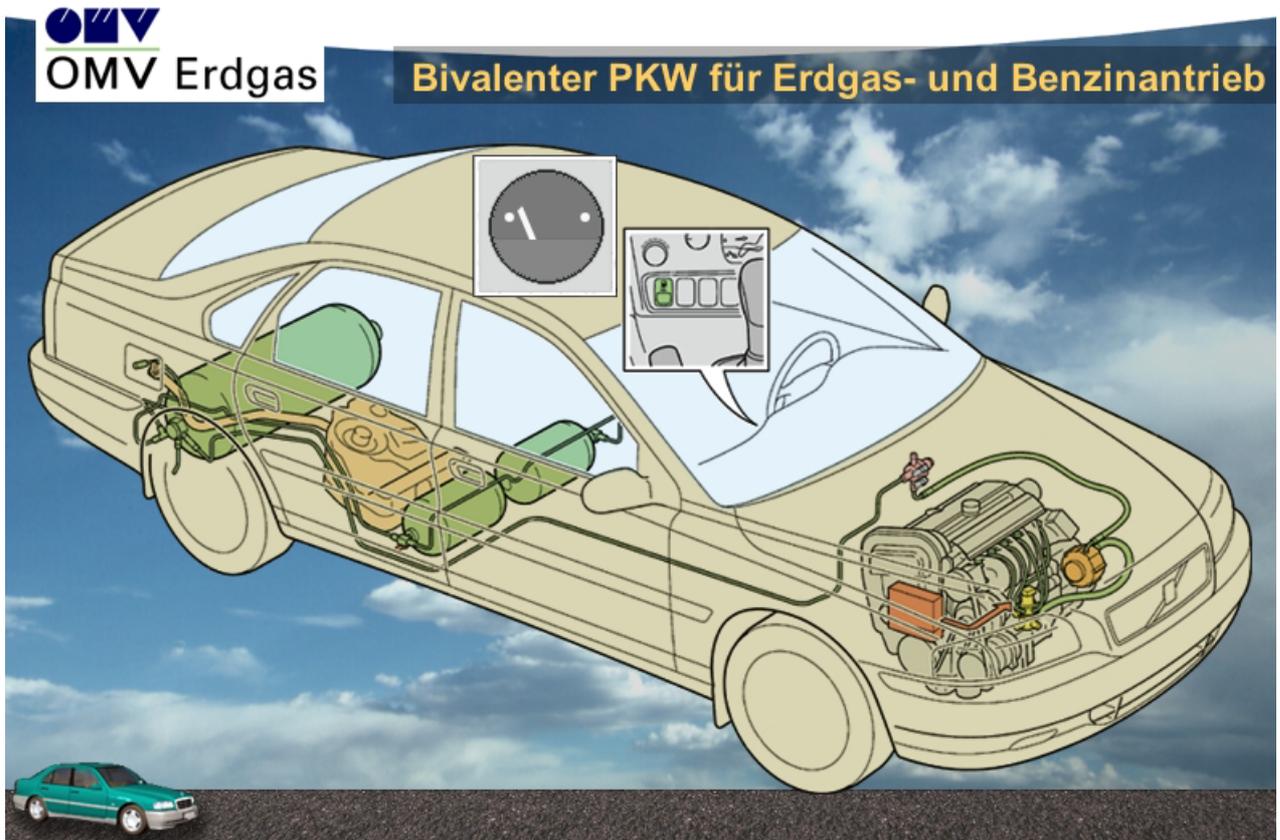
### 2.3.2. AUSFÜHRUNGEN VON CNG-BETRIEBENEN KRAFTFAHRZEUGEN

CNG-betriebene KFZ können für

- monovalenten Betrieb (nur Erdgas als Kraftstoff) oder
- bivalenten Betrieb (alternativ Erdgas oder Benzin/Diesel; vom Lenker umschaltbar) oder
- Zweistoffbetrieb (Erdgas-Diesel-Gemisch)

ausgeführt sein.

*Achtung: Als monovalent betrieben gilt auch ein erdgasbetriebenes Kraftfahrzeug mit einem (zusätzlichen) Benzin-Nottank mit max. 15 Liter Fassungsvermögen.*



### 2.3.3. KENNZEICHNUNG

CNG-betriebene Kraftfahrzeuge sind als solche derzeit nicht besonders gekennzeichnet. Eine Erkennungsmöglichkeit ergibt sich durch die unterschiedliche bauliche Ausführung des Füllanschlusses für CNG gegenüber konventionellen Tankeinfüllstutzen für Ottokraftstoff (Benzin) bzw. Dieselmotorkraftstoff, sowie bei bivalent betriebenen CNG-Kraftfahrzeugen und Fahrzeugen mit Zweistoffbetrieb durch das Vorhandensein eines zweiten, baulich unterschiedlichen Füllanschlusses für CNG (Tanknippel).

# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

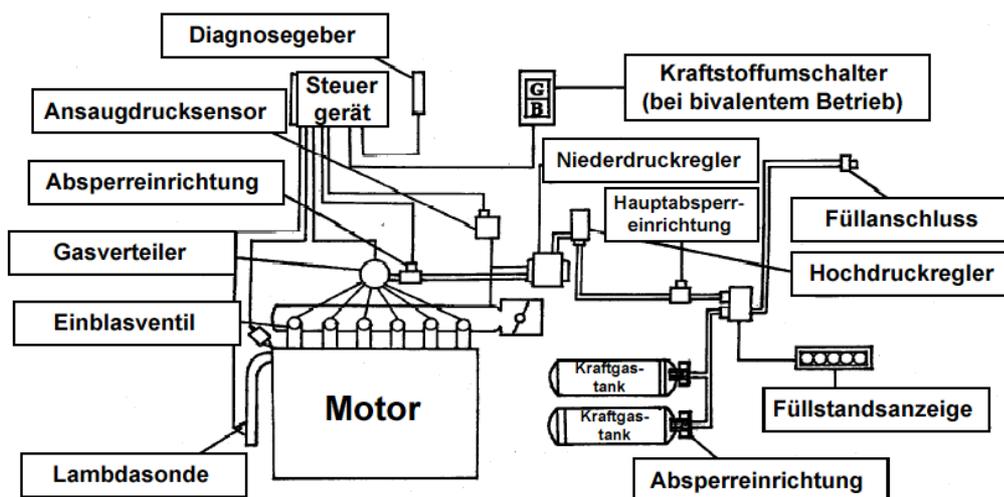
## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“

Ab 01.01.2003 sind, entsprechend KDV 1967 (Kraftfahrzeuggesetz-Durchführungsverordnung, 47. Novelle), in Österreich neu zugelassene CNG-betriebene Kraftfahrzeuge der Klassen M<sub>2</sub> und M<sub>3</sub> (Fahrzeuge für Personenbeförderung mit mehr als 8 Sitzplätzen - außer dem Fahrersitz - und einem höchstzulässigen Gesamtgewicht bis zu 5t bzw. von mehr als 5t, d.h. also Busse) mit einem Schild gekennzeichnet.

Das Schild (z.B. witterungsbeständiger Aufkleber) ist ein Zeichen in der Größe von mind. etwa 110 mm x 80 mm, mit einem grünen Hintergrund und weiß bzw. weiß reflektierenden Buchstaben und Rand.



### 2.4. AUFBAU EINER KRAFTSTOFFANLAGE



#### 2.4.1. FÜLLANSCHLUSS

Der Füllanschluss besitzt ein Rückschlagventil, welches sicherstellt, dass Gas nicht ausströmen kann.

Der Füllanschluss ist üblicherweise mit einer Schutzkappe abgedeckt (siehe Bild 4).

# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“





Füllanschlüsse (Tankknippel) gemäß dem NGV-Standard; der rechte auch in Italien passend.

#### **2.4.2. KRAFTGASTANK(S)**

Kraftgastank(s), auch Druckgasbehälter, Druckflaschen genannt, dienen zur Speicherung von verdichtetem Erdgas und sind außerhalb des Motorraumes angebracht.

Da der max. Fülldruck seitens der Betankungsanlage 200bar (bezogen auf 15°C Gastemperatur) beträgt, können - in Abhängigkeit der herrschenden Temperatur - tatsächlich höhere Drücke in den Kraftgastanks auftreten.

Je nach Fahrzeugart werden eine unterschiedliche Anzahl von Kraftgastanks, in unterschiedlichen Größen und an unterschiedlichen Stellen des Fahrzeuges angebracht. Das gespeicherte Gasvolumen eines Tanks beträgt etwa 4m<sup>3</sup> und 18m<sup>3</sup>.

Durch Anbringung mehrerer Tanks (teilweise in unterschiedlichen Größen) befindet sich bei vollem Füllungsgrad in einem

- Bus des ÖPNV (Öffentlicher Personen-Nah-Verkehr) ca. 230m<sup>3</sup> Erdgas
- LKW (z.B. Müllsammelfahrzeug) ca. 100m<sup>3</sup> Erdgas
- PKW u. Transporter ca. 35m<sup>3</sup> Erdgas

