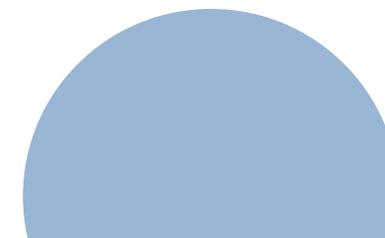
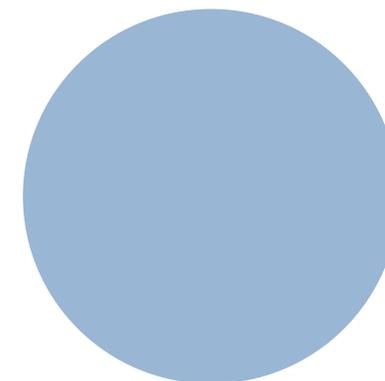
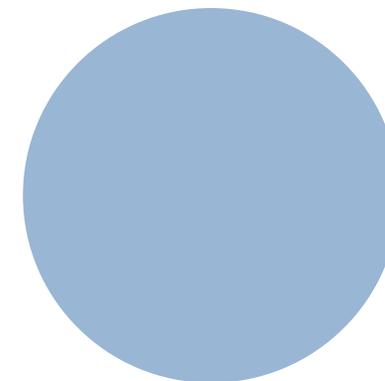


# Alternative Antriebe

## Gasantriebe

Fachveranstaltung Fahrzeuginstandhaltung  
S. Träger, 23.05.2024,



# Instandhaltung von Gasfahrzeugen

- Aktuelle Antriebsgase in Fahrzeugen
- rechtliche Grundlagen zur Instandhaltung von Gasfahrzeugen
- Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantrieb
- Gefährdungen und Schutzmaßnahmen
- Brand- und Explosionsschutz
  - Arbeiten ohne Gasaustritt
  - Arbeiten mit kontrolliertem Austritt geringer Gasmengen
  - Arbeiten an Fahrzeugen mit sporadischem Gasaustritt
  - Arbeiten an Fahrzeugen mit unkontrolliertem Gasaustritt
  - Entspannen/Entleeren von Gasbehältern
  - Abstellen/Lagern von Gasbehältern
- organisatorische Schutzmaßnahmen

## Aktuelle Antriebsgase in Fahrzeugen

Gasart	Tankdruck normal [bar]	Explosionsgrenze [Vol %]		Selbstentzündungs-temperatur [°C]	Geruchlos		Odoriert		Speicherzustand		Normdichte [kg/m <sup>3</sup> ] (0 °C/1013 mbar)	Normdichte/ Flüssigphase [kg/m <sup>3</sup> ] (0 °C/1013 mbar)
		Untere	Obere		Ja	Nein	Ja	Nein	flüssig	gasförmig		
LPG	5 – 8	1,5	15	ca. 515 °C	X		X		X		2,25	585
CNG	200 - 250	4,1	16,5	ca. 520 °C	X		X			X	0,83	470
LNG	1 – 10	4,1	16,5	ca. 520 °C	X		X		X		0,83	470
LH <sub>2</sub>	1 – 12	4,0	77	ca. 560 °C	X			X	X		0,0899	71
CH <sub>2</sub>	350									X		
CGH <sub>2</sub>	700									X		

LPG - Liquefied Petroleum Gas

CNG - Compressed Natural Gas

LNG - Liquefied Natural Gas

CGH<sub>2</sub> - Compressed Gaseous Hydrogen

LH<sub>2</sub> - Liquefied Hydrogen

CH<sub>2</sub> - Cryo-compressed Hydrogen

Flüssiggas, Autogas, Propan-Butan-Gemisch

komprimiertes Erdgas oder Biogas

verflüssigtes Erdgas, tiefkalte Speicherung (-162 °C)

komprimierter Wasserstoff (350 oder 700 bar)

Flüssigwasserstoff, tiefkalte Speicherung (-253 °C)

komprimierter Flüssigwasserstoff

# rechtliche Grundlagen zur Instandhaltung von Gasfahrzeugen

## staatliches Regelwerk

### § 41a StVZO

- Abs. 5 GSP (Gassystemeinbauprüfung) bei Nachrüstung
- Abs. 6 GAP (Gasanlagenprüfung) nach jeder Reparatur der Gasanlage
- Abs. 7 Anerkennung von Kfz-Werkstätten für Durchführung GSP bzw. GAP und Schulung der verantwortlichen Personen und Fachkräfte (Anforderungen siehe Anlage XVIIa der StVZO)



Richtlinie 156 vom 08.07.2021 (VkBI):

Für Kraftfahrzeuge, deren Antrieb mittelbar oder unmittelbar mit Wasserstoff erfolgt, ersetzt die Durchführung der Hauptuntersuchung (§ 29 StVZO) vorübergehend die Durchführung der GAP.

