



Thema

Fahrzeugtechnik (alternative Antriebe)

Gliederung

1. Allgemeines
2. Erdgas
3. Flüssiggas
4. Wasserstoff
5. Hybrid-/Elektrofahrzeuge
6. Beispiele
7. Zusammenfassung

Lernziele

Die Teilnehmer sollen nach diesem Ausbildungsabschnitt folgende Kenntnisse besitzen

- Überblick über die momentan in Deutschland vorhandenen alternativen Antriebstechniken
- Verschiedene Erkennungsmerkmale der alternativ angetriebenen Fahrzeuge im Einsatzfall

Lerninhalte

- Erkennungsmerkmale der verschiedenen alternativen Antriebstechniken
- Sicherheitseinrichtungen bei alternativ angetriebenen Fahrzeugen
- Einsatzgrundsätze beim Einsatz mit alternativ angetriebenen Fahrzeugen

Ausbilderunterlagen

- a) Erforderliche Unterlagen, die den Lerninhalt für den Ausbilder darstellen
 - [Merkblatt 7.007 Erdgas](#), Staatliche Feuerweherschule Würzburg
 - [Merkblatt 7.008 Flüssiggas](#), Staatliche Feuerweherschule Würzburg
 - DGUV Rettungs- und Löscharbeiten (BGI/GUV-I 8664)
- b) Ergänzende Unterlagen (bei Bedarf für den Ausbilder zur Vertiefung und als Hintergrundwissen)
 - VDE Unfallhilfe & Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen



Lernhilfen

- a) Hilfsmittel für den Ausbilder
 - [Thema 13 Folien 1 bis 35](#)
- b) Hilfsmittel für den Teilnehmer
 - DGUV Rettungs- und Löscharbeiten (BGI/GUV-I 8664)

Vorbereitung

- Evtl. Fahrzeuge mit alternativen Antrieben zur Veranschaulichung in der Praxis

Anmerkungen

- Der Unterricht soll nur einen Überblick über die momentan vorhandenen alternativen Antriebstechniken geben. Ein zu tiefer Einstieg in das Thema ist im Basismodul nicht zielführend und führt lediglich zur Verwirrung der Teilnehmer. Das Erkennen alternativ angetriebener Fahrzeuge an bestimmten Merkmalen ist für das Erste ausreichend.

Sicherheitsmaßnahmen

- Keine



Lerninhalt/Lernschritte

Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)

Thema

Fahrzeugtechnik (alternative Antriebe)

1. Allgemeines

Dieser Unterricht bezieht sich auf Serienfahrzeuge sowie Nachrüstlösungen (LPG)

Gefahren die generell an verunfallten/brennenden Fahrzeugen bestehen sind ebenfalls zu beachten und werden nicht extra genannt.

- Was bedeutet alternativer Antrieb?
 - Was bedeutet „alternative Antriebe“ eigentlich? Mobilität mit geringer oder keiner Abhängigkeit von Erdöl

[Thema 13 Folie 1](#)

- Statistik

[Thema 13 Folie 2](#)

Zugelassene Fahrzeuge in Deutschland (Stand 01/2015 laut KBA)

- Benzin (z. Zt. 29.837.614)
- Diesel (z. Zt. 13.861.404)
- LPG (z. Zt. 494.148)
- CNG (z. Zt. 81.423)
- Hybrid (z. Zt. 107.754)
- Elektro (z. Zt. 18.948)
- Sonstige (z. Zt. 1.833)

2. Erdgas

[Thema 13 Folie 3](#)

Erdgas wird auch als CNG (Compressed Natural Gas) bezeichnet. Das Erdgas besteht zu 86 % aus Methan und zu 6,7 % aus Ethan, Propan und Butan sowie 6,5 % inerten Gasen, außerdem ist es leichter als Luft (Dichteverhältnis Erdgas/Luft ca. 0,6). Der Explosionsbereich liegt zwischen 4 Vol.-% und 17 Vol.-%.

Dem Ausbilder bleibt selbst überlassen, welche Folien in diesem Unterrichtsabschnitt von seiner Seite aus verwendet werden.