#### **2.4.3. ABSPERREINRICHTUNG(EN) FÜR DEN (DIE) KRAFTGASTANK(S)**

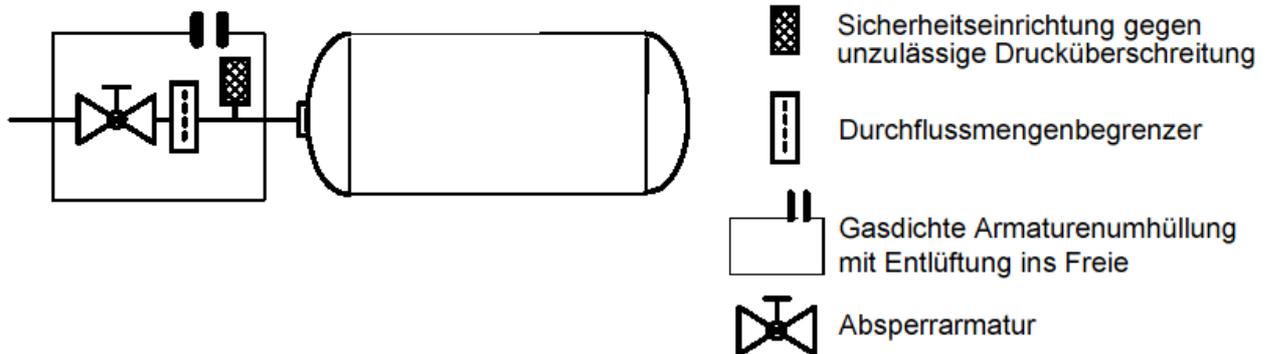
Grundsätzlich besitzen Kraftgastanks eine eigene, zumeist händisch zu betätigende, Absperrereinrichtung (-ventile), welche unmittelbar am Kraftgastank angeordnet ist.

#### **2.4.4. SICHERHEITSEINRICHTUNGEN FÜR DEN (DIE) KRAFTGASTANK(S)**

Nachstehend angeführte Sicherheitseinrichtungen sind grundsätzlich an jedem in das Fahrzeug eingebauten Kraftgastank unmittelbar an diesem angebracht bzw. in der Absperrereinrichtung des Kraftgastanks integriert.

# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“



### 2.4.4.1 Druckbegrenzungseinrichtung

Gegen unzulässig hohen Druckanstieg im Kraftgastank, z.B. infolge von Wärmeeinwirkung, wie dies im Falle eines Fahrzeugbrandes auftreten kann, ist grundsätzlich eine **SCHMELZSICHERUNG** (Auslösetemperatur ca. 100°C) oder eine Schmelzsicherung in Verbindung mit einer Stützscheibe vorgesehen.

Schmelzsicherungen sind mit Schmelzloten ausgerüstet, welche im gegebenen Fall eine entsprechende Druckentlastung sicherstellen. Die Druckbegrenzungseinrichtung ist auch bei geschlossener Absperrereinrichtung voll funktionsfähig.

### 2.4.4.2 Durchflussmengenbegrenzer

Der Durchflussmengenbegrenzer stellt sicher, dass bei einem Rohrbruch das Gas nicht mit dem maximal möglichen Gasvolumenstrom austritt, sondern nur in stark reduzierter Form.

### 2.4.5. AUTOMATISCHE HAUPTABSPERREINRICHTUNG (Z.B. MAGNETVENTIL)

In der Kraftstoffanlage ist grundsätzlich zwischen Kraftgastank und Hochdruckregler eine automatische Hauptabsperrereinrichtung eingebaut. Diese schließt beim Ausschalten des Zündschalters grundsätzlich automatisch.

### 2.4.6. DRUCKREGLER

Der Hochdruckregler dient zur Reduzierung des im Kraftgastank herrschenden Gasdrucks auf den motoransaugseitig erforderlichen Druck. Die Druckregelung kann mittels mehrerer einstufiger Druckregler oder einer kombinierten mehrstufigen Druckregeleinheit erfolgen. Druckregler besitzen eine Sicherheitseinrichtung (z.B. Sicherheitsabsperrventil), welche die Niederdruckseite gegen unzulässige Drucküberschreitung absichert.

# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“

### 2.4.7. DRUCK- ODER FÜLLSTANDSANZEIGER

Im Fahrgastraum, im Sichtbereich des Lenkers, befindet sich eine indirekt angesteuerte Druck- oder Füllstandsanzeige, die den jeweiligen Druck bzw. Füllstand im Kraftgastank in optischer Form anzeigt.

### 2.4.8. KRAFTSTOFFLEITUNGEN

Als gasführende Kraftstoffleitungen sind Rohre oder Schläuche eingesetzt. In diesen treten bis zum Hochdruckregler Drücke bis 200bar (bezogen auf 15°C Gastemperatur) auf. Nach dem Hochdruckregler (motoransaugseitig) tritt - je nach Kraftstoffanlagentype - zumeist ein Druck unter 10bar auf.

## 2.5. VERHALTENSEMPFEHLUNGEN BEI STÖR- ODER SCHADENSFÄLLEN AN CNG-BETRIEBENEN KRAFTFAHRZEUGEN

Bei CNG-betriebenen Kraftfahrzeugen kann bei unsachgemäßer Handhabung, Einwirkung von außen (z.B. Unfall) oder durch Zeitschäden eine Undichtheit mit Gasaustritt auftreten.

