

Feuerwehreinsatz an LKW und Bussen

Kursbuch



Inhaltsverzeichnis

1.....	Vorwort	4
2. Fahrzeugtechnik LKW.....		5
2.1. Fahrzeugdimensionen.....		5
2.2. Fahrzeugkonstruktion.....		5
2.3. Fahrerhaus.....		8
2.4. Kraftstoff und Motorisierung.....		10
2.5 Innenraum des Fahrerhauses.....		12
2.6. Elektrisches System.....		14
2.7. Rückhaltesysteme.....		16
3. Fahrzeugtechnik Bus.....		18
3.1. Fahrzeugkonstruktion.....		18
3.2. Kraftstoff und Motorisierung.....		20
3.3. Fahrzeuginnenraum.....		21
3.4. Elektrisches System.....		23
3.5. Rückhaltesystem.....		24
4. Alternative Antriebe bei LKW und Bussen.....		25
4.1. Erdgasantrieb (CNG und LNG).....		25
4.2. Hybridantrieb.....		29
5. Wissen was drin ist.....		33
5.1. LKW.....		33
5.2. LKW mit Erdgasantrieb (CNG).....		34
5.2. LKW mit Erdgasantrieb (LNG).....		35
5.3. Bus mit Erdgasantrieb (CNG).....		36
5.4. Reisebus.....		37

Copyright:

Moditech Rescue Solutions B.V.
Koningspade 16-B
1718 MN Hoogwoud
Niederlande

Kontakt:
training@moditech.com

1. Vorwort

Unfälle mit LKW und Bussen sind im Gegensatz zu Unfällen mit PKW eher seltene Ereignisse. Dementsprechend können viele Einsatzkräfte nicht auf einen umfangreichen Erfahrungsschatz im Umgang mit diesen Fahrzeugen zurückgreifen. Hinzu kommt, dass Einsätze mit LKW und Bussen häufig schon aufgrund der Größe der Einsatzstelle und der Anzahl betroffener Personen insbesondere eine organisatorische Herausforderung sind (z.B. durch umfangreiche Sicherungsmaßnahmen oder durch einen Massenansturm an Verletzten), so dass fahrzeugspezifische Gefahren oder Probleme ggf. schnell in den Hintergrund rücken.

Ziel dieses Kursbuches ist deshalb, den Trainer mit dem notwendigen Hintergrundwissen zu den rettungsrelevanten Komponenten von LKW und Bussen zu versorgen. Dabei steht auch im Fokus, dass man aufgrund der Vielzahl der Fahrzeuge nicht alle Details zu einem Fahrzeug im Kopf haben kann. Deshalb spielt auch die Nutzung der Fahrzeuginformationen zu LKW und Bussen, wie sie im Crash Recovery System verfügbar sind, eine wichtige Rolle und wird ausführlich erklärt. Hierdurch sollen die Einsatzkräfte in die Lage versetzt werden Sicherungs-, Stabilisierungs- und Rettungsarbeiten durch Kenntnis der fahrzeugspezifischen Besonderheiten schneller und sicherer zu erledigen.

Hinweis:

Wichtige Einsatzhinweise sind in den folgenden Kapiteln mit Symbolen markiert:



Hinweise zu Elektro-, Hybrid- und Brennstoffzellenfahrzeugen



Hinweise zu Elektro-, Hybrid- und Brennstoffzellenfahrzeugen



Hinweise zu Rückhaltesystemen (Airbags, Gurtstraffer, Überrollbügel)



Hinweise zur Nutzung von Fahrzeuginformationen

2. Fahrzeugtechnik LKW



Hinweis:

Das Crash Recovery System enthält auch eine Datenbank mit Fahrzeuginformationen zu LKW. Dabei sind insbesondere LKW erfasst, die optional über Airbags oder alternative Antriebe verfügen oder LKW, die in großen Stückzahlen verkauft werden.

2.1. Fahrzeugdimensionen

- Aktuell darf die zulässige Gesamtmasse von LKW (in Deutschland) 44 Tonnen betragen. Vereinzelt sind sogar Fahrzeuge mit bis zu 60 Tonnen zu finden.
- Die hohe Masse setzt den Bemühungen der Fahrzeughersteller die passive Sicherheit (Milderung von Unfallfolgen) zu erhöhen schnell Grenzen. Ein vollbeladener 40-Tonner hat bei 80 km/h die gleiche kinetische Energie, wie ein zwei Tonnen schwerer PKW bei 358 km/h.
- Bedingt durch die große Höhe von LKW sind die Insassen häufig schwerer zu erreichen, da sich die Sitze zwei Meter über Fahrbahnniveau befinden können.