Im Ursprungszustand ist Erdgas farblos und geruchslos, für den weiteren Vertrieb wird das Erdgas odoriert (Beimischung eines Geruchstoffes).

Als Hilfestellung bieten wir vier Folien für den Abschnitt Erdgas an.

Gespeichert wird das Erdgas in Druckbehältern aus Edelstahl oder Kunststoff-Verbundwerkstoffen mit einem Druck von bis zu 250 bar.



Lerninhalt/Lernschritte

Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)

Die Druckgasbehälter werden am Unterboden verbaut und müssen alle mit Sicherheitsventilen ausgerüstet sein. Alle Druckleitungen sind in Edelstahl ausgeführt. Erdgas ist bei konventionellen Fahrzeugen (Benzin/Diesel) nicht nachrüstbar, weil die bestehenden Motoren nicht geeignet sind.

- Erkennungsmerkmal
 - Fahrzeugbeschriftungen („Clever Sparen, Erdgas fahren“, ECO Fuel, CNG, ...)
 - Zusätzlicher Tankeinfüllstutzen (Tankklappe, evtl. Stoßfänger)
 - Zusätzliche Tankfüllstandsanzeige
 - Bedieneinrichtung zum Umschalten von CNG auf Benzin

- Sicherheitseinrichtungen
 - Elektromagnetisches Behälterabsperrentil am Druckgasbehälter: Durch Einschalten der Zündung, öffnet das Ventil und das Erdgas strömt zum Motor. Wird die Zündung wieder ausgeschaltet oder das Airbag-Steuergerät erkennt einen Unfall, schließt das Ventil automatisch durch Abklemmen der Batterie schließt es ebenfalls.
 - Manuelles Absperrventil (Kugelhahn) am Druckgasbehälter:
Das Absperrventil sitzt direkt am Druckgasbehälter und kann manuell mit einem Ring-/Gabelschlüssel geschlossen werden.
Für den Feuerwehreinsatz oft ungeeignet, weil der Zugang sehr schwer ist. Besonders zu beachten ist:
Die manuelle Tankabspernung verschließt nicht den Kanal zur Thermo-sicherung somit ist ein Bersten des Druckgasbehälters durch Hitzeinwirkung trotz geschlossenem Ventil nicht möglich.

Thema 13 Folie 4

Thema 13 Folie 5

Erarbeiten der einzelnen Punkte mit den Teilnehmern



Lerninhalt/Lernschritte	Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)
<ul style="list-style-type: none">• Thermosicherung (Schmelzsicherung) am Druckgasbehälter: Bei Befuerung des Druckgasbehälters, schmilzt die Thermosicherung bei ca. 110 °C und das Erdgas tritt kontrolliert aus (i.d.R. so das keine Personen gefährdet werden). Im Gegensatz zum Flüssiggasfahrzeug werden hier die Druckbehälter komplett entleert.• Durchflussmengenbegrenzer- Einsatzgrundsätze<ul style="list-style-type: none">• Bei frühzeitigem Erkennen GAMS-Regel anwenden• Für die Erkundung AUTO-Regel als Gedankenstütze anwenden• Motor/Zündung abschalten (elektromagnetisches Ventil schließt)• Abklemmen der Batterie prüfen ob notwendig, wegen der Gefahr eines Funkens• Brandschutz sicherstellen• Auf Gasgeruch und entsprechende Gaskonzentration achten (CNG ist leichter als Luft, Messungen an der Decke durchführen)• Zündquellen fernhalten (Funkgeräte, Handy, ...)• Fahrzeuginnenraum belüften. Achtung: Beim Öffnen der Türe geht das Licht an.• Brennende Gasflamme nicht löschen um die Ausbreitung/Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern	<p>Thema 13 Folie 6</p> <p>AUTO-Regel am Flipchart o.ä. erklären und stehen lassen/Erklärung AUTO-Regel in der DGUV Broschüre GUV-I 8664)</p>



Lerninhalt/Lernschritte

Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)

3. Flüssiggas

Flüssiggas wird auch als Autogas oder LPG (Liquefied Petroleum Gas) bezeichnet. Eine Nachrüstung von LPG ist bei verschiedenen Ottomotoren möglich, wodurch keine verlässlichen Merkmale oder Rettungskarten zu Verfügung stehen. 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 Erdgas/Luft ca. 0,6), 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 odorisiert. Gespeichert wird das Flüssiggas in Tanks die unter dem Fahrzeug aber auch z. B. in der Reserveradmulde verbaut sein können. Durch die Nachrüstlösung ist das nicht genau festlegbar.