Durch die beim Austritt auftretende Entspannung und die einhergehende Abkühlung kann das Gas für kurze Zeit in Austrittshöhe auftreten. Es steigt jedoch infolge rascher Erwärmung durch die Umgebungsluft schnell nach oben.

Ausgetretenes Gas kann anhand des charakteristischen Geruches und mit entsprechenden Messgeräten (Explosimeter, Methanometer) festgestellt werden. Je nach Füllungsgrad, Größe sowie Anzahl der Kraftgastanks kann bei voller Befüllung mit folgenden Gasmengen gerechnet werden:

PKW	ca. 35m <sup>3</sup> Erdgas entsprechen maximal 700m <sup>3</sup> zündfähigem Gas-Luft-Gemisch
LKW	ca.100 m <sup>3</sup> Erdgas entsprechen maximal 2000 m <sup>3</sup> zündfähigem Gas-Luft-Gemisch
BUS	ca.230 m <sup>3</sup> Erdgas entsprechen maximal 4600 m <sup>3</sup> zündfähigem Gas-Luft-Gemisch

Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass im Falle bivalent betriebener Fahrzeuge (dzt. vorwiegend in Verkehr) zusätzlich ein Tank mit Flüssigkraftstoff (vorwiegend Benzin) vorhanden ist.

### 2.5.1. VERHALTEN BEI GASGERUCH IM NAHBEREICH VON ABGESTELLTEN CNG-BETRIEBENEN KRAFTFAHRZEUGEN

- Gaskonzentration im Freien                      Vorsicht Brandgefahr
- Gaskonzentration im Fahrzeug                  Vorsicht Explosionsgefahr

*Achtung: Bei modernen Fahrzeugen muss jederzeit mit dem Ansprechen von elektrischen Verbrauchern (mögliche Zündquelle) gerechnet werden.*

# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“

- Motor abstellen.
- Erkunden, ob das Kraftfahrzeug erdgasbetrieben ist.
- Gefahrenbereich festlegen und absperren (Windrichtung beachten).
- Zweifachen Brandschutz aufbauen (Wasser, Pulver).
- Fahrgast-, Koffer- und Motorraum öffnen und durchlüften.
- Zündquellen entfernen, Zündschlüssel abziehen, striktes Rauchverbot einhalten.
- Im Gefahrenbereich Verbot von nicht-ex-geschützten Einsatzgeräten.
- Nur unbedingt notwendiges Einsatzpersonal im Gefahrenbereich einsetzen.
- Gaskonzentrationsmessungen am Fahrzeug und in Umgebung (auch im Inneren von Gebäuden) durchführen, Austrittsstelle lokalisieren.
- Auto abblasen (Erdgas verblasen), auf Hohlräume achten.
- Kontrollmessungen durchführen.
- Wenn möglich, die Absperreinrichtung(en) des(r) Kraftgastank(s) schließen, auf Lage und Anzahl der Druckgasbehälter achten.
- Ist ein Schließen der Absperreinrichtung(en) des(r) Kraftgastank(s) nicht möglich, Restgas kontrolliert abblasen lassen.

### 2.5.2. VERHALTEN BEI GASGERUCH IN DER GARAGE

Eine Stellungnahme des SG 4.6 zur Garagierung von CNG-betriebenen Fahrzeugen ist in Anhang 1 zu finden. Unabhängig davon sind nachfolgend aufgezählte Maßnahmen wichtig und sinnvoll:

- Zündquellen verhindern (keinen Schalter betätigen [elektrische Torantriebe], nicht rauchen, etc.).
- Sofort Tore, Türen und Fenster, die ins Freie führen, öffnen (Garage durchlüften).
- Verbindungstüren zum Wohnbereich oder anderen Räumen geschlossen halten.
- Fahrzeug aus der Garage schieben, Motor nicht starten.
- Gaskonzentrationsmessungen durchführen, auch in den angrenzenden Räumen.
- Sollte kein Gasgeruch und keine Gaskonzentration mehr feststellbar sein, kann die Garage wieder benützt werden.

# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“

### 2.5.3. VERHALTEN BEI VERKEHRSUNFALL MIT CNG-BETRIEBENEN KRAFTFAHRZEUGEN

#### 2.5.3.1 Ohne Beschädigung der Kraftstoffanlage für Erdgasbetrieb

- Batterie abklemmen.
- Wenn möglich, die Absperreinrichtung(en) des(r) Kraftgastank(s) schließen, auf Lage und Anzahl der Druckgasbehälter achten.
- Kontrollmessungen durchführen.

