



# Alternativ angetriebene Fahrzeuge



Merkblatt für die Feuerwehren Bayerns



**Merkblatt für die Feuerwehren Bayerns**

## **Alternativ angetriebene Fahrzeuge**

### **Zielsetzung des Merkblattes**

Dieses Merkblatt soll den Einsatzkräften eine Hilfestellung geben, um Fahrzeuge mit alternativen Antriebstechniken erkennen und entsprechende Maßnahmen einleiten zu können.



# Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG .....	6
2. ANTRIEBSARTEN .....	7
2.1 Erdgasantrieb .....	8
2.2 Flüssiggasantrieb.....	11
2.3 Wasserstoffantrieb .....	13
2.4 Hybrid- und Elektroantriebe.....	16
3. AN DER EINSATZSTELLE .....	19
3.1 AUTO-Regel.....	19
3.2 GAMS-Regel.....	20
3.3 Technische Hilfeleistung.....	21
3.4 Brandbekämpfung .....	25
3.5 Leitstellenunterstützung durch Kennzeichenabfrage.....	26
4. EINSATZHINWEISE .....	29
5. LINK- UND MEDIENSAMMLUNG .....	30
6. GLOSSAR .....	31
7. QUELL- UND LITERATURVERZEICHNIS .....	32

## 1. EINLEITUNG

Der Anteil an Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechniken steigt stetig und wird in naher Zukunft die klassischen Fahrzeuge vom Markt verdrängen. Dieser Umbruch stellt auch die Feuerwehren und Hilfsorganisationen vor neuen Herausforderungen. Diese Organisationen müssen dem Wandel folgen und sich mit den neuen Konzepten vertraut machen. Durch die neuen Antriebsarten ändert sich bei einem Verkehrsunfall das Gefahrenspektrum und die Vorgehensweise für die Einsatzkräfte am Einsatzort.

Betrachtet man die aktuelle Statistik des Kraftfahrt-Bundesamtes, dann steigt der Anteil vor allem an Elektro- und Hybrid-Fahrzeugen in den nächsten Jahren rasant an.

Abb. 1  
Tacho eines Audi A7



## 2. ANTRIEBSARTEN

Im Gegensatz zu den herkömmlichen Antriebsarten mit fossilen Brennstoffen haben sich mehrere alternative Möglichkeiten entwickelt.

### **Erdgasantrieb (CNG)**

Bei einem Fahrzeug mit Erdgasantrieb handelt es sich oft um einen bivalenten Antrieb. Die Fahrzeuge haben meistens einen Motor, der mit zwei verschiedenen Kraftstoffen betrieben wird: zum einen mit Ottokraftstoff (Benzin) und zum anderen mit Erdgas (Methan-Ethangemisch). Omnibusmotoren werden häufig ausschließlich von Erdgas angetrieben (monovalent).

**CNG** = Compressed Natural Gas, komprimiertes Erdgas

**NGT** = Natural Gas Technology, Bezeichnung von Mercedes Benz für Erdgasfahrzeuge

### **Flüssiggasantrieb (LPG)**

Fahrzeuge mit Flüssiggasantrieb haben wie bei Erdgasfahrzeugen meistens einen bivalenten Antrieb. Auch hier besteht dieser aus einem Motor der mit zwei Kraftstoffarten betrieben werden kann: zum einen mit Ottokraftstoff (Benzin) und zum anderen mit Flüssiggas (Propan-Butangemisch).

LPG = Liquefied Petroleum Gas, besteht meistens aus Butan und Propan (Autogas)

### **Wasserstoffantrieb und Brennstoffzelle**

Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge werden in zwei Nutzungsarten unterschieden. Zum einen kann Wasserstoff als alternativer Treibstoff für einen Verbrennungsmotor verwendet werden. Als weitere Nutzungsart wird Wasserstoff in einer Brennstoffzelle in elektrische Energie umgewandelt. Diese Energie wird für den Betrieb eines Elektromotors verwendet.

### **Elektro-Hybrid-/Vollelektroantrieb**

Die Kombination zweier Antriebstechnologien in einem Fahrzeug wird als Hybrid bezeichnet. Bei Pkw ist dies in der Regel ein Verbrennungsmotor in Verbindung mit einem Elektromotor.

Bei Vollelektroantrieben besteht die Antriebstechnologie nur aus einem Elektromotor ohne einen herkömmlichen Verbrennungsmotor.

---

## 2.1 Erdgasantrieb

---

Erdgas wird auch als CNG bezeichnet. Das Erdgas besteht zu 86 % aus Methan und zu 6,7 % aus Ethan, Propan und Butan sowie 6,5 % inerten Gasen. Es ist leichter als Luft (Dichteverhältnis Erdgas/Luft ca. 0,6).

Der Explosionsbereich liegt zwischen 4-Vol% und 17-Vol%.

Im Ursprungszustand ist Erdgas farblos und geruchlos. Für den weiteren Vertrieb wird das Erdgas odoriert (Beimischung eines Geruchstoffes).

Gespeichert wird das Erdgas in Druckgasbehältern aus Edelstahl oder Kunststoff-Verbundwerkstoffen mit einem Druck von bis zu 250 bar. Die Druckgasbehälter werden am Unterboden verbaut und müssen mit Sicherheitsventilen ausgerüstet sein. Alle Druckleitungen sind in Edelstahl ausgeführt.

### Erkennungsmerkmal

Erdgasfahrzeuge lassen sich anhand verschiedener Merkmale identifizieren:

- Fahrzeugbeschriftungen (z. B. „Clever sparen Erdgas fahren“, ECO Fuel, CNG, NGT, ...) sind jedoch nicht gesetzlich vorgeschrieben
- Zusätzlicher Tankeinfüllstutzen (Tankklappe, evtl. im Stoßfänger integriert)
- Zusätzliche Tankfüllstandsanzeige
- Bedieneinrichtung zum Umschalten von CNG auf Benzin