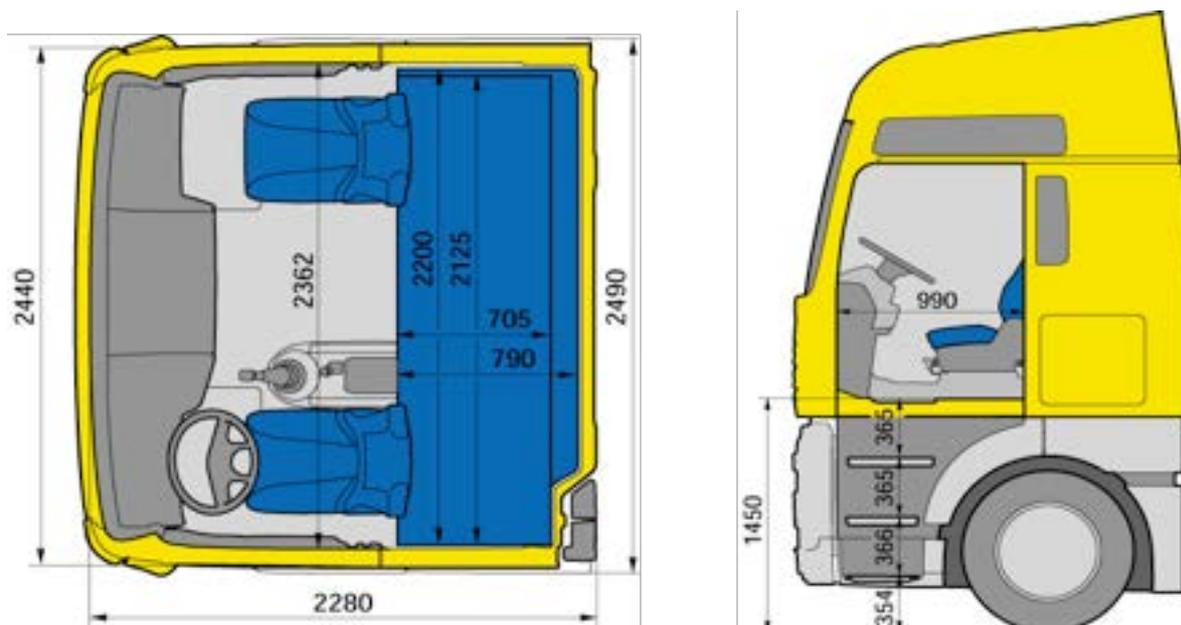


Abbildung 1: Abmessungen eines LKW-Fahrerhauses. Der Fahrerarbeitsplatz befindet sich fast zwei Meter über dem Boden. (Grafik: MAN Nutzfahrzeuge)

Vereiste parameters ontbreken of zijn onjuist. Vereiste parameters ontbreken of zijn onjuist.

- Die Länge der Fahrzeuge (Gespanne aus Motorwagen und Anhänger können bis zu 18,75 Meter lang sein) kann die Wege an der Einsatzstelle erheblich verlängern.
- Unfallbedingt kann auch die Ladung des Fahrzeugs in Bewegung geraten sein.

2.2. Fahrzeugkonstruktion

- Der Fahrgestellrahmen bildet das Tragwerk des Fahrzeugs, an welchem die Achsen, der Motor, das Getriebe, das Fahrerhaus sowie der Aufbau und die meisten sonstigen Aggregate befestigt sind.

- Der Fahrgestellrahmen besteht aus zwei Längsträgern aus Stahl, die durch eine Reihe von Querträgern verbunden sind (Leiterrahmen).
- Anders als bei PKW, bei denen neben den Längsträgern auch viele andere Bauteile Teil der Knautschzone sind, ist bei einem LKW der Fahrgestellrahmen das Element, welches bei einem Unfall die meiste Energie aufnehmen muss.



Abbildung 2: Der Fahrgestellrahmen bildet das Tragwerk des LKW an welchem alle anderen Komponenten wie Achsen, Motor, Fahrerhaus, Tanks etc. angebaut sind. (Grafik: MAN Nutzfahrzeuge)

- Treffen sich zwei LKW mit gleicher Rahmenhöhe kann also viel Energie aufgenommen werden. Problematisch sind aber vor allem Unfälle, bei denen der Fahrgestellrahmen gar nicht oder nur teilweise getroffen wird. Dies ist zum Beispiel der Fall wenn ein niedriger LKW auf einen hohen Sattelaufleger auffährt. Die Unfallenergie muss dann hauptsächlich vom Fahrerhaus aufgenommen werden, was rasch zu hohen Deformationen führt.
- Die vorgeschriebene Höchstlänge von LKW-Gespansen ist auch ein Grund dafür, dass LKW nicht über eine Knautschzone verfügen. Was vorne an Deformationsbereich angebaut wird, geht hinten als Ladefläche verloren.
- Das Fahrgestell verfügt je nach Anwendungszweck des LKW über eine Blatt-, Spiral- oder Luftfederung. Ist eine Luftfederung vorhanden, kann der Fahrgestellrahmen mit Hilfe der



Abbildung 3: Konzeptfahrzeug eines LKW mit Knautschzone. (Grafik: Scania)

Luftfederung abgesenkt oder angehoben werden. Dies kann z.B. hilfreich sein, wenn ein PKW oder eine Person unter den LKW geraten ist.

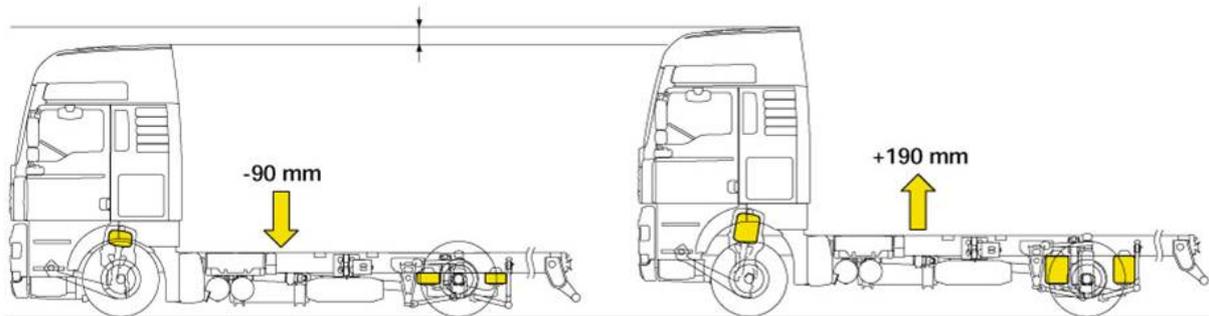
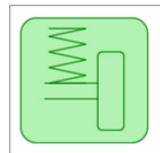


Abbildung 4: Verfügt das Fahrgestell über eine Luftfederung kann es hiermit abgesenkt und angehoben werden. (Grafik: MAN Nutzfahrzeuge)



Hinweis:

Das Crash Recovery System gibt auch Hinweise, wie die Fahrgestellfederung des Motorwagens betätigt werden kann.



Fahrgestellfederung

- LKW mit mehr als zwei Achsen verfügen ggf. über eine Liftachse, die nicht dauernd auf der Fahrbahn mitläuft, sondern bei geringer Belastung des Fahrzeuges angehoben werden kann.