#### 2.5.3.2 Mit Beschädigung der Kraftstoffanlage für Erdgasbetrieb

- Im verbauten Gebiet Kontrollmessungen auch bei in unmittelbarer Nähe befindlichen Häusern durchführen. Gaswolke mittels Sprühstrahl von den Häusern abdrängen.
- Austrittsstelle sofort mit genügend Wasser beaufschlagen.
- Wenn möglich, Fahrzeug aus einem eventuell bestehenden, unmittelbaren Gefahrenbereich (Verkehrsknoten etc.) schieben.
- Wenn möglich, die noch funktionstüchtigen Absperreinrichtung(en) des(r) Kraftgastank(s), schließen, auf Lage und Anzahl der Druckgasbehälter achten.

### 2.5.4. VERHALTEN BEI VERKEHRSUNFALL MIT VERLETZTEN

- Bei Gasgeruch oder bei einer gemessenen Gaskonzentration nach Möglichkeit Fahrzeug abblasen (Erdgas verblasen, auf Hohlräume achten), gegebenenfalls mit Wassereindüsung die Gaswolke abdrängen.
- Behandlung der Verletzten nur wenn unbedingt notwendig im Fahrzeug durchführen.
- Menschenrettung so rasch wie möglich mit Brandschutzbekleidung durchführen.

### 2.5.5. BRAND EINES CNG-BETRIEBENEN KRAFTFAHRZEUGES

Die Sicherheitseinrichtungen des(r) Kraftgastank(s) sind mit Schmelzlotsicherungen ausgestattet, die bei ca. 100°C abschmelzen und das Gas kontrolliert abblasen lassen. Dies verhindert den Behälterzerknall bei übermäßiger Wärmeeinwirkung.

#### 2.5.5.1 Fahrzeugbrand ohne Beschädigung der Kraftstoffanlage für Erdgasbetrieb

- Brand ohne Verzögerung löschen.
- Kraftgastank(s), wenn möglich, kühlen.
- Wenn möglich, die Absperreinrichtung(en) des(r) Kraftgastank(s) schließen.

#### **2.5.5.2 Fahrzeugbrand mit Beschädigung der Kraftstoffanlage für Erdgasbetrieb**

- Fahrzeug kontrolliert abbrennen lassen.
- Sekundärbrände löschen.
- Umgebung schützen.

### **3. HYBRID - EIN ANTRIEB, DER AUF ZWEI ODER MEHR PRINZIPIEN BERUHT.**

Bei Kraftfahrzeugen, die sowohl im Stadt wie auch im Überlandverkehr eingesetzt werden, kann ein aus Elektro- und Verbrennungsmotor bestehender Antrieb eingesetzt werden, wobei beide Motoren alternativ in den Verkehrssituationen „Staufahrt“ und „Überlandfahrt“ benutzt werden.

Bei einem solchen Fahrzeug wird während des Verbrennungsmotorbetriebs die Batterie über den Generator geladen, während einer Stadtfahrt oder im Stau bewegt der Elektromotor das Fahrzeug weiter, falls dabei die Batterie leer wird, kann der Verbrennungsmotor wieder eingeschaltet und benutzt werden.

#### **3.1. VORTEIL DIESES KONZEPTE:**

- Der bei Stadt- und Staufahrten sehr uneffiziente und permanent Kraftstoff verbrauchende Verbrennungsmotor wird durch einen Elektromotor abgelöst, der im Stand keine Energie verbraucht und zudem unabhängig von der Last einen sehr hohen Wirkungsgrad - etwa 80-90% - besitzt.
- Bei langen Fahrten über Land wird der Verbrennungsmotor eingesetzt, der auf einen Kraftstoff mit hoher Energiedichte - Benzin oder Diesel - zurückgreift.

Beide Antriebsarten werden entsprechend ihrer Vorteile eingesetzt.

#### **3.2. NACHTEIL DIESES KONZEPTE:**

- Die hohe Komplexität des Antriebes. Einmal werden deutlich mehr Komponenten, z.B. der Generator, der Elektromotor, die Batterie und die Regeleinheit benötigt, die das Gewicht des Fahrzeugs wesentlich erhöhen.
- Andererseits wird die Steuerung eines solchen Fahrzeuges, in dem mal Elektromotor, mal Verbrennungsmotor an die Antriebsachse gekuppelt werden müssen, wesentlich aufwendiger.

### **3.3. MÖGLICHE GEFAHREN**

Vor allem nachgerüstete Fahrzeuge, bei welchen der Zusatztank im Bereich des Koffer- (und damit Fahrgast-)Raums eingebaut ist, scheinen veränderte Gefahren bei Auffahrunfällen und bei Fahrzeugbränden sowohl auf die Verkehrsteilnehmer als auch die Einsatzkräfte zukommen.