---

Abb. 2  
VW-Caddy  
Erdgasfahrzeug



## **Sicherheitseinrichtungen**

- Elektromagnetisches Behälterabsperrentil am Druckgasbehälter:  
Durch Einschalten der Zündung, öffnet das Ventil und das Erdgas strömt zum Motor. Wird die Zündung wieder ausgeschaltet oder erkennt das Airbag-Steuergerät einen Unfall, schließt das Ventil automatisch.
- Manuelles Absperrventil (Kugelhahn) am Druckgasbehälter:  
Das Absperrventil sitzt direkt am Druckgasbehälter und kann manuell mit einem Ring-/Gabelschlüssel geschlossen werden. Einsätze haben gezeigt, dass dieses Ventil – wenn es zugänglich und gangbar ist – eine wertvolle Hilfe sein kann. Für den Feuerwehreinsatz ist es oft schwer zugänglich  
Besonders zu beachten ist: Die manuelle Tankabspernung verschließt nicht den Kanal zur Thermosicherung. Somit ist ein Bersten des Druckgasbehälters durch Hitzeeinwirkung trotz geschlossenem Ventil nicht möglich.
- Thermosicherung (Schmelzsicherung) am Druckgasbehälter:  
Bei starker Hitzeeinwirkung auf den Druckgasbehälter, schmilzt die Thermosicherung bei ca. 110 °C und das Erdgas tritt kontrolliert aus (i. d. R. so, dass keine Personen gefährdet werden). Im Gegensatz zum Flüssiggasantrieb werden hier die Druckgasbehälter komplett entleert.

## **Einsatzhinweise**

- Für die Erkundung AUTO-Regel (siehe 3.1) als Gedankenstütze anwenden
- Beim Erkennen eines Gefahrguteinsatzes mit Erdgasfahrzeugen die GAMS-Regel anwenden (siehe 3.2)
- Kennzeichenabfrage und deren Möglichkeiten nutzen (siehe 3.5)
- Motor/Zündung abschalten (elektromagnetisches Ventil schließt)
- Abklemmen der Batterie prüfen, da die Gefahr des Funkenübersprungs besteht
- Brandschutz sicherstellen
- Auf Gasgeruch und entsprechende Gaskonzentration achten
- Zündquellen fernhalten (Funkgeräte, Handy, ...)

- Bei Gasaustritt und einer zündfähigen Gas-Luft-Gemisch-Konzentration kann im Einsatz das Gemisch durch einen explosionsgeschützten Lüfter verdünnt werden.
- Fahrzeuginnenraum belüften:  
Achtung, beim Öffnen der Türe geht das Licht an (Funkenbildung)!
- Ex-Messung in Hohlräumen im und um das Fahrzeug durchführen, nicht nur den Fahrzeuginnenraum belüften, sondern auch die Hohlräume – Kotflügel, Motorraum sowie Schächte, Gully etc. an der Einsatzstelle. Gas kann durch Ausströmen (z. B. in Hohlräumen) ein explosives Gemisch bilden.
- Brennende Gasflamme nicht löschen, um die Ausbreitung/Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern
- Methan ist leichter als Luft und verbrennt vollständig
- Druckgasbehälter sind im Unterboden, am Dach (Busse) oder im Kofferraum verbaut
- Rettungskarten und QR-Code-Systeme zur Informationsgewinnung nutzen
- Erkennungsmöglichkeiten:  
Erdgasanlage unter dem Fahrzeug, doppelter Tankstutzen, zwei Tankanzeigen, Typbezeichnung, Rettungskarte, Werbung „Ich fahre mit Erdgas!“

Abb. 3  
Tankvorgang mit LPG



---

## 2.2 Flüssiggasantrieb

---

Flüssiggas wird auch als Autogas oder LPG bezeichnet. Das LPG ist eine Mischung aus Propan und Butan und wird bei 5–10 bar flüssig getankt und gelagert. Flüssiggas ist schwerer als Luft (Dichteverhältnis Flüssiggas/Luft ca. 1,55), daher ist mit Ansammlungen in Schächten und Gräben zu rechnen.

Der Explosionsbereich liegt zwischen 1,4-Vol% und 10,9-Vol%.

Ursprünglich ist Flüssiggas farblos und geruchslos, wird aber für den Vertrieb odoriert. Gespeichert wird das Flüssiggas in Tanks, die unter dem Fahrzeug, aber auch z. B. in der Reserveradmulde, verbaut sein können. Durch die individuelle Nachrüstung ist die genaue Lage der Tanks nicht vorhersehbar.

Eine Nachrüstung von LPG ist bei verschiedenen Ottomotoren möglich, wodurch keine verlässlichen Merkmale oder Rettungskarten zur Verfügung stehen.

### Erkennungsmerkmale

- Fahrzeugbeschriftungen (Autogas, BiFuel, ...) sind jedoch nicht gesetzlich vorgeschrieben
- Zusätzlicher Tankeinfüllstutzen (z. B. am Stoßfänger oder in der Tankklappe, ...)
- Zusätzliche Tankfüllstandsanzeige
- Bedieneinrichtung zum Umschalten von LPG auf Benzin

### Sicherheitseinrichtungen

- Elektromagnetisches Behälterabsperrentil am Druckgasbehälter: Durch Einschalten der Zündung öffnet das Ventil und das Flüssiggas strömt zum Motor. Wird die Zündung wieder ausgeschaltet oder erkennt das Airbag-Steuergerät einen Unfall, schließt das Ventil automatisch.
- Tankvolumenkontrolle: Ventile von LPG-Tanks besitzen einen "Schwimmer" der nur eine Betankung von 80 % zulässt. So hat das Gas bei Hitzeeinwirkung noch die Möglichkeit sich auszudehnen.
- Rohrbruchventil (schließt bei Undichtigkeiten oder Unfällen)

- **Überdrucksicherung am Tank:**

Sie verhindert ein Bersten des LPG-Tanks durch hohen Druckanstieg, z.B. als Folge eines Brandes. Die Überdrucksicherung ist so verbaut, dass ein Abblasen des Autogases außerhalb des Innenraumes möglich ist (Betriebsdruck ca. 20 bar).

**Achtung:** Liegt das Fahrzeug auf der Seite oder dem Dach kann beim Ansprechen des Überdruckventils die entstehende Stichflamme auf Einsatzkräfte wirken, da sie im Normalfall zum Boden abgeleitet wird.

Die Überdrucksicherung ist federbelastet und druckgesteuert, d. h. sobald der Druck im Inneren des LPG-Tanks auf mehr als ca. 27,5 bar ansteigt, öffnet das Ventil. Ist der Druck anschließend abgebaut und unter 27,5 bar schließt das Ventil wieder. Somit wird der Tank nicht wie beim CNG komplett entleert, sondern es bleibt immer eine gewisse Restmenge im Tank zurück.