# rechtliche Grundlagen zur Instandhaltung von Gasfahrzeugen

## Regelwerk der DGUV



### DGUV Regel 109-009

Pkt. 7.4	Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantrieb
Pkt. 7.5	Prüfung von Fahrzeugen mit Gasantrieben
Pkt. 10.2	Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantriebssystemen
Pkt. 7.9	Abstellen und Lagern von Gastanks
Pkt. 10.5	Fachkunde
Pkt. 13.8	Bereiche zum Entspannen / Entleeren von Gassystemen

Fachbereich AKTUELL FBHM-099 Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantrieb

# Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantrieb

## Fachbereich AKTUELL FBHM-099

3S	• Nachrüstung von Gassystemen
2S	• Arbeiten an Gassystemen
1S	• Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantrieb (außer Gassystem)
S	• Bedienen von Fahrzeugen mit Gasantrieb

Fachkundeschulung

Fachkundeschulung

Unterweisung

Einweisung

# Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantrieb

## Fachbereich AKTUELL FBHM-099

Stufe S: Einweisung in fahrzeugspezifische Eigenschaften und bestimmungsgemäßen Gebrauch, incl. dem Bedienen gleichzusetzende Tätigkeiten

Stufe 1S: Unterweisung zu Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantrieb, die nicht das Gassystem betreffen (min. 0,5 – 2 UE)  
schriftlich zu dokumentieren

# Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantrieb

## Fachbereich AKTUELL FBHM-099

Stufe 2S: Fachkundes Schulung für Arbeiten an Gasantriebssystemen in Fahrzeugen (min 8 UE), mit Prüfung in Theorie und Praxis sowie Zertifikat (Angabe Schulungsumfang und Gasarten) auch in Form GAP-Schulung nach § 41a StVZO Anlage XVIIa

Stufe 3S: Fachkundes Schulung zum Nachrüsten von Gasantriebssystemen in Fahrzeugen (min 24 UE), mit Prüfung in Theorie und Praxis sowie Zertifikat (Angabe Schulungsumfang und Gasarten) auch in Form GSP-Schulung nach § 41a StVZO Anlage XVIIa

# Gefährdungen und Schutzmaßnahmen

## Brand- und Explosionsgefahr

Vermeidung Gasaustritt, Verhinderung Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (geA)  
z. B. durch ausreichenden Luftwechsel oder Ableitung von austretendem Gas  
siehe DGUV Regel 109-009 Pkt. 7.4, Eigenschaften des Gases beachten!



## Austretende Druckgase, Erfrierungen durch Kontakt mit kalten / tiefkalten Medien

geeignete Schutzhandschuhe, Korbschutzbrille, ...  
siehe DGUV Regel 109-009 Pkt. 7.4.6



## Ohnmacht oder Ersticken durch Einatmen von Gasen

Vermeidung Gausaustritt, ausreichender Luftwechsel  
i. d. R. bereits durch Maßnahmen zum Brand- und Explosionsschutz gegeben

# Brand- und Explosionsschutz

## Arbeiten ohne Gasaustritt

- Arbeits- und Abstellbereich im Freien einrichten
- vor Einfahrt in Werkstatt prüfen, ob mit Gasaustritt gerechnet werden muss  
ggf. Dichtheitsprüfung
- Gasaustritt im Zuge der Fahrzeuginstandhaltung ist zu vermeiden
- keine Reparaturen am Gassystem (nur wenn restlos entleert)
- Gasbehälter können keine Temperaturen über 60 °C annehmen  
(Herstellervorgaben beachten)

(DGUV Regel 109-009 Pkt. 7.4)

## Brand- und Explosionsschutz

### Arbeiten mit kontrolliertem Austritt geringer Gasmengen

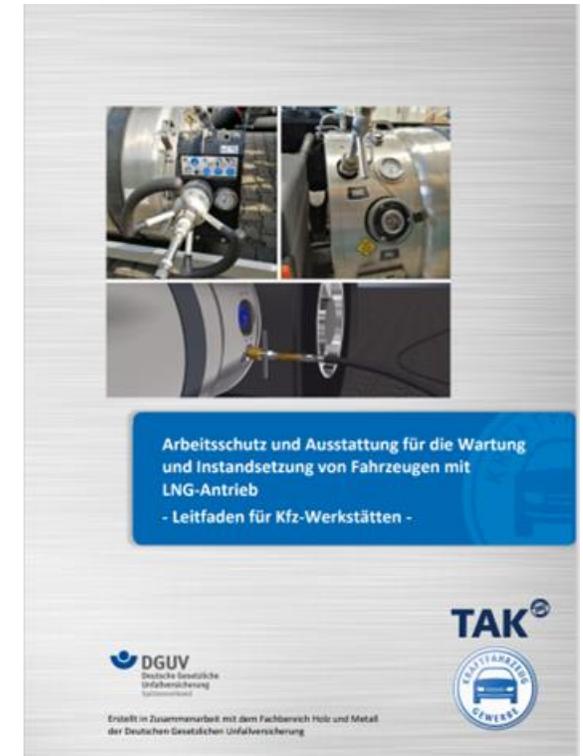
- vor Öffnen des Gassystems Anlage entleeren  
(z. B. Entnahmeventile schließen und Motor laufen lassen bis dieser stehen bleibt)
- Beim Öffnen des Gassystems können Restmengen austreten
- 3-fachen Luftwechsel gewährleisten  
(Gasfahrzeugarbeitsbereich für festgelegte Tätigkeiten)
- Vor Beginn der Arbeiten feststellen, ob größere freiwerdende Gasmengen  
(z. B. bei Nutzfahrzeugen) zu erwarten sind (Herstellerangaben beachten), ggf. höhere Luftwechselrate sicherstellen oder Abstell- und Arbeitsbereich im Freien nutzen
- ausreichende Zuluft sicherstellen
- wirksame Zündquellen vermeiden