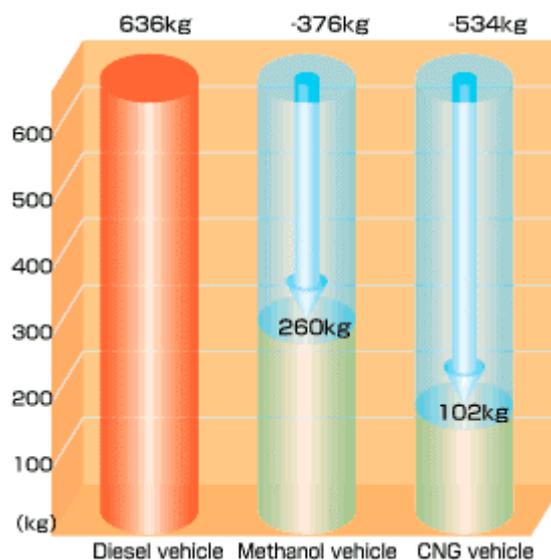
Die Sicherheitsauflagen seitens des Gesetzgebers sind relativ hoch, es ist jedoch für den Feuerwehrmann vermutlich gewöhnungsbedürftig, wenn aus einem „normalen“ KFZ plötzlich unter starkem Pfeifen Gas austritt.

Die Energiespeicher (Akkumulatoren) von Elektromotoren - je nach Type können einige Hundert Kilogramm Akkumulatoren an Bord sein - können bei Aufplatzen zu Verätzungen führen, manche Akkutypen (wie Natrium-Nickelchlorid-Batterien) werden bei erhöhter Temperatur betrieben und können auch zu Verbrennungen führen.

## 4. WEITERE ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN

Der Vollständigkeit halber sind hier noch einige Entwicklungen angeführt, die zum Teil allerdings noch in den Kinderschuhen stecken.

- Methanol als Kraftstoff (wird zur Erhöhung der Oktanzahl bereits heute schon dem Vergaserkraftstoff zugesetzt, vor allem in Japan gibt es bereits methanolbetriebene Serienkraftfahrzeuge)



*Vergleich: Nox-Emission pro Fahrzeug und Jahr*

- Verflüssigtes Erdgas als Kraftstoff (Temp. < -162°C; der Vorteil ist die höhere Energiedichte von verflüssigtem gegenüber verdichtetem Erdgas)
- Monovalent betriebene Elektrofahrzeuge, eventuell mit Solarzellen
- Elektrofahrzeuge mit Brennstoffzellen (Energiegewinnung aus Wasserstoff, Methanol, aber u.a. auch aus Benzin möglich)

**ANHANG 1**

## Stellungnahme des SG 4.6 “Gefährliche Stoffe” zu ERDGASBETRIEBENEN KFZ

Stand: März 2003

Der Anteil von erdgasbetriebenen KFZ im Straßenverkehr ist stark im Steigen begriffen.

Deshalb befasste sich das SG 4.6 in Zusammenarbeit mit den Vertretern der ÖVGW und OMV innerhalb der vergangenen zweieinhalb Jahre in verstärktem Maße mit dieser Technologie.

Aufbauend auf Gesprächen zwischen dem SG 4.6 und der ÖVGW wurde von dieser die Mitteilung G98 „Erdgas-(CNG-)betriebene Kraftfahrzeuge“ herausgegeben.

Diese Mitteilung soll in den kommenden Wochen an alle Feuerwehren in Österreich verteilt werden.

Aus der Sicht des SG 4.6 stellten sich **folgende Fragen**:

1. Ist durch den Einsatz von Erdgas als Kraftstoff im Vergleich zu den herkömmlichen Treibstoffen (wie Benzin, Diesel oder Flüssiggas) für die Kräfte der Feuerwehr eine Erhöhung des Gefahrenpotentials zu erwarten?
2. Ist durch das Abstellen von erdgasbetriebenen KFZ in Garagen eine Erhöhung des Gefahrenpotentials zu erwarten?

Als **Bewertungsgrundlagen** standen zur Verfügung:

- Gutachten von DI Dr. Bernhard Schneider „GF 32“ (Garagierung von Erdgas-KFZ) vom März 2002
- Erweiterte Risikoanalyse zu o.a. Gutachten von DI Dr. Bernhard Schneider vom 27.1.2003
- Mitteilung G98 „Erdgas-(CNG-)betriebene Kraftfahrzeuge“ der ÖVGW vom Oktober 2002
- Brandversuche der Salzburg AG vom 13.12.2002 in Grödig und 14.1.2003 in Seekirchen

# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“

### Zu Frage 1

Ist durch den Einsatz von Erdgas als Kraftstoff im Vergleich zu den herkömmlichen Treibstoffen (wie Benzin, Diesel oder Flüssiggas) für die Kräfte der Feuerwehr eine Erhöhung des Gefahrenpotentials zu erwarten?

Zu bewerten war das von Erdgas ausgehende Gefahrenpotential im Vergleich zu den herkömmlichen Treibstoffarten wie Benzin, Diesel und Flüssiggas, und zwar bei

Brand,

Unfall oder

technischen Gebrechen (Undichtheit)

#### **Brand:**

Bei ordnungsgemäßer Installation der Gasanlage ist aufgrund der Sicherheitseinrichtungen im Brandfall bei PKW mit keiner Erhöhung des Gefahrenpotentials gegenüber mit herkömmlichen Kraftstoff betriebenen KFZ zu rechnen.