### **Einsatzhinweise**

- Für die Erkundung AUTO-Regel (siehe 3.1) als Gedankenstütze anwenden
- Bei frühzeitigem Erkennen eines Gefahrguteinsatzes GAMS-Regel anwenden (siehe 3.2)
- Kennzeichenabfrage und deren Möglichkeiten nutzen (siehe 3.5)
- Ventile und Absperrvorrichtungen schließen, falls möglich
- Motor/Zündung abschalten (elektromagnetisches Ventil schließt)
- Möglichkeit des Abklemmens der Batterie prüfen, da die Gefahr des Funkenübersprungs besteht
- Brandschutz sicherstellen
- Auf Gasgeruch und entsprechende Gaskonzentration achten, LPG ist schwerer als Luft, somit sollten Messungen in Senken und Schächten durchgeführt werden (Straßengraben, Kanal, Kellerräume, ...)
- Zündquellen fernhalten (Funkgeräte, Handy, ...)
- Fahrzeuginnenraum belüften  
Achtung, beim Öffnen der Türe geht das Licht an (Funkenbildung)!
- Brennende Gasflamme nicht löschen, um die Ausbreitung/Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern
- Rettungskarten, Kennzeichenabfrage und QR-Code-Systeme zur Informationsgewinnung nutzen

## 2.3 Wasserstoffantrieb

Wasserstoff (Formel  $H_2$ ) geht ab  $-253\text{ }^\circ\text{C}$  vom flüssigen in den gasförmigen Zustand (Verdampfung) über und ist dann deutlich leichter als Luft (Dichteverhältnis Wasserstoff/Luft 0,07).

Der Explosionsbereich ist sehr groß und liegt zwischen 4-Vol% und 75,6-Vol%. Eine Selbstentzündung an der Luft ist nicht möglich, da der Wasserstoff eine Zündquelle benötigt und die Zündtemperatur bei ca.  $560\text{ }^\circ\text{C}$  liegt.

Wasserstoff ist ein farbloses und geruchloses Gas, das weder reizend noch giftig ist. Bei einem Stoffaustritt soll jedoch in jedem Fall Umluft unabhängiger Atemschutz getragen werden. Kommt es zu einer Entzündung von Wasserstoff, ist die Flamme kaum sichtbar und hat eine Verbrennungstemperatur von ca.  $2000\text{ }^\circ\text{C}$ .

Die Messung einer explosionsfähigen Atmosphäre ist mit Ex-Messgeräten der Feuerwehr möglich.

Eine Messung von zündfähigen Wasserstoff-Luft-Gemischen ist nur mit katalytischen Gasmesssensoren, die nach dem Messprinzip Wärmetönung arbeiten (WT) möglich. Sensoren, die nach dem Messprinzip Infrarot (IR) arbeiten, detektieren Wasserstoff nicht.



Abb. 4  
Wasserstofftankstutzen

## Hinweis

Gespeichert wird Wasserstoff in Druckgasbehältern aus Verbundwerkstoffen bei einem Druck von ca. 16 bar, tief kalt verflüssigt (LH<sub>2</sub>) bzw. bis zu 700 bar gasförmig (GH<sub>2</sub>). Die Tanks werden zum Teil im Kofferraum oder unter dem Fahrzeug verbaut.

## Erkennungsmerkmale

- Fahrzeugbeschriftungen (Hydrogen, H<sub>2</sub>, FuelCell, ...) sind jedoch nicht gesetzlich vorgeschrieben
- Zusätzliche Tankklappe
- Zusätzliche Tankfüllstandsanzeige
- Abströmöffnungen über Dach (herstellerspezifisch), an denen man ausströmendes Gas auch anhand von "Knattergeräuschen" erkennen kann.

## Sicherheitseinrichtungen

- Wasserstoffsensoren (nicht bei allen Modellen)  
Wird eine H<sub>2</sub>-Konzentration erkannt, blinken die durchsichtigen Türpins rot.
- Elektromagnetisches Behälterabsperrventil am Druckgasbehälter:  
Durch Einschalten der Zündung öffnet das Ventil und der Wasserstoff strömt zum Motor. Wird die Zündung wieder ausgeschaltet oder erkennt das Airbag-Steuergerät einen Unfall, schließt das Ventil automatisch.

Abb. 5  
Wasserstofffahrzeug  
von BMW



- Überdrucksicherung am Tank:  
Sie verhindert ein Bersten des H<sub>2</sub>-Tanks durch großen Druckanstieg, z. B. als Folge eines Brandes. Die Überdrucksicherung ist so verbaut, dass ein Abblasen des Gases außerhalb des Innenraumes möglich ist.  
**Achtung:** Liegt das Fahrzeug auf der Seite oder dem Dach kann beim Ansprechen des Überdruckventils die entstehende Stichflamme auf Einsatzkräfte wirken, da sie im Normalfall über eine Druckentlastungsöffnung am Dach abgeleitet wird.

### Einsatzhinweise

- Für die Erkundung AUTO-Regel (siehe 3.1) als Gedankenstütze anwenden
- Bei frühzeitigem Erkennen GAMS-Regel (siehe 3.2) anwenden
- Kennzeichenabfrage und deren Möglichkeiten nutzen (siehe 3.5)
- Wegen der "Unsichtbarkeit" der Wasserstoffflamme ist das Fahrzeug mit einer Wärmebildkamera (WBK) zu erkunden. Einfaches Prüfmittel: mit einem Besen voran gehen. Der Besen entzündet sich bei einer Wasserstoffflamme.
- Motor/Zündung abschalten
- Möglichkeit des Abklemmens der Batterie prüfen, da die Gefahr des Funkenübersprungs besteht
- Brandschutz sicherstellen
- Zündquellen fernhalten (Funkgeräte, Handy, ...)
- Fahrzeuginnenraum belüften  
Achtung, zunächst Batterie abklemmen! Beim Öffnen der Türe geht das Licht an (Funkenbildung)!
- Brennende Gasflamme nicht löschen, um die Ausbreitung/Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern
- Druckgasbehälter bei Bussen 350 bar / 1900l auf dem Dach (mit Schmelzsicherung)
- Brennstoffzellen bei Bussen auf dem Dach

---

## 2.4 Hybrid- und Elektroantrieb

---

Hybrid- und Elektrofahrzeuge gibt es schon seit vielen Jahren, doch durch den Anstieg der Preise von fossilen Brennstoffen und umwelttechnischen Auflagen haben sie an Bedeutung auf unseren Straßen gewonnen. Bisher kannte man sie nur von Golfplätzen oder als Elektrofahrrad, doch mittlerweile vergeht kaum mehr eine Autofahrt, ohne dass man ein solches Fahrzeug sieht. Nicht immer ist auf den ersten Blick zu erkennen, dass es sich um einen alternativ angetriebenen Fahrzeugtyp handelt. Mit dem Hybridantrieb verbindet man automatisch immer die Kombination aus Verbrennungsmotor und Elektromotor, doch eigentlich bedeutet Hybrid, dass es eine Kombination aus zwei verschiedenen Antriebssystemen ist. Im Folgenden ist Hybrid, als die Kombination aus Verbrennungs- und Elektromotor mit Energiespeicher (Batterie) zu verstehen.