- Erkennungsmerkmal
 - Fahrzeugbeschriftungen (Autogas, LPG, BiFuel, ...)
 - Zusätzlicher Tankeinfüllstutzen (z. B. am Stoßfänger oder in der Tankklappe, ...)
 - Zusätzliche Tankfüllstandsanzeige
 - Bedieneinrichtung zum Umschalten von LPG auf Benzin
- Sicherheitseinrichtungen
 - Elektromagnetisches Behälterabsperrenteil am Druckgasbehälter: Durch Einschalten der Zündung, öffnet das Ventil und das Flüssiggas strömt zum Motor. Wird die Zündung wieder ausgeschaltet oder das Airbag-Steuergerät erkennt einen Unfall, schließt das Ventil automatisch durch Abklemmen der Batterie schließt es ebenfalls.

Thema 13 Folie 7

Als Hilfestellung bieten wir vier Folien für den Abschnitt Flüssiggas an.

Thema 13 Folie 8

Thema 13 Folie 9



Lerninhalt/Lernschritte

Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)

- 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. (**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.

- Einsatzgrundsätze
 - Bei frühzeitigem Erkennen GAMS-Regel anwenden
 - Für die Erkundung AUTO-Regel als Gedankenstütze anwenden
 - Motor/Zündung abschalten (elektromagnetisches Ventil schließt)
 - Abklemmen der Batterie prüfen, ob notwendig, wegen der Gefahr eines Funkens
 - Brandschutz sicherstellen
 - Auf Gasgeruch und entsprechende Gaskonzentration achten, LPG ist schwerer als Luft, Messungen in Senken und Schächten durchführen (Straßengraben, Kanal, Kellerräume, ...)
 - Zündquellen fernhalten (Funkgeräte, Handy, ...)
 - Fahrzeuginnenraum belüften.
Achtung: Beim Öffnen der Türe geht das Licht an.
 - Brennende Gasflamme nicht löschen um die Ausbreitung/Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern

Thema 13 Folie 10

-> Verweis auf zuvor erstelltes Flipchart



Lerninhalt/Lernschritte

Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)

4. Wasserstoff

Wasserstoff oder auch H_2 wird sowohl als LH_2 (Liquid) als auch als GH_2 (Gas) angeboten. Der Wasserstoff ist ein farbloses und geruchsloses Gas, das weder reizend noch giftig ist. Es soll jedoch in jedem Fall bei einem Stoffaustritt mindestens Umluft unabhängiger Atemschutz getragen werden. Kommt es zu einer Entzündung von Wasserstoff ist die Flamme kaum sichtbar und hat eine Verbrennungstemperatur von ca. 2318 °C.

Wasserstoff geht ab -253 °C vom flüssigen in den gasförmigen Zustand über und ist 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 möglich.

Die Messung einer explosionsfähigen Atmosphäre ist mit den bei der Feuerwehr üblichen Messgeräten möglich, da diese aber meist auf Nonan oder Heptan geeicht sind wird eine Zündfähigkeit ca. fünf mal schneller als real angezeigt. Beispiel: Das Messgerät der Feuerwehr zeigt 100 % UEG an, entspricht das in Wirklichkeit aber einem tatsächlichen Wert von etwa 20 % UEG. **Achtung:** Nur bei Wasserstoff den Faktor 5 berücksichtigen!

Gespeichert wird Wasserstoff in Druckbehältern aus Verbundwerkstoffen bei einem Druck von ca. 16 bar tiefkalt verflüssigt (LH_2) bzw. bis zu 700 bar tiefkalt gasförmig (GH_2). Die Tanks befinden sich zum Teil im Kofferraum oder unter dem Fahrzeug.