Eine Aussage für LKW und Busse kann derzeit nicht gemacht werden.

#### **Unfall:**

Bei einem Unfall kann es zu einer Beschädigung der Flaschenventile kommen, die zu einem schlagartigen Austritt von Erdgas entweder unmittelbar beim Unfall oder bei den Bergungsarbeiten führen.

#### **Technisches Gebrechen:**

Die vorgesehenen Sicherheitseinrichtungen lassen einen Erdgasaustritt bei abgestellten Fahrzeugen nicht erwarten.

### Zu Frage 2

Ist durch das Abstellen von erdgasbetriebenen KFZ in Garagen eine Erhöhung des Gefahrenpotentials zu erwarten?

In mehreren Bundesländern ist durch Gesetze bzw. Verordnungen das Einfahren mit gas- bzw. flüssiggasbetriebenen KFZ in Garagen verboten.

Das SG 4.6 hat in früheren Gesprächen mit ÖVGW und Erdgasindustrie Bedenken geäußert, dass in geschlossenen Räumen eventuell mit Raumexplosionen zu rechnen ist.

Laut Gutachten von DI Dr. Schneider besteht eine geringe Möglichkeit, dass es unter bestimmten Voraussetzungen in Garagen zu einer Raumexplosion kommt.

Dies kann zu

einer Gefährdung für das Leben und die Gesundheit von Menschen sowie

einer Gefährdung für die Gebäudesubstanz

führen.

# **ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND**

## **Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“**

### Schlussfolgerungen

Aus Sicht des SG 4.6 sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Europaweit einheitliche Kennzeichnung von ergasbetriebenen Fahrzeugen
- Betrieb von ergasbetriebenen Fahrzeugen nur mit odoriertem (mit Geruchsstoff versetztem) Erdgas
- Information und Ausbildung der Feuerwehrmitglieder über die Gefahren und einsatztaktischen Maßnahmen bei Einsätzen mit erdgasbetriebenen Fahrzeugen
  
- Garagen:  
Bei der Beurteilung der Sicherheitsmaßnahmen für Garagen sind im Einzelfall Sachverständige beizuziehen.

**Die Vorsitzenden des  
ÖBFV-Sachgebietes 4.6 „Gefährliche Stoffe“**

OBR Dipl.-Ing. Karl Schmid e.h.

OBR Dipl.-Ing. Hans Mucska e.h.

# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“

### ANHANG 2

Über die vgbf-Homepage kann nachstehender Artikel heruntergeladen werden:

Vereinigung für Gefahrstoff- und Brandschutzforschung

vgbf-standard: 02 - 01

Stand: 15.04.2001



Moderne Fahrzeuggeneration:

## Hybrid Fahrzeuge aus einsatztaktischer Sicht



Namhafte Firmen entwickeln seit Jahren eine neue Fahrzeuggeneration.

Umweltfreundliche Antriebssysteme prägen diese moderne Fahrzeuggeneration. Neben den bereits am Markt befindlichen Wasserstoff-, Erdgas- und Elektrofahrzeugen gibt es neuerdings, sogenannte Hybridfahrzeuge: „Neu“ ist hier, dass der Antrieb durch Verbrennungs- und Elektromotor erfolgt. Dadurch ergeben sich für den Nutzer wesentliche Vorteile. Das erste Hybrid Fahrzeug, der TOYOTA PRIUS wird seit Februar auch in Mitteleuropa verkauft.

Im Falle eines Verkehrsunfalls stellen sich für die Einsatzkräfte künftig auch Gefahren ein, mit denen man bei bisherigen Verkehrsunfällen kaum zu rechnen hatte. Durch die hohe Mobilität unserer Gesellschaft wächst auch die Wahrscheinlichkeit, dass derartige Fahrzeuge in Unfälle und Brände involviert sind. Für die Einsatzkräfte bedeutet dies unter Umständen ein stark erhöhtes Risiko!

### Besondere Gefahren beim Feuerwehreinsatz:

#### Fahrzeuggatterie (Nickel-Metallhydrid-Batterie)



Gefahr durch Verätzung (Kaliumhydroxid)

Explosionsgefahr

Gefahr durch Elektrizität (300 Volt Spannung)

### Einsatzhinweise

- Sorgfältige Erkundung: Aufkleber, Orangefarbene Teile (=Hochspannungsteile!!)
- Isolierende Schutzbekleidung (Gummi), Augenschutz, Sicherheitsschuhe
- Für den Brandfall ein Löschmittel der Brandklasse D (Metallbrandpulver), mind. ABC-Pulver!!

# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

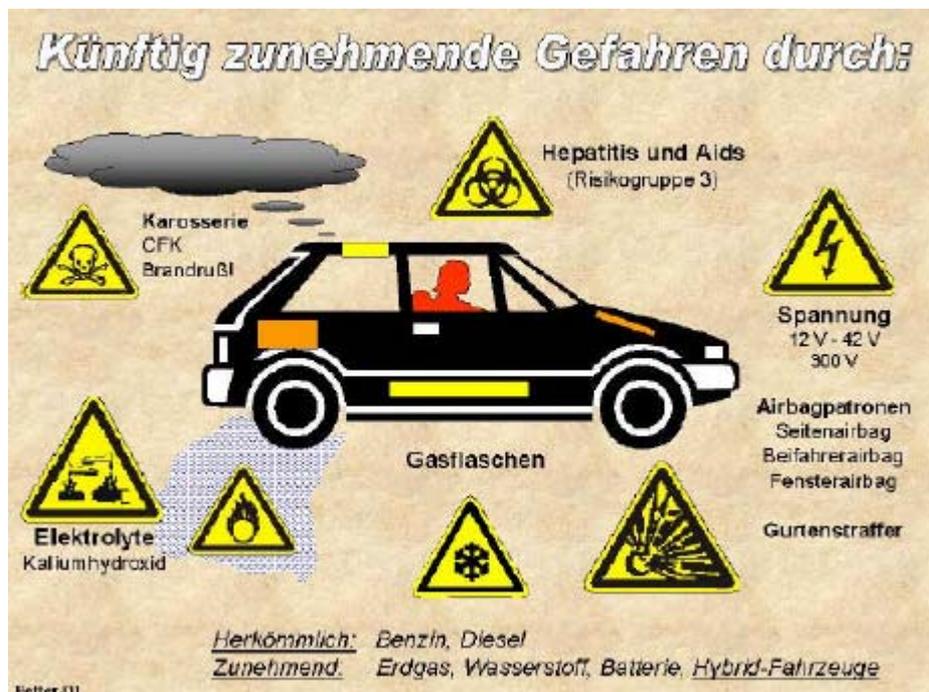
## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“

- Zum Neutralisieren wird eine wässrige Borsäurelösung empfohlen, mit pH-Papier soll der Neutralisationserfolg anschließend überprüft werden
- Berühren sie keine Kabel und spannungsführende Teile (orangefarben markiert)
- Gefahr einer heftigen Reaktion mit Wasser

Die spezifische Ausrüstung wird auf den Einsatzfahrzeugen normalerweise nicht mitgeführt und die bisherige Einsatztaktik der Feuerwehren bei Verkehrsunfällen ist nicht auf die besondere Gefährdung ausgerichtet. Im Rahmen der Fortbildung sind die Einsatzkräfte zu sensibilisieren. Die Einsatzmaßnahmen für Einsätze in

- Elektrischen Anlagen und
- bei gefährlichen Stoffen sind sinngemäß anzuwenden.

Insbesondere ist bei der Fahrzeugausrüstung künftig dieser neue Aspekt zu diskutieren. Bisherige „alternative“ Fahrzeuge, welche umweltfreundlich durch Erdgas, Wasserstoff oder Elektrizität angetrieben werden, benötigen eine eigene Tankstelle. Das vorliegende Hybridfahrzeug braucht dies nicht und stellt einen idealen Übergang zur neuen Fahrzeuggeneration dar. Dadurch wird auch die Verbreitung wesentlich rascher erfolgen und es ist aus Sicht der vgbf unbedingt notwendig auf diese Situation sofort zu reagieren! Die einsatztaktischen Maßnahmen müssen für ALLE Fahrzeugtypen gemeinsam betrachtet werden, da in der Einsatzpraxis wohl kaum ad hoc eine Unterscheidung möglich sein wird.



# ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

## Sachgebiet 4.6 „Gefährliche Stoffe“

### ANHANG 3

Einige interessante Homepages:

Suchen mit z.B. Google, „erdgas Fahrzeug“

<http://www.erdgasautos.at/>

<http://www.erdgasinfo.at/>

<http://www.erdgasfahrzeuge.de/>

<http://www.vcd.org/themen/aavoll.html>

<http://www.gibgas.de/german/fahrzeuge/fahrzeugerweiterung.html>

Suchen mit z.B. Google, „cng vehicle“

[http://www.worldbank.org/wbi/cleanair/global/topics/topic\\_documents/International%20experience%20with%20CNG%20vehicles.pdf](http://www.worldbank.org/wbi/cleanair/global/topics/topic_documents/International%20experience%20with%20CNG%20vehicles.pdf)

[http://www.levo.or.jp/e\\_contents/etop.html](http://www.levo.or.jp/e_contents/etop.html)

[http://www.nexgenfueling.com/t\\_codes.html](http://www.nexgenfueling.com/t_codes.html)

[http://www.ccities.doe.gov/afvinfo\\_airports.shtml](http://www.ccities.doe.gov/afvinfo_airports.shtml)