Die Energiespeicher bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen sind an vielen verschiedenen Orten im Fahrzeug zu finden, manchmal im Kofferraum, unter der Rücksitzbank oder auch am Fahrzeugunterboden. Um die tatsächliche Verbauung der Akkumulatoren sicherzustellen, sollte eine Rettungskarte zu Hilfe genommen werden. Die Energiespeicher sind derzeit aus Ni-MH (Nickel-Metallhydrid) oder Li-Ion (Lithium-Ionen) und einem Gel-Elektrolyt gefüllt.

Folgende Unterscheidung kann bei Hybridfahrzeugen vorgenommen werden:

- **PlugIn-Hybrid**  
Eine Aufladung kann durch die Steckdose erfolgen und rein elektrisches Fahren ist möglich.
- **Voll-Hybrid**  
Die Batterie wird durch den Verbrennungsmotor während der Fahrt aufgeladen. Ist die Batterie geladen, schaltet der Motor ab und eine rein elektrische Fortbewegung ist möglich.

---

Abb. 6 und Abb. 7  
Elektrofahrzeug und  
Motorblock eines  
PlugIn-Hybrids  
von BMW





- **Mild-Hybrid**

Ein rein elektrisches Fahren ist nicht möglich, z. B. Anfahrhilfe beim Ampelstart, um den Kraftstoffverbrauch zu verringern.

- **Micro-Hybrid**

In der Regel ist damit eine Start-Stopp-Automatik gemeint.

### Erkennungsmerkmale

- Fahrzeugbeschriftungen (z. B. Aufkleber, Werbung, ...)
- Herstellerbezeichnung (z. B. Hybrid Synergy Drive, e-tron, z.e., ED, ...)
- E-Kennzeichen sind möglich (letzter Buchstabe im KFZ-Kennzeichen "E")  
Die Landratsämter können selbst entscheiden, ob sie die speziellen KFZ-Kennzeichen zulassen. Es muss mindestens eine reine elektrische Reichweite von 50 km möglich sein.
- Zusätzliche Tankklappe für Fremdeinspeisung
- Hellblaue oder grüne Applikationen, Scheinwerferelemente, ...
- Ladeanzeige (Füllstandsanzeige) der Batterie
- Orangefarbene Kabel
- Besondere Bauform



Abb. 8 und Abb. 9  
Elektroladeanschluss  
und offizielles Logo  
für E-Fahrzeuge von  
BMW

## **Sicherheitseinrichtungen**

- Galvanische Trennung  
Keine direkte Verbindung zwischen HV-Komponenten und der Karosserie
- Berührungsschutz  
Alle HV-Komponenten sind berührungssicher ausgeführt
- Orangefarbene Isolation der HV-Leitungen mit zusätzlichen Abdeckungen
- Kurzschlusserkennung
- Entladung von Restspannung (bei Airbag-Auslösung wird das HV-System deaktiviert und die Restspannung abgebaut). Die Deaktivierung kann bis zu 5 Minuten dauern.
- Ausschalten der Zündung sorgt standardmäßig für eine Deaktivierung des HV-Systems. Aber eine 100 % Garantie gibt es nicht, da diverse Verbraucher auch ohne Zündung funktionieren (Standheizung, Laden, Klimaanlage etc.)
- Konventionelles Abklemmen der 12V-Batterie sorgt in der Regel für eine Deaktivierung des HV-Systems. Eine "Selbsthaltung" durch verschiedene elektronische Bauteile kann aber auch weiterhin stattfinden!
- HV-Trennstellen-Stecker nutzen, wenn das Fahrzeug sehr stark beschädigt ist – Rettungskarte zum Aufsuchen verwenden
- Sicherung für HV-Deaktivierung ziehen, falls der HV-Trennstellen-Stecker nicht erreicht werden kann – Rettungskarte zum Aufsuchen verwenden

## **Einsatzhinweise**

- Für die Erkundung AUTO-Regel (siehe 3.1.) als Gedankenstütze anwenden
- Kennzeichenabfrage und deren Möglichkeiten nutzen (siehe 3.5)
- Kontrolle der Fahrbereitschaft des Fahrzeugs (Ready, GO, ...) im Kombiinstrument (kann Hinweise zum Betriebszustand geben)
- Keine HV-Komponente beschädigen oder öffnen  
Beschädigte Bauteile nicht berühren
- Im Falle eines Brandes der Energiespeicher unter Beachtung der Abstände nach VDE eine Brandbekämpfung mit ausreichend Wasser durchführen. Das Löschwasser muss auch in den Energiespeicher hinein gelangen
- Kennzeichenabfrage und QR-Code-Systeme zur Informationsgewinnung nutzen

## 3. AN DER EINSATZSTELLE

### 3.1 AUTO-Regel

Die „AUTO-Regel“ ist eine Handlungshilfe zur Erkennung von alternativen Antriebstechniken an verunfallten Pkw.

**A**ustretende Betriebsstoffe – hören, riechen, sehen  
z. B. Zisch- oder Knattergeräusche, Gasgeruch, Lachen- oder Nebelbildung

**U**nterboden, Kofferraum, Motorhaube erkunden  
z. B. nach Gastanks oder orangefarbenen Hochvoltleitungen schauen

**T**ankdeckel öffnen  
z. B. QR-Code finden, alternativer Betankungs-/Ladesysteme erkennen, mehrere Tankdeckel

**O**berfläche absuchen  
z. B. kein Auspuff vorhanden, markante Beschriftungen oder Erkennungszeichen, Überdruckventile vorhanden

#### Grundsätzliche Regeln

- Alle Bauteile auf Beschädigung überprüfen
- Erkannte Gefahren an alle Einsatzkräfte weitergeben
- Gefahrenbereich markieren und absperren

Diese Regel ergänzt lediglich Informationen aus fahrzeugspezifischen Rettungsdatenblättern.