Merke:

Angehobene Liftachsen können sich ggf. beim Abschalten der Zündung oder beim Abklemmen der Batterie automatisch absenken! Vorsicht, wenn Personen unter dem Fahrzeug eingeklemmt sind.



Abbildung 5: Angehobene Liftachse. (Foto: Volvo Trucks)

2.3. Fahrerhaus

- Das Fahrerhaus ist in einer selbsttragenden Konstruktion ausgeführt. Es bildet einen Sicherheitskäfig um die Fahrzeuginsassen. Dieser Käfig kann ein gewisses Maß an Unfallenergie aufnehmen.



Abbildung 6: Konstruktion eines LKW-Fahrerhauses. (Grafik: Scania)

- Das Fahrerhaus ist an den Verwendungszweck des Fahrzeugs angepasst. Im Nah- und Verteilerverkehr sind kurze Fahrerhäuser ohne Liegemöglichkeit üblich. Im Fernverkehr dominieren lange und ggf. hohe Fahrerhäuser mit einer oder zwei Schlafmöglichkeiten.

Vereiste parameters ontbreken of zijn onjuist. Vereiste parameters ontbreken of zijn onjuist.

- Ultrahochfeste Stähle, wie sie seit einiger Zeit in der PKW Konstruktion verwendet werden, finden sich zwar auch bei LKW, aber nicht im gleichen Ausmaß.

- Einzelne Bauteile eines LKW, z.B. eine abgetrennte Fahrertür, haben ein deutlich höheres Gewicht als vergleichbare PKW-Komponenten und sollten deshalb entsprechend gesichert werden.
- Das Fahrerhaus ist meist an vier Punkten mit dem Fahrgestellrahmen verbunden, welche zusätzlich über eine Federung (meist Luft- oder Spiralfederung) verfügen. Es gibt unzählige Beispiele dafür, dass diese Lagerungen der hohen Unfallenergie nicht immer standhalten können, was zu Verschiebungen des Fahrerhauses auf dem Fahrgestellrahmen oder gar zum Abreißen führen kann. Deshalb ist bei vielen Unfällen eine Sicherung des Fahrerhauses auf dem Fahrgestellrahmen erforderlich.



Abbildung 8: Fahrerhauslagerung bei einem LKW. Das Fahrerhaus ist an vier Punkten auf dem Fahrgestellrahmen gelagert. In diesem Fall sorgt eine Luftfederung für den notwendigen Komfort. (Grafik: MAN Nutzfahrzeuge)

**Hinweis:**

Die Art der Fahrerhausfederung kann im CRS in Erfahrung gebracht werden.



Fahrerhausfederung

2.4. Kraftstoff und Motorisierung

- LKW verfügen im Regelfall über Dieselmotoren. Der Motor ist im Regelfall unter dem Fahrerhaus angeordnet. Alternative Antriebe kommen seltener zum Einsatz (vgl. Kapitel 4).

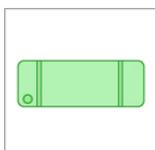


Abbildung 9: Fernverkehrs-LKW. Der Dieselmotor ist unter dem Fahrerhaus im Fahrgestellrahmen montiert. Das Fahrerhaus kann deshalb für Wartungszwecke nach vorne gekippt werden. (Grafik: MAN Nutzfahrzeuge)

- Um hohe Reichweiten zu erreichen, kann das Tankvolumen eines LKW bis zu 1500 Litern betragen.

**Hinweis:**

Die Einbaulage des Kraftstofftanks kann abhängig vom Tankvolumen variieren. Der Kraftstofftank befindet sich in der Regel seitlich am Fahrgestellrahmen. Der gängige Einbauort des Kraftstofftanks ist im CRS Diagramm angegeben.