- Erkennungsmerkmale
 - Fahrzeugbeschriftungen (Hydrogen, H_2 , FuelCell, ...)
 - Zusätzliche Tankklappe
 - Zusätzliche Tankfüllstandsanzeige
 - Durchsichtige Türverriegelungspins, bei Gasaustritt rot blinkend

Thema 13 Folie 11

Als Hilfestellung bieten wir vier Folien für den Abschnitt Wasserstoff an.

Thema 13 Folie 12



Lerninhalt/Lernschritte	Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)
<ul style="list-style-type: none">- Sicherheitseinrichtungen<ul style="list-style-type: none">• Wasserstoffsensoren, wird eine H_2-Konzentration erkannt blinken die durchsichtigen Türpins rot.• Elektromagnetisches Behälterabsperrentventil am Druckgasbehälter: Durch Einschalten der Zündung, öffnet das Ventil und das Wasserstoff strömt zum Motor. Wird die Zündung wieder ausgeschaltet oder das Airbag-Steuergerät erkennt einen Unfall, schließt das Ventil automatisch durch Abklemmen der Batterie schließt es ebenfalls.• Überdrucksicherung am Tank: Sie verhindert ein Bersten des H_2-Tanks durch großen Druckanstieg, z. B. als Folge eines Brandes. Die Überdrucksicherung ist so verbaut, dass ein Ablasen des Autogases 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.• Notfallnummer, z. B. Werkfeuerwehr BMW München 089 382-112 (Hilfe nach demselben Prinzip wie TUIS)	<p>Thema 13 Folie 13</p>
<ul style="list-style-type: none">- Einsatzgrundsätze<ul style="list-style-type: none">• Bei frühzeitigem Erkennen GAMS-Regel anwenden• Für die Erkundung AUTO-Regel als Gedankenstütze anwenden• Motor/Zündung abschalten• Abklemmen der Batterie prüfen, ob notwendig, wegen der Gefahr eines Funkens• Brandschutz sicherstellen• Auf Gasgeruch und entsprechende Gaskonzentration achten, Wasserstoff ist leichter als Luft, Messungen an Decken	<p>Thema 13 Folie 14</p> <p>-> Verweis auf zuvor erstelltes Flipchart</p>



Lerninhalt/Lernschritte

Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)

- durchführen (Garagen, Tunnel, ...)
- Zündquellen fernhalten (Funkgeräte, Handy, ...)
- Fahrzeuginnenraum belüften.
Achtung: beim Öffnen der Türe geht das Licht an.
- Brennende Gasflamme nicht löschen, um die Ausbreitung/Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern

5. Hybrid-/Elektrofahrzeuge

Thema 13 Folien 15 und 19

Hybrid- und Elektrofahrzeuge gibt es schon seit vielen Jahren, doch durch den Anstieg der Preise von fossilen Brennstoffen haben Sie an Bedeutung auf unseren Straßen gewonnen. Bisher kannte man sie nur von Golfplätzen oder als kleine Roller, 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 solchen 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 sicher zu sein, wo die Batterie tatsächlich ist, sollte eine Rettungskarte verwendet werden. Die Energiespeicher sind derzeit aus Ni-MH (Nickel-Metallhydrid) oder Li-Ion (Lithium-Ion) und einem Gel-Elektrolyt gefüllt.



Lerninhalt/Lernschritte

Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)

Die Hybridfahrzeuge teilen sich auch nochmal in verschiedene Typen auf:

- PlugIn-Hybrid, eine Aufladung durch die Steckdose kann erfolgen und rein elektrisches Fahren ist möglich
- Voll-Hybrid, das Fahrzeug lädt die Batterie durch den Motor, ist die Batterie geladen, schaltet der Motor ab und eine rein elektrische Fortbewegung ist möglich
- 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

- Zusätzliche Tankklappe für Fremdeinspeisung
- Herstellerbezeichnung (Hybrid Synergy Drive, e-tron, z.e., ED, ...)
- Kennzeichen mit "E" am Ende (nicht in allen Kommunen)
- Hellblaue oder grüne Applikationen, Scheinwerferelemente, ...
- Ladeanzeige (Füllstandsanzeige) der Batterie
- Orangefarbene Kabel
- Besondere Bauform
- E-Kennzeichen möglich (LRA's können selbst entscheiden, ob sie es zulassen, mind. 50 km elektrische Reichweite erforderlich)