Alle gängigen taktischen Standardeinsatzregeln zur Pkw-Rettung finden weiterhin Anwendung, sollen aber unter Beachtung der erlangten Erkenntnisse über das verunfallte Fahrzeug eingebunden werden.

## 3.2 GAMS-Regel

Die GAMS-Regel ist eine Eselsbrücke für den Einsatzleiter, damit dieser keine wichtigen Erstmaßnahmen im Gefahrguteinsatz vergisst. Bei Einsätzen mit alternativen Antrieben kann sie im Bedarfsfall ebenso angewendet werden.

Die Bedeutung der GAMS-Buchstaben ist wie folgt:

### **G**efahr erkennen

Im Feuerwehreinsatz treten Gefahren meist kombiniert auf. Nur weil von einem Kraftstoff Gefahren ausgehen können, dürfen weitere Gefährdungen nicht unbeachtet bleiben! Die 4A-1C-4E-?-Regel-Gefahrenmatrix muss immer Beachtung finden!

Kennzeichnungen verschiedenster Art, Informationen von anwesenden Personen (z. B. Fahrer des verunglückten Pkw), die eigene Wahrnehmung (z. B. auffälliger Geruch) und die vorgefundene Lage können auf das Vorhandensein gefährlicher Stoffe hinweisen.

### **A**bsperrern

Der Absperrbereich bei Unfällen mit alternativen Fahrzeugen ist in Abhängigkeit von der vorgefunden Gefahrenlage festzulegen (z. B. in Anlehnung an die FwDV 500).

Wenn es die Einsatzlage zulässt, sollte die Standardabstände für Gefahren- und Absperrbereich (50 m/100 m) eingehalten werden.

Die Anpassung der Absperrgrenzen an den Stoff und die bereits ausgetretene Menge muss unbedingt erfolgen, sobald die nötigen Informationen vorliegen!

### **M**enschenrettung durchführen

Diese Einsatzmaßnahme darf nur mit geeigneter persönlicher Schutzausrüstung durchgeführt werden! Als geeignete persönliche Schutzausrüstung ist mindestens der umluftunabhängige Atemschutz zu betrachten.

### **S**pezialkräfte alarmieren

Fachkundiges Personal und geeignetes Material sind ggf. zur sicheren Abarbeitung der Einsatzmaßnahmen an der Einsatzstelle erforderlich (z. B. Fachpersonal der Verkehrsbetriebe bei einem Busbrand mit Erdgasantrieb).

---

## 3.3 Technische Hilfeleistung

### 3.3.1 Fahrzeuge mit Elektroantrieb

---

#### **Sofortmaßnahmen**

- Gegen Wegrollen sichern
- Zündung abschalten (Start-Stopp-Knopf betätigen)
- Schalthebel in Stellung "P" bringen (kann am Lenkrad oder in der Mittelkonsole sein) bzw. Gang einlegen.
- Prüfen, ob elektrisch betriebene Systeme noch funktionsfähig sind (Fensterheber, Sitze, ...)
- Feststellbremse betätigen (Knopf oder klassischer Bremshebel) Schlüssel abziehen und mehrere Meter vom Fahrzeug aufbewahren, damit ein automatisches Absperren verhindert wird (schlüsselloses System)
- Bei entsprechend starker Beschädigung ist die Hochvoltanlage außer Betrieb zu nehmen und gegen Wiedereinschalten zu sichern (Anweisung des Herstellers beachten, Rettungsdatenblatt)

Bei Elektrofahrzeugen ist nicht sofort erkennbar bzw. hörbar, ob sich nach einem Unfall, der Motor noch in einem betriebsbereiten Zustand befindet. Eine genaue Prüfung sollte vorrangig durchgeführt werden. Bei noch laufendem Motor sollte man sofort die Zündung ausschalten, den Schalthebel auf "P" legen und die Handbremse betätigen! Erst anschließend kann und darf mit der Rettung begonnen werden. Ein Betätigen der Fußbremse in Verbindung mit dem Druck des Start-Stopp-Tasters führt zur Inbetriebnahme des Motors und der Hochvoltanlage!

Erfolgt bei einem Unfall die Auslösung der Airbags, so wird die Hochvolt-Anlage (HV) automatisch deaktiviert. Es wird aber zusätzlich empfohlen, nach den Hinweisen aus Rettungsdatenblättern die Hochvolt-Anlage außer Betrieb zu setzen.

Nach den meisten Herstellerangaben (z. B. Mercedes und VW) stellen Restspannungen im System keine Gefahr für weitere Einsatzmaßnahmen dar.

## Wichtige Hinweise

- Hochvoltkabel sind orangefarben und dürfen nicht durchtrennt oder manipuliert werden.
- Freigelegte Hochvolt-Batterien und ihre Einzelteile können Spannung führen und heftig reagieren.

Die austretenden Rauchgase können bei einem Brandeinsatz ätzende Eigenschaften haben und erfordern die Verwendung Umluft unabhängiger Atemschutzgeräte. Die Batterieflüssigkeit ist potentiell ätzend und kann bei Ausgasung entzündlich sein! Im Einsatz ist ausreichender Körperschutz anzulegen und ungeschützte Berührungen und Manipulationen sind zu vermeiden. Hochvoltbatterien sind aber lange nicht so gefährlich, wie herkömmliche Blei-Säure-Starterbatterien.

- Eine Hochvolt-Batterie kann nach einem Unfall auch nach Stunden/Tagen durch eine interne Reaktion noch in Brand geraten. Abschleppdienst, Polizei und andere Beteiligte sind auf diese Gefahr hinzuweisen.

Abb. 10  
Crashtest



## **Beispiel**

In den USA wurde mit einem E-Auto ein Crashtest durchgeführt und anschließend das Fahrzeug auf einem Parkplatz abgestellt. Drei Wochen später brannte das Fahrzeug vollständig ab. Eine Untersuchung ergab, dass beim Crash die Batterie beschädigt und eine lange Reaktion in Gang gesetzt wurde. Diese führte schließlich zur Selbstentzündung des Fahrzeuges. Die Industrie hat seit diesem Test zwar nachgebessert, aber diese Gefahr ist nie komplett ausschließbar.

Ein hilfreicher Hinweis kann deshalb an den Abschleppunternehmer gegeben werden, die Unfallfahrzeuge nach Möglichkeit außerhalb von Gebäuden mit ausreichend Abstand zu anderen brennbaren Gegenständen zu lagern.