Kraftstofftank

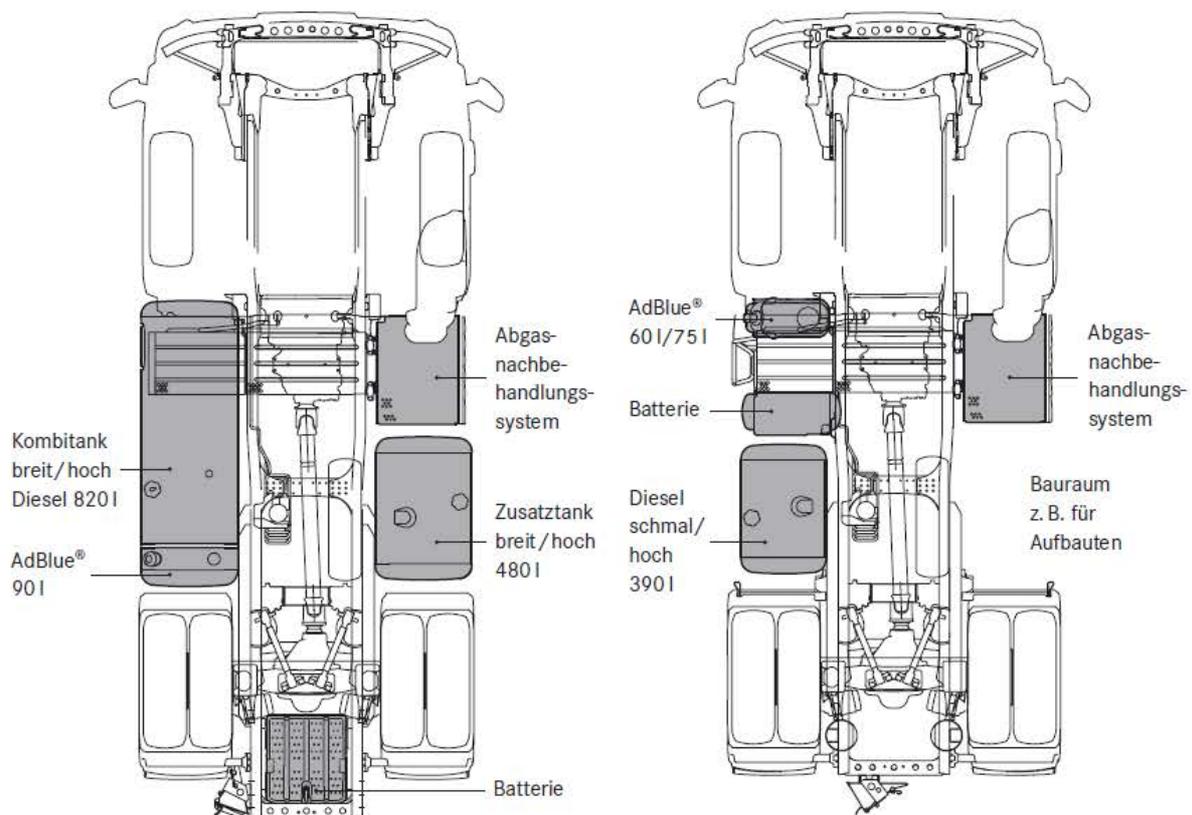


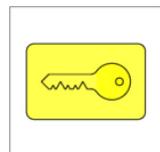
Abbildung 10: Mögliche Einbaulagen des Kraftstofftanks bei einer Mercedes-Benz Actros Sattelzugmaschine (2011). Auch die Einbaulage der 24 Volt Batterie ändert sich entsprechend. (Grafik: Mercedes-Benz)

- Es sind Unfallkonstellationen denkbar, in denen der Dieselmotor (Selbstzünder) noch läuft und von Einsatzkräften abgeschaltet werden muss.



Hinweis:

Die CRS Grafik gibt Hinweise zu den Möglichkeiten einen eventuell laufenden Fahrzeugmotor abzustellen.



Motor abschalten

Hierzu zählen z.B.:

- Ausschalten der Zündung.
- Betätigung eines Not-Aus Schalters.
- Betätigung des Batterieauptschalters.
- Einblasen von CO₂ in die Luftansaugung des LKW.

2.5 Innenraum des Fahrerhauses

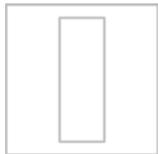


Hinweis:

Ob ein LKW ggf. über einen Ruheraum für den Fahrer verfügt ist in der CRS Grafik dargestellt.



Liege Seitenansicht



Liege Draufsicht



Abbildung 11: LKW verfügen häufig über Ruheliegen für die Insassen. (Grafik: Scania)

Merke:

Der Ruheraum sollte während der Erkundung immer überprüft werden.



Note:

Hinweis zur Verstellung des LKW-Fahrersitzes sind im CRS hinterlegt.



Sitzverstellung



Abbildung 12: LKW sitze verfügen je nach Modell über mechanische, elektrische oder pneumatische Verstellmöglichkeiten. (Grafik: Scania)

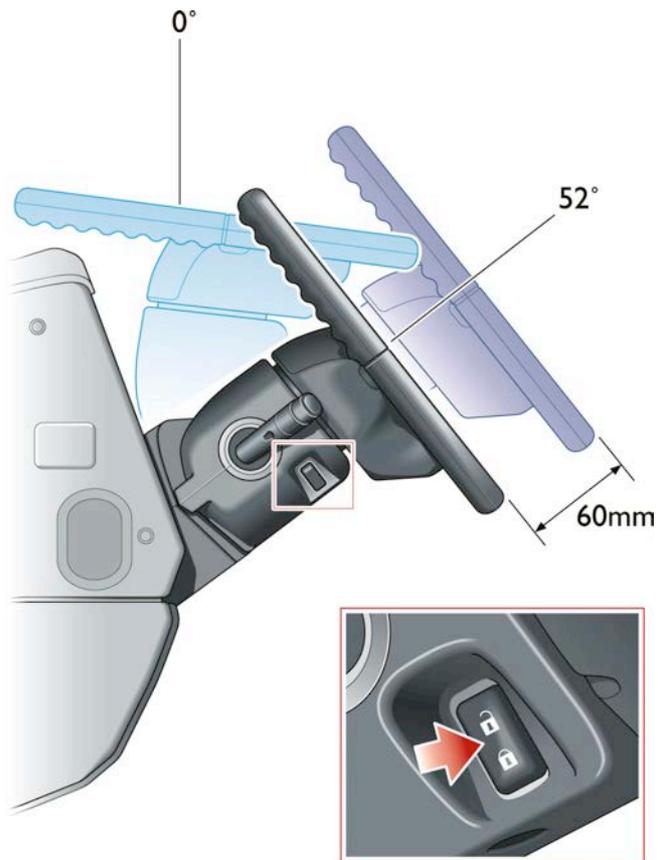
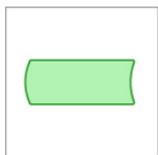


Abbildung 13:
Lenksäulenverstellung
und
Verstellmöglichkeiten an einer LKW
Lenksäule. (Grafik: Scania)



Hinweis:

Das Crash Recovery System gibt Hinweise, wie eine eventuell vorhandene Verstellmöglichkeit der Lenksäule funktioniert.



Lenksäulenverstellung

2.6. Elektrisches System

- LKW verfügen im Regelfall über ein elektrisches System mit 24 Volt, bei welchem zwei 12 Volt Batterien in Reihe geschaltet werden.



Abbildung 14: Bei LKW sind in der Regel zwei 12 Volt Batterien in Reihe geschaltet um das elektrische System mit Spannung zu versorgen. (Foto: Volvo Trucks)

- Beim Abklemmen der Batterie immer den Masseanschluss (Minuspol) zuerst abklemmen. Alternativ kann auch die Verbindungsleitung zwischen den beiden Batterien durchtrennt werden.
- LKW können über einen Batterie Hauptschalter verfügen, der häufig im Bereich des Batteriekastens montiert ist.

Merke: Der Batterie Hauptschalter trennt ggf. nur die am Motor befindlichen elektrischen Systeme von der Spannungsversorgung. Im Fahrerhaus befindliche Systeme (Innenbeleuchtung, Radio etc.) werden ggf. nicht getrennt



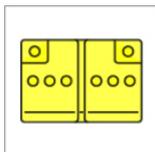
Abbildung 15: Unterschiedliche Batterie Hauptschalter bei LKW

- Fahrzeuge, die für den Transport von Gefahrgütern vorgesehen sind verfügen über einen – Notaus-Schalter im Fahrerhaus und ggf. über einen Notaus-Schalter im Bereich hinter dem Fahrerhaus. Der Notaus-Schalter trennt alle Verbraucher bis auf den Fahrtenschreiber.

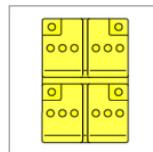


Hinweis:

Die gängigen Einbauorte der 12/24 Volt Batterien sind in der CRS Grafik dargestellt. Sind mehrere Batterieeinbauorte möglich, werden die jeweils möglichen Konstellationen angezeigt.



Batterie (12 V)

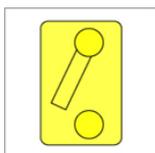


Batterie (24 V)



Hinweis:

Viele LKW verfügen über einen Batterie Hauptschalter außen am Fahrzeug, welcher ggf. zum Unterbrechen der Spannungsversorgung genutzt werden kann.



Batterie Hauptschalter

2.7. Rückhaltesysteme

- LKW verfügen analog zu PKW über Gurte an allen Sitzplätzen. Ggf. kann die Schutzwirkung des Sicherheitsgurtes durch Gurtstraffer verbessert werden.
- LKW verfügen im Regelfall nicht über serienmäßig eingebaute Airbagsysteme. Häufig ist allerdings optional ein Fahrerairbag verfügbar.

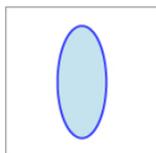


Abbildung 16: Fahrerairbag mit entsprechender Beschriftung bei einem LKW (Foto: Volvo Trucks)

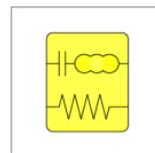


Hinweis:

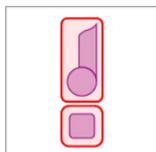
Die Einbauorte der Komponenten der Rückhaltesysteme sind in der CRS Grafik mit folgenden Symbolen dargestellt:



Fahrerairbag



SRS Steuergerät



Gurtstraffer
(am Aufrollautomat)



Abbildung 17: Auch in LKW gilt, dass der Sicherheitsgurt der Lebensretter Nr. 1 ist! Die Schutzwirkung des Sicherheitsgurtes kann ggf. durch Gurtstraffer und einen Fahrerairbag ergänzt werden. (Foto: Scania)



Hinweis:

Beim Umgang mit einem Fahrzeug das über Rückhaltesysteme verfügt, sollten die folgenden Faustregeln beachtet werden:

- **Wissen was drin ist.**
 - **Auslösbereich von Rückhaltesystemen freihalten.**
 - **Rückhaltesystem deaktivieren.**
 - **Gefahrenzonen, speziell Gasgeneratoren, Gurtstraffer und Sensorik für Rückhaltesystem meiden.**
 - **Wenn möglich Sicherheitsgurt von den Insassen entfernen.**
-
- Weitere Informationen hierzu finden sich im Kursbuch **“Feuerwehreinsatz an modernen Kraftfahrzeugen”**.

3. Fahrzeugtechnik Bus

**Hinweis:**

Das Crash Recovery System enthält auch eine Datenbank mit Fahrzeuginformationen zu Bussen. Dabei sind insbesondere Busse erfasst die über einen alternativen Antrieben verfügen oder die sehr häufig verkauft werden.

3.1. Fahrzeugkonstruktion

- Busse sind häufig in selbsttragender Bauweise ausgeführt. Dabei wird zwischen Schalen- und Gerippebauweise unterschieden. Bei der Schalenbauweise sind die umhüllenden Bleche als tragende Teile eingesetzt, während bei der Gerippebauweise die Stahlprofile tragen und die Beplankungsbleche nur den Abschluss der Konstruktion bilden.



Abbildung 18: Gerippebauweise bei einem Stadtbus. (Grafik: Volvo Bus)

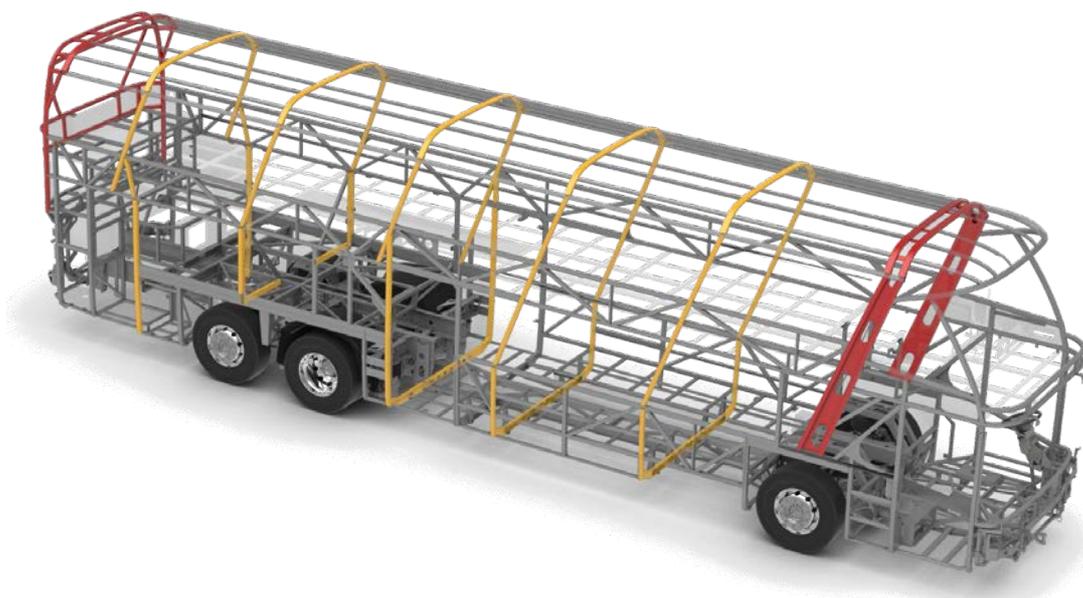
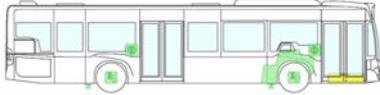
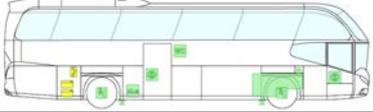


Abbildung 19: Gerippebauweise eines Reisebusses. (Grafik: MAN Nutzfahrzeuge)

- Gemäß ihrem Verwendungszweck kann man Busse in drei Kategorien einteilen. Jede Kategorie verfügt dabei über besondere auch rettungsrelevante Merkmale:

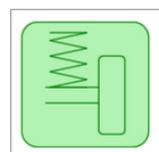
Stadtbus 	Überlandbus 	Reisebus 
<ul style="list-style-type: none"> • Mehrere breite und niedrige Einstiege • Niedrige Brüstungshöhe der Fenster • Ggf. als Gelenkbus ausgeführt • Große Glasflächen • Fahrgastzahl ist hoch, bis zu 185 Personen • Mehr Steh- als Sitzplätze • Sitze nicht verstellbar • Rückhaltesysteme fehlen • Antriebsvarianten unterschiedlichster Art 	<ul style="list-style-type: none"> • Breite Einstiege mit Stufen • Hohe Brüstung der Fenster • Fahrgastzahl bis zu 115 Personen • Viele Sitz-, wenig Stehplätze • Rückhaltesysteme teilweise vorhanden • Sitze sind teilweise verstellbar • Stauraum im Unterboden teils vorhanden • Zumeist Dieselantrieb 	<ul style="list-style-type: none"> • Schmale Einstiege mit mehreren Stufen • Nur Sitzplätze, bis 105 Personen • Sitze (mit Beckengurt seit 1999) verstellbar • Große Glasflächen mit hoher Brüstung • Tisch- oder andere Sondereinbauten möglich • Oftmals Toiletten und Fahrerruherräume • Ausschließlich Dieselantrieb • Großer Gepäckraum

- Busse verfügen in den meisten Fällen über eine Luftfederung. Je nach Verwendungszweck kann diese dazu genutzt werden, das gesamte Fahrzeug anzuheben oder abzusenken (z.B. bei niedrigen Tordurchfahrten) oder aber um eine Fahrzeugseite abzusenken (z.B. um einen leichteren Einstieg an einer Haltestelle zu erreichen, sog. Kneeling).
- Die Luftfederung kann deshalb ggf. auch benutzt werden, wenn Personen unter dem Fahrzeug eingeklemmt sind.



Hinweis:

Das Crash Recovery System gibt Hinweise, wie die Fahrgestellfederung des Busses zum Anheben und Absenken verwendet werden kann.



Fahrgestellfederung

3.2. Kraftstoff und Motorisierung

- Busse verfügen im Regelfall über Dieselmotoren. Der Motor ist im Regelfall im Heck des Fahrzeugs angeordnet. Alternative Antriebe kommen ggf. bei Stadtbussen zum Einsatz (vgl. Kapitel 4).
- Der Kraftstofftank bzw. die Kraftstofftanks können an verschiedenen Orten im Bus eingebaut sein, u.a. können sie in das Gerippe des Unterbaus integriert sein oder sich im Innenraum unter Fahrgastsitzen befinden (insb. bei Stadtbussen).
- Zum Betrieb der Heizung verfügen einige Busse ggf. über einen zusätzlichen Tank mit Heizöl.

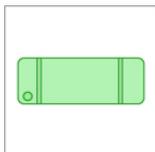


Abbildung 20: In die vorderen Fahrgastsitze integrierter Tank bei einem Stadtbus. (Foto: Evobus GmbH)



Hinweis:

Die CRS Grafik gibt Hinweise zum Einbauort des Fahrzeugtanks bzw. der Fahrzeugtanks und deren Inhalt.



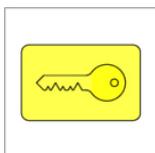
Kraftstofftank

- Es sind Unfallkonstellationen denkbar, in denen der Dieselmotor (Selbstzünder) noch läuft und von Einsatzkräften abgeschaltet werden muss.



Hinweis:

Die CRS Grafik gibt Hinweise zu den Möglichkeiten einen eventuell laufenden Fahrzeugmotor abzustellen.



Motor abschalten

Hierzu zählen z.B.:

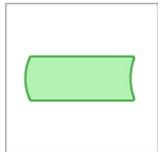
- Ausschalten der Zündung.
- Betätigung eines Not-Aus Schalters.
- Betätigung des Batterie Hauptschalters.
- Betätigung eines Schalters im Motorraum.
- Einblasen von CO₂ in die Luftansaugung des Busses.

3.3. Fahrzeuginnenraum



Hinweis:

Das Crash Recovery System gibt Hinweise, wie eine eventuell vorhandene Verstellmöglichkeit der Lenksäule funktioniert.



Lenksäulenverstellung

- Bei Bussen befindet sich in der Regel außen an jeder Tür ein Notbetätigung, die auch ohne Fahrzeugelektrik funktioniert. Beim Betätigen wird das pneumatische System der Tür entlüftet und die Tür kann von Hand aufgedrückt werden. Anschließend muss sie ggf. mit Keilen in dieser Position gesichert werden.
- Notausstiege im Dach sind i.d.R. auswerfbare Dachluken, die sowohl von innen als auch von außen geöffnet werden können.



Hinweis:

Die Position der Notausstiege bzw. der Notbetätigungen sind in der CRS Grafik dargestellt.



Notausstieg Tür



Notausstieg Dach



Abbildung 21: Notbetätigung außen an der Tür eines Stadtbusses. (Foto: Evobus GmbH)



Abbildung 22: Notausstieg im Dach von innen gesehen. (Foto: Evobus GmbH)



Hinweis:

Busse verfügen ggf. über einen oder mehrere Ruheräume für den Fahrer. Vom Fahrzeughersteller vorgesehene Ruheräume sind in der CRS Grafik dargestellt.



Fahrerruheraum

Merke:

Der Ruheraum sollte während der Erkundung immer überprüft werden.



Abbildung 23: Bei diesem Bus befindet sich der Fahrerruheraum vor dem hinteren Einstieg. Im Regelfall ist er von außen und innen zugänglich. (Foto: Rüdiger Knoll)



Hinweis:

Busse verfügen ggf. über eine Bordtoilette, deren Einbauort in der CRS Grafik dargestellt ist.



Bordtoilette

Merke:

Die Bordtoilette sollte während der Erkundung immer überprüft werden.



Abbildung 24: Bordtoilette bei einem Reisebus. (Foto: Rüdiger Knoll)

3.4. Elektrisches System

- Busse verfügen im Regelfall über ein elektrisches System mit 24 Volt, bei welchem zwei 12 Volt Batterien in Reihe geschaltet werden.
- Die Batterien sind häufig in von außen zugänglichen Batteriefächern eingebaut, die ggf. mit einem Schloss versehen sind. Die Anordnung ist fahrzeugabhängig.



Abbildung 25: Bei Bussen sind in der Regel zwei 12 Volt Batterien in Reihe geschaltet. Sie befinden sich häufig in von außen zugänglichen Batteriefächern. Oftmals ist auch ein Batterie Hauptschalter vorhanden. (Foto: Evobus GmbH)

- Beim Abklemmen der Batterie immer den Masseanschluss (Minuspol) zuerst abklemmen. Alternativ kann auch die Verbindungsleitung zwischen den beiden Batterien durchtrennt werden.
- Busse verfügen zudem i.d.R. über einen Batterie Hauptschalter. Die Anordnung des Batterie Hauptschalters ist fahrzeugabhängig. Er kann dazu genutzt werden die Batterien von der elektrischen Anlage zu trennen.

Merke:

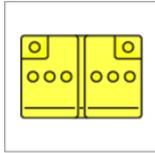
Vor dem Trennen der Spannungsversorgung sollten elektrische Verbraucher zum eigenen Nutzen verwendet werden, sofern dies möglich ist. Nach dem Trennen der Spannungsversorgung sind diese (z.B. auch die Innenbeleuchtung) nicht mehr funktionsfähig.



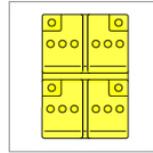
Abbildung 26: Batterie Hauptschalter bei einem Reisebus.

**Hinweis:**

Die gängigen Einbauorte der 12/24 Volt Batterien sind in der CRS Grafik dargestellt. Sind mehrere Batterieeinbauorte möglich, werden die jeweils möglichen Konstellationen angezeigt.



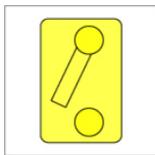
Batterie (12 V)



Batterie (24 V)

**Hinweis:**

Viele Busse verfügen über einen Batterie Hauptschalter, welcher ggf. zum Unterbrechen der Spannungsversorgung genutzt werden kann. Die Einbauposition ist in der CRS Grafik dargestellt.



Batterie Hauptschalter

3.5. Rückhaltesystem

- Busse verfügen (mit Ausnahme von Kleinbussen) im Regelfall **nicht** über Airbags oder Gurtstraffer.

4. Alternative Antriebe bei LKW und Bussen

Merke:

Grundsätzlich sind alternative Antriebe wie sie in LKW und Bussen verwendet werden mit Antrieben aus PKW vergleichbar. Dieses Kapitel beschreibt deshalb insbesondere die Punkte, bei denen es ggf. Änderungen gegenüber PKW gibt.

Weitere Informationen finden sich im Kursbuch „**Feuerwehreinsatz an alternativ angetriebenen Kraftfahrzeugen**“.

4.1. Erdgasantrieb (CNG und LNG)

- Erdgas (Methan, CH₄) ist ein farbloses brennbares Gas, das im Ursprungszustand geruchlos ist. Es ist bei Umgebungstemperatur leichter als Luft (Dichteverhältnis Erdgas/Luft ~ 0,6) und verflüchtigt sich deshalb im Freien rasch! Der Explosionsbereich liegt zwischen 4 Vol% und 17 Vol% in Luft. Die Zündtemperatur liegt bei ca. 640 °C.
- Bei LKW und Bussen kann Erdgas sowohl als CNG (Compressed Natural Gas) (komprimiertes Erdgas) als auch als LNG (Liquefied Natural Gas) (verflüssigtes Erdgas) als Kraftstoff verwendet werden.
- **Komprimiertes Erdgas (CNG)** wird bei ca. 200 bar in Druckgastanks gespeichert.
- Bei Bussen werden die notwendigen Druckgasflachen im Regelfall auf dem Fahrzeugdach montiert und über Leitungen mit dem Verbrennungsmotor verbunden.



Merke:

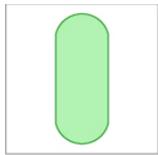
Gasleitungen können bei Erdgasbussen auch in Fahrzeugsäulen verlaufen.

Abbildung 27: Bus mit Erdgasantrieb (CNG). Die Druckgastanks sind auf dem Fahrzeugdach montiert. (Grafik: Volvo Bus)

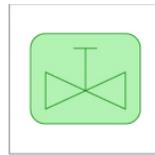
- Bei LKW sind die Gastanks im Regelfall seitlich am Fahrgestellrahmen oder hinter dem Fahrerhaus montiert.
- An jedem CNG-Tank befindet sich ein Flaschenventil (Sicherheitsventil) welches verschiedene Sicherheitsfunktionen miteinander vereint. Hierzu gehört ein elektromagnetisches Absperrventil, ein mechanisches Absperrventil, eine Thermosicherung (PRD, Pressure Relief Device) sowie ein Durchflussmengenbegrenzer. Aufgrund der Länge der Gastanks werden häufig PRDs auf beiden Seiten des Tanks verwendet, die bei Temperaturen von über 110 °C ansprechen und das Erdgas ins Freie ableiten, wo es abfackeln kann.

**Hinweis:**

Die Einbauorte von Gastanks und Sicherheitsventilen sind in der CRS Grafik dargestellt.



Gastank
(CNG, LNG, LPG, Wasserstoff)



Sicherheitsventil

- Bei LKW kommt aufgrund der Reichweite auch **verflüssigtes Erdgas (LNG)** als Kraftstoff zum Einsatz:
- Verflüssigtes Erdgas nimmt nur 1/600 des ursprünglichen Gasvolumens ein, so dass in einem Tank gleicher Größe deutlich mehr Erdgas mitgeführt werden kann.
- Um Erdgas zu verflüssigen muss es auf -162 °C heruntergekühlt werden und muss im Tank auf dieser Temperatur gehalten werden. Deshalb kommen sogenannte Kryogentanks zum Einsatz, d.h. spezielle doppelwandige, isolierte Edeltanks ohne externe Kühlung.
- Kommt es zu einer Leckage verbreitet sich das LNG zuerst am Boden. Gefrierendes Wasser aus der Luft sorgt dabei dafür, dass sich eine Nebelwolke bildet. Erwärmt sich das LNG über -110 °C verringert sich die Dichte zunehmend und das Gas steigt nach oben auf.
- Kryogentanks für LNG verfügen über vergleichbare Sicherheitseinrichtungen wie Druckgastanks für CNG (elektromagnetisches Absperrventil, mechanisches Absperrventil, Durchflussmengenbegrenzer). Allerdings wird eine andere Art von Thermo-sicherung verwendet.



Abbildung 28: Verflüssigtes Erdgas (LNG) wird in speziellen Tanks (sog. Kryogentanks) bei -162 °C mitgeführt. Das gezeigt Fahrzeug verfügt über eine Kombination aus CNG und LNG Antrieb. (Grafik: Iveco)

- Beispiel: **Volvo FM LNG** (Tank: Fa. Chart Industries Inc.)

Während des normalen Betriebes beträgt der Druck im Tank ca. 10 bar. Während des Betriebs (insb. bei langen Standzeiten) erwärmt sich der Tankinhalt langsam und der Druck im Tank steigt an. Bei einem Druck von ca. 16 bar wird durch ein erstes Sicherheitsventil (PRD – Pressure Relief Device) LNG abgelassen, bis der Druck abgebaut wurde. Dies gelangt über eine Abblasleitung zu einem Abblaspunkt hinter dem Fahrerhaus, wo es in die Atmosphäre gelangt. Steigt der Druck im Tank weiter an (z.B. durch externe Erwärmung bei einem Fahrzeugbrand) öffnet bei 24 bar ein zweites Sicherheitsventil (PRD) das Gas direkt am Tank ins Freie abgeführt.

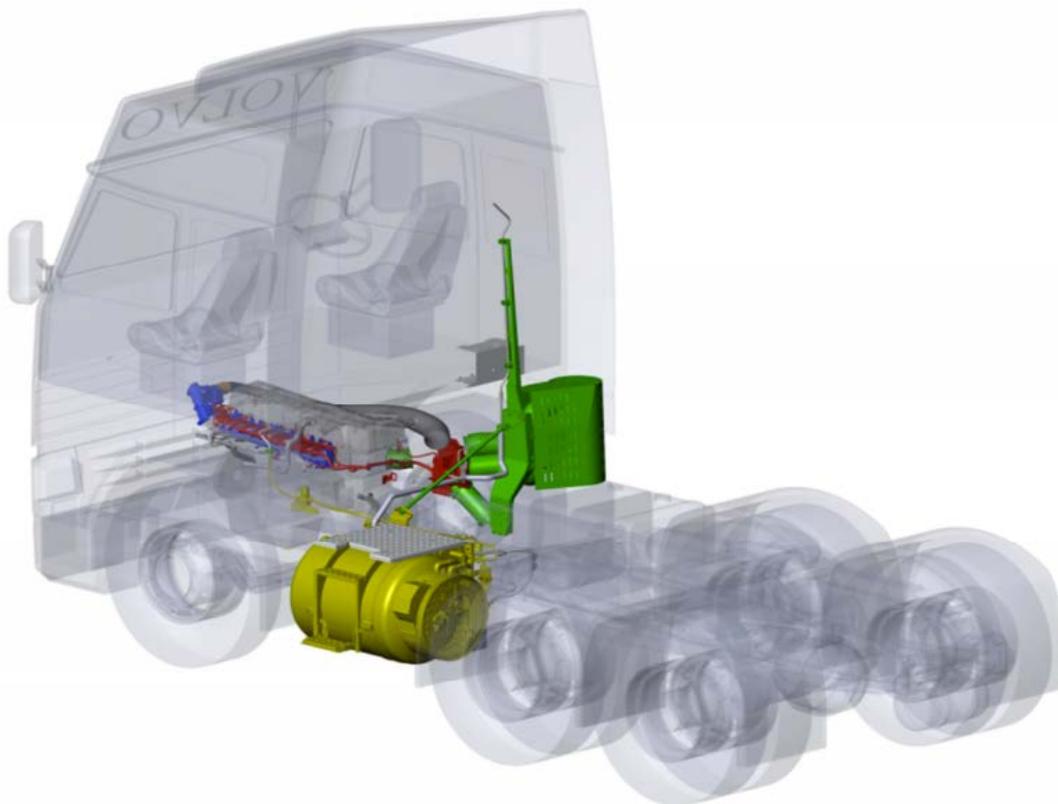


Abbildung 29: Die Abbildung dieses Volvo FM LNG zeigt die relevanten Komponenten der LNG-Anlage. Am Fahrgestellrahmen ist der Kryogentank montiert in dem LNG bei -162 °C gespeichert ist. Entsteht im Tank ein Überdruck wird dieser primär über eine Abblasleitung, welche an der Fahrerhausrückwand befestigt ist, abgeführt. (Grafik: Volvo