– Sicherheitseinrichtungen

- Galvanische Trennung (keine direkte Verbindung zwischen HV-Komponenten und der Karosserie)
- Berührungsschutz (Alle HV-Komponenten sind berührsicher ausgeführt)
- Orangefarbene Isolation der HV-Leitungen mit zusätzlichen Abdeckungen

Thema 13 Folien 16 und 20

Thema 13 Folien 17 und 21



Lerninhalt/Lernschritte	Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)
<ul style="list-style-type: none">• Warnkennzeichnungen (Aufkleber, ...)• Kurzschlusserkennung• Entladung von Restspannung (bei Airbag-Auslösung wird das HV-System deaktiviert und die Restspannung abgebaut)• Ausschalten der Zündung sorgt für eine Deaktivierung des HV-Systems• Konventionelles Abklemmen der 12V Batterie sorgt für eine Deaktivierung des HV-Systems• Isolationsüberwachung (wird eine HV-Komponente beschädigt, wird das HV-System deaktiviert)• HV-Trennstellen-Stecker nutzen (Rettungskarte zum Aufsuchen verwenden)• Sicherung für HV-Deaktivierung ziehen (Rettungskarte zum Aufsuchen verwenden) <p>– Einsatzgrundsätze</p> <ul style="list-style-type: none">• Für die Erkundung AUTO-Regel als Gedankenstütze anwenden Kontrolle der Fahrbereitschaft des Fahrzeugs (Ready, GO,..) im Kombiinstrument• Keine HV-Komponente beschädigen, öffnen oder beschädigte Bauteile berühren• Im Falle eines Brandes der Energiespeicher unter Beachtung der Abstände nach VDE eine Brandbekämpfung mit ausreichend Wasser durchführen.• Sicherheitseinrichtungen aktivieren (es kann bis zu 10 Min. Restspannung anliegen, bei Auslösung des Airbags ist die Hilfsfrist i.d.R ausreichend um die Spannung abzubauen)• Servicestecker NICHT ziehen (Gefahr eines Lichtbogens, nur durch unterwiesenes Personal durchzuführen)	<p>Thema 13 Folien 18 und 22</p>



Lerninhalt/Lernschritte

Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)

6. Beispiele

- Renault Zoe, elektro Fahrzeug, blaue Scheinwerferelemente, blaues Firmenlogo, dahinter Ladesteckdose
- Toyota Auris, Hybrid Synergy Drive
- Smart for One, electric Drive (etwa so groß wie ein Zeigefinger)
- Smart for One, Ladesteckdose anstatt Tankeinfüllstutzen
- Audi A3 g-tron, Gastankstutzen im Tankdeckel integriert
- Renault Kangoo, elektro Fahrzeug mit 6 L Dieseltank für die Standheizung
- Renault Kangoo, elektro Fahrzeug mit elektrischer Standheizung
- Audi A3 g-tron, Kombiinstrument mit zwei Tankfüllstandsanzeigen und Typenbezeichnung
- Toyota Auris, Kombiinstrument mit "Drehzahlmesser" für elektrische Fahrweise
- Renault Zoe, Kombiinstrumente zum Vergleichen zwischen Fahrzeug fahrbereit und nicht fahrbereit
- E-Kennzeichen bei Fahrzeugen mit Hybrid- oder Elektroantrieb und mind. 50 km rein elektrischer Reichweite
- Gesunden Menschenverstand einsetzen

7. Zusammenfassung/Fazit

Alternative Antriebssysteme sind auf dem Vormarsch, diese haben viele Sicherheits-einrichtungen die uns das Leben im Einsatz erleichtern. Dennoch wird es sich, wie bei allen Feuerwehreinsätzen, immer um eine Ausnahmesituation handeln und eine 100%ige Sicherheit nicht geben können. Dieser Unterricht sollte einen Einblick in das Thema geben und eine gewisse Übersicht vermitteln, eine weitere Auseinandersetzung mit dieser Thematik ist unerlässlich, um bei bevorstehenden Einsätzen gerüstet zu sein.

Thema 13 Folien 23 bis 35