## **Besonderheit bei Pkw im Wasser**

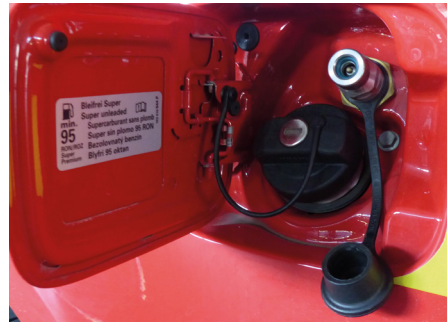
- Bei einem Wassereintritt in die Hochvoltbatterie kann eine Elektrolyse in Gang gesetzt werden, die zu einer Knallgasverpuffung führen kann.
- Auch hier sollte die Hochvolt-Anlage nach den Herstellervorgaben außer Betrieb genommen werden, wenn dies der Zustand des Fahrzeugs zulässt.

### 3.3.2 Fahrzeuge mit Gasantrieb

#### Einsatzmaßnahmen

- Dreifacher Brandschutz (Wasser-Schaum-Pulver):  
Als weitere Ergänzung kann Kohlendioxid bzw. Metallbrandpulver eingesetzt werden. Bei Bränden von Metall (Motorblöcke aus Magnesium...) erzielt das Metallbrandpulver sehr gute Löschergebnisse.
- Gefahrenbereich und die Windrichtung beachten
- Einsatzkräfte informieren, dass Zündquellen zu vermeiden sind (Zündung und Motor abstellen)
- Messgeräte zur Kontrolle einsetzen (ggf. nachalarmieren)
- Gas ausströmen lassen, dabei beachten, dass Flüssiggas schwerer, Wasserstoff und Erdgas leichter als Luft sind
- Gas mit Drucklüftern zum Herabsetzen der Explosionsgrenze verblasen (EX-Schutz beachten und keine Verbrennungslüfter verwenden!)
- Das Flammenbild von Wasserstoff ist nicht sichtbar (falls vorhanden Wärmebildkamera nutzen)
- Austretende Gase sind zum Teil sehr kalt, deshalb besteht die Gefahr von Erfrierungen
- Rettungsdatenblätter nutzen und wenn möglich manuelle Tankabsperungen schließen

Abb. 11 und Abb. 12  
Erdgasfüllstand-  
anzeige und  
Tankstutzen eines  
Erdgasfahrzeuges





---

## 3.4 Brandbekämpfung

### 3.4.1 Brand an einem Elektroantrieb

---

- Batterien sollten bevorzugt mit viel Wasser gelöscht werden. Es ist darauf zu achten, dass Wasser möglichst in die Batterie gelangt. Auch nach dem Brand sollte noch ausreichend gekühlt werden, damit eine Rückzündungsgefahr vermieden wird. Durch eine Wärmebildkamera können die Batterien überwacht werden.
- An Hochvolt-Batterien kann eine Spannung von bis zu 1000V anliegen! Die Strahlrohrabstände nach DIN VDE 0132 müssen eingehalten werden (z. B. Vollstrahl 5 m und Sprühstrahl 1 m).
- Fahrzeuge werden zum Schutz der Insassen möglichst sicher konstruiert. Trotz umfangreicher Crash-Tests lässt sich die Deformierung nach einem Unfall nicht vorher sagen, weshalb Vorsicht geboten und eine aufmerksame Erkundung notwendig ist.

---

### 3.4.2 Brand bei einem Gasantrieb

---

- Autogas ist schwerer als Luft und kann sich im Brandfall ähnlich ausbreiten wie Benzin. Eine Brandausbreitung muss verhindert werden!
- Druckbehälter haben zwar bauliche Abströmsicherungen, um bei einer Brandbeaufschlagung kontrolliert abzubrennen. Jedoch kann bei einer langen punktuellen Flammeneinwirkung ein Bersten des Druckbehälters nicht komplett ausgeschlossen werden.
- Brennendes Gas sollte man an der Einsatzstelle kontrolliert abbrennen lassen. Hierbei muss die Umgebung gekühlt werden und eine ständige Absicherung gewährleistet sein. Nur im Notfall (Menschenrettung oder bei Gefahr einer Ausbreitung) sollte das kontrollierte Abbrennen des Gases unterbrochen werden.

---

## 3.5 Leitstellenunterstützung durch Kennzeichenabfrage

---

Jeden Tag alarmieren die Integrierten Leitstellen in Bayern Feuerwehren zu technischen Hilfeleistungen nach Unfällen mit Kraftfahrzeugen. Die Zerstörung der Fahrzeuge macht es unter Umständen nicht möglich das Unfallfahrzeug genau zu identifizieren, geschweige das Rettungsdatenblatt aufzufinden.

Die fehlenden Informationen können bei der Leitstelle durch eine Kennzeichenabfrage angefordert werden. Seit 2013 ist es geregelt, dass die Leitstellen eine Abfrage der Kfz-Kennzeichen beim Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) durchführen können. Dadurch kann eine genaue Fahrzeugidentifikation vorgenommen werden.

Diese Kennzeichenabfrage ist webbasiert und ermöglicht schnell das passende Rettungsdatenblatt zu finden.

Das System zur Kennzeichenabfrage durch die Integrierten Leitstellen ist bayernweit nicht einheitlich geregelt. Es werden unterschiedliche Systeme (Softwarelösungen) verwendet.

### **Einsatz der Kennzeichenabfrage**

Die ILS kann schon bei der Notrufabfrage das Kennzeichen des betroffenen Fahrzeuges erfragen und dadurch Informationen über den Fahrzeugtyp erhalten. Die damit ermittelbare Rettungskarte enthält wichtige Hinweise, die bereits bei der Anfahrt an den Einsatzleiter übermittelt werden können.

Wenn nicht bereits geschehen, kann der Einsatzleiter per Funk das Kennzeichen melden:




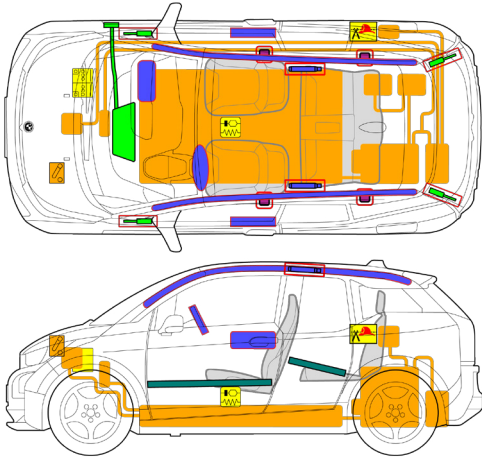




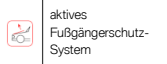









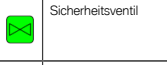




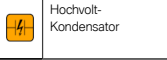
- Der Disponent startet die Softwareabfrage
- Per Funk kann der Einsatzleiter anschließend wichtige Informationen erfragen (Batteriestandort, Antriebsart...)

Je nach Leitstelle bestehen auch noch folgende Möglichkeiten:

### **Übermittlung des Fahrzeugtyps und des Baujahres**

Die Feuerwehr vor Ort gibt das Kennzeichen an die ILS durch. Anschließend übermittelt die ILS den Fahrzeugtyp und das Baujahr an die Feuerwehr über Funk zurück. Vor Ort kann dann das korrekte Rettungsdatenblatt, z. B. aus einem vorgehaltenen Ordner mit Datenblättern (regelmäßige Datenpflege/Update erforderlich) oder aus dem Internet, herausgesucht werden.

# BEISPIEL EINES RETTUNGSDATENBLATTES

	<b>BMW i01</b> Kombilimousine (ab 11/2015)							
								
								
Legende								
	Airbag		Gasgenerator		Gurtstraffer		SRS Steuergerät	 aktives Fußgängerschutz-System
	automatisches Überroll-Schutzsystem		Gasdruckdämpfer / vorgespannte Feder		Karosserie-Verstärkung		Achtung-Zone	 Hochvolt-Trennstelle (Schneidlösung)
	Niedervolt-Batterie		Niedervolt-Kondensator		Treibstofftank		Gastank	 Sicherheitsventil
	Hochvolt-Batterie		Hochvolt-Kabel / -Komponente		Hochvolt-Trennstelle		Hochvolt-Sicherung	 Hochvolt-Kondensator
In dieser Übersicht ist die maximale Ausstattung des Fahrzeugs dargestellt								
ID Nr.		Version Nr.		Version Datum		Seite		
<b>WBV-I01</b>		<b>1</b>		<b>11/2015</b>		<b>01</b>		

**Wichtig: weiterführende Informationen siehe Rettungsleitfaden.**

© 2016 BMW AG München, Deutschland

## Hinweis

Bei nachgerüsteten alternativen Antrieben gibt es in der Rettungskarte keine Hinweise auf die verbaute Technik. Nur bei der Abfrage an das KBA erfolgen Hinweise auf nachgerüstete Technik. Daher sollte bei Pkw-Bränden immer eine Kennzeichenabfrage durchgeführt werden.

## Übermittlung der Datenblatt-ID (je nach Softwarehersteller unterschiedlich)

Verfügt eine Feuerwehr vor Ort über eine Software (PC-Hardware, Tablet oder Handy), kann die ILS das Kennzeichen abfragen und die jeweilige Datenblatt-ID per Funk übermitteln.

## Übermittlung des Rettungsdatenblatts

Das durch die ILS ermittelte Rettungsdatenblatt kann auch als PDF-Datei per E-Mail versandt werden. Mit der Übermittlung der Datei an Einsatzkräfte in Führungsfahrzeugen können die Informationen ohne Zeitverlust an die Einsatzleitung weitergegeben werden.

Abb. 13  
Beispiel eines  
Rettungsdatenblattes



## 4. EINSATZHINWEISE

- Einsätze an Fahrzeugen mit alternativen Antrieben unterscheiden sich nicht grundsätzlich von Einsätzen an „normalen“ Fahrzeugen. Sie werden nur durch spezielle Gefahren erweitert.
- Die Feuerwehr muss sich mit den neuen Gefahren entsprechend der vorgefundenen Antriebstechnik vertraut machen.
- Sicherheitstechnik der Fahrzeuge kann die „Gefahren“ an der Einsatzstelle reduzieren.
- Sicherheitstechnik im Fahrzeug greift nur, wenn der Störfall von der Fahrzeugtechnik auch erkannt wurde und nach einem Unfall technisch überhaupt noch steuerbar ist.
- Es gibt an jedem Fahrzeug Bauteile, die durch die Rettungskräfte nicht beschädigt werden dürfen.
- Grundkenntnisse über Fahrzeugkonstruktion und Bauteile sollten jeder Einsatzkraft bekannt sein.
- Sicheres Arbeiten an einem Elektrofahrzeug erfordert die vollständige Deaktivierung der Stromversorgung/des Antriebs.
- Das sichere Deaktivieren erfordert genaue Fahrzeuginformationen (Rettungsdatenblätter, Herstellerinformationen).
- Die Batterien enthalten trotz Stilllegen der HV-Anlage weiterhin Spannung. Eine Selbstentladung findet nur bedingt bei Wassereintritt statt.
- Bei einem Innenraumbrand ohne Beteiligung der HV-Batterie ist Schaummittel immer noch ein geeignetes Mittel zur Brandbekämpfung.
- Bei der Brandbekämpfung von Hochvolt-Batterien sind besondere Löschmittelzusätze nicht notwendig.
- Strahlrohrabstände sind nach DIN VDE 0132 (beim Brand der HV-Batterie) einzuhalten.
- Die Bordspannung von neuen Fahrzeugen (z.B. Audi A8) kann 48 V betragen.
- Die Industrie spricht immer von „Regel- oder Normunfällen“. Die Einsatzkräfte werden aber meist mit außergewöhnlichen Fahrzeugzuständen, Defekten, Manipulation etc. konfrontiert.

Zukünftig ist auch immer mehr bei LKWs und Bussen mit alternativen Antriebstechniken zu rechnen!

## 5. LINK- UND MEDIENSAMMLUNG

### **Busbrand**

<https://goo.gl/wnCYuB>

Ein Bus mit Erdgasantrieb steht in Vollbrand. Im Einsatzverlauf ist gut zu erkennen, wie die Abströmsicherung auslöst. Es gibt keine Herstellervorgabe in welche Richtung das Gas abströmt. Mit dieser Einsatzgefahr ist immer zu rechnen.

### **Brandversuch mit mehreren Pkw**

<https://goo.gl/JQ8Rfv>

Hier wird der Brandverlauf eines herkömmlich angetriebenen Autos gezeigt und anschließend der Brand eines Autos mit professionell eingebauter Autogasanlage. Bei beiden Versuchen ist ein „normaler“ Brandverlauf zu beobachten. Zum Schluss des Films wird ein Auto-Brand mit einer schlecht eingebauten Autogasanlage gezeigt. Hier ist der Brandverlauf völlig unkontrolliert und endet in einer Explosion. Bei Fahrzeugbränden mit Gasantrieben ist immer mit einer Explosion zu rechnen, gerade bei Fahrzeugen aus Ländern, in denen geringe Sicherheitsstandards herrschen.

### **Brandversuch mit einem Autogasfahrzeug**

<https://goo.gl/v5eqEg>

In diesem Brandversuch ist das kontrollierte Abgasen einer Autogasanlage zu beobachten. Bei Autogasfahrzeugen findet im Brandverlauf ein pulsierendes Abbrennen statt. Bei Erdgasfahrzeugen findet ein kontinuierliches Abbrennen der Gasflamme statt.

Durch die Abbrennart der Gasflamme ist eine Unterscheidung der Antriebsarten möglich (CNG-Erdgas oder LPG-Autogas).

### **Bericht über ein explodiertes Autogasfahrzeug**

<https://goo.gl/TMCKxo>

Ein Bericht einer amerikanischen Feuerwehr mit ausführlichem Bildmaterial, der sehr genau verdeutlicht, welche Folgen eine Explosion bei einem Gasfahrzeug haben kann.

## Brand eines Tesla

<https://goo.gl/LwBhET>

Hier ist gut zu erkennen, wie heftig Batterien nach einem Crash reagieren können. Die Hochvolt-Batterien sind in allen Fahrzeugen an sehr sicheren Stellen meist im Unterboden oder im Bereich der Rücksitze verbaut.

## 6. GLOSSAR

AUTO-Regel	<b>A</b> ustretende Betriebsstoffe <b>U</b> nterboden erkunden <b>T</b> ankdeckel öffnen <b>O</b> berfläche absuchen
GAMS-Regel	<b>G</b> efahren erkennen <b>A</b> bsperren <b>M</b> enschenrettung unter Eigenschutz <b>S</b> pezialkräfte nachfordern
FwDV	Feuerwehr-Dienstvorschrift
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
ILS	Integrierte Leitstelle
CNG	Compressed Natural Gas (komprimiertes Erdgas)
NGT	Natural Gas Technology, Bezeichnung von Mercedes Benz für Erdgasfahrzeuge
LPG	Liquid Petroleum Gas/Autogas (Gemisch Propan/Butan)
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik
HV	Ab einer Wechselspannung von mehr als 30 V und einer Gleichspannung von mehr als 60 V spricht man von Hochvolt bzw. Hochvolt-Anlagen
monovalent	Monovalente Fahrzeuge haben nur eine Antriebsart (z. B. Erdgas)
bivalent	Bivalente Fahrzeuge haben zwei Antriebsarten (z. B. Verbrennungsmotor und Elektroantrieb)

## 7. QUELLEN- UND LITERATURVERZEICHNIS

- DGUV Information 205-022 „Rettungs- und Löscharbeiten an Pkw mit alternativer Antriebstechnik“
- vfdb Merkblatt „Einsätze an Kraftfahrzeugen mit alternativen Antriebsarten und -kraftstoffen“
- Merkblatt zur vfdb Richtlinie 06/04 „Unfallhilfe und Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen“
- Merkblatt zur vfdb Richtlinie 06/01 „Technisch-medizinische Rettung nach Verkehrsunfällen“
- BGI/GUV-I 8677 „Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle“
- DIN VDE 0132:2017-04 „Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen“
- Staatliche Feuerweherschule Würzburg, Modulare Truppausbildung „MTA 13 Alternative Antriebstechniken“
- Landesfeuerweherschule Baden-Württemberg „Einsatzhinweise für Elektrofahrzeuge“
- Landesfeuerweherschule Baden-Württemberg „Einsatzhinweise für Unfälle mit alternativ angetriebenen Kraftfahrzeugen“
- ADAC Rettungskarten: <https://www.adac.de/infotestrat/ratgeberverkehr/sicher-unterwegs/rettungskarte/>
- ADAC „Informationen für Rettungsdienste zu Fahrzeugen mit E-Antrieb/Rettungskarte“
- ADAC „Fachinformationen für Rettungskräfte und Abschleppdienste“
- ADAC „Schneidversuche für die Rettung am BMW I3 mit Carbon-Karosserie“
- N-ERGIE „Alternative Antriebe–Schulungsunterlagen für Feuerwehren“
- BMW „Das BMW I3 Rettungshandbuch“
- Mercedes-Benz Leitfaden für Rettungsdienste Pkw „Fahrzeuge mit alternativen Antrieben“
- Mercedes-Benz "Leitfaden für Rettungsdienste Pkw"



- Mercedes-Benz "Leitfaden für Rettungsdienste Transporter"
- Volkswagen AG „Leitfaden für Rettungsdienste“

Weitere Herstellerleitfäden auf Anfrage beim jeweiligen Hersteller

- AGBF Bund „Wasserstoff und dessen Gefahren“
- ecomed Sicherheit, Fachwissen Feuerwehr „Unfälle mit alternativ angetriebenen Fahrzeugen“
- Dipl.-Sicherheitsingenieur (FH) Timo Frese „Neue Antriebskonzepte für KFZ und die Probleme der Feuerwehr“
- Vortrag von Dr. Rolf Erbe „Elektromobilität – Neue Herausforderung für Feuerwehren?“
- Vortrag von Klaus Krebs, Jörg Heck und Hubert Springer jun. „Alternative Fahrzeugantriebe im Feuerwehreinsatz“
- FwDV 3 „Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz“
- FwDV 500 „Einheiten im ABC-Einsatz“

## Notizen

---



---

## IMPRESSUM

Herausgeber: Staatliche Feuerwehrschnule Würzburg,  
Weißenburgstr. 60, 97082 Würzburg

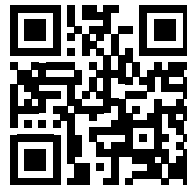
Gestaltung: Staatliche Feuerwehrschnule Würzburg,  
Sachgebiet Lehr- und Lernmittel

Bildnachweise: BMW Group PressClub, Fotolia, Pixabay,  
Audi Mediacenter

Version: 4.0

Druck: Hinckel-Druck GmbH, Wertheim

Auflage: 20.000, 02/2018



**[www.sfs-w.de](http://www.sfs-w.de)**

Kosten abhängig vom  
Netzbetreiber

---