# Brand- und Explosionsschutz

## Arbeiten an Fahrzeugen mit sporadischem Gasaustritt

- z. B. bei Fahrzeugen mit tiefkalter (kryogener) Gasspeicherung, wie LNG oder CH<sub>2</sub>
- sicheres Boil-Off-Management gewährleisten
- Abblasvorrichtung über Dach (siehe Praxisratgeber LNG)
- oder andere sichere Lösung (Herstellervorgaben beachten)



## Brand- und Explosionsschutz

### Arbeiten an Fahrzeugen mit unkontrolliertem Gasaustritt

- Fahrzeug auf Abstell- und Arbeitsbereich im Freien belassen
- Tankentnahmeventile schließen (wenn möglich)
- Anlage entleeren (lassen)
- Annäherung mit Gaswarngerät
- Lecksuche nur so, dass ausströmendes Gas nicht entzündet wird



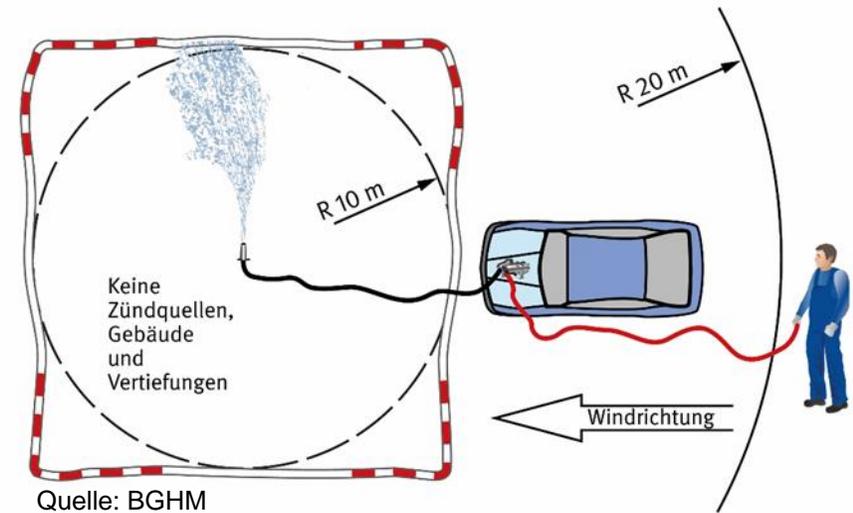
# Brand- und Explosionsschutz

## Entspannen / Entleeren von Gasbehältern

Sicherheitsbereich nach Pkt. 13.08 DGUV Regel 109-009 einrichten  
(siehe auch Praxisratgeber Tankentleerung)

geeignete Einrichtungen zum Abbrennen oder Abblasen verwenden (Herstellervorgaben beachten)

ggf. Rücktanksysteme verwenden



## Brand- und Explosionsschutz

### Abstellen / Lagern von Gasbehältern

Ausgebauete und nicht inertisierte Gastanks dürfen nur in dafür geeigneten Bereichen abgestellt / gelagert werden und müssen deutlich gekennzeichnet sein.

*Ein geeigneter Lager- / Abstellbereich ist:*

*Im Freien, gut belüftet, zum Beispiel mit engem Maschengeflecht vor unbefugtem Zugriff gesichert und als Lagerplatz für Gasbehälter gekennzeichnet.*

...

Pkt. 7.9 DGUV Regel 109-009

## organisatorische Schutzmaßnahmen

- Anerkennung der Kfz-Werkstatt für die Durchführung von Gassystemeinbauprüfungen (GSP) oder Gasanlagenprüfungen (GAP) falls erforderlich gemäß § 41 der StVZO
- Qualifizierung der verantwortlichen Personen und Fachkräfte
- Bereitstellung von persönlicher Schutzausrüstung
- Gefährdungsbeurteilung für das Arbeiten an Gasfahrzeugen
- Explosionsschutzdokument für Gefährdungen durch gefährliche explosionsfähige Gemische
- Betriebsanweisungen für die verschiedenen Arbeitsbereiche, Tätigkeiten und Gefahrstoffe
- Unterweisung (z.B. anhand von Betriebsanweisungen)
- Beachtung von Arbeitsanweisungen der Hersteller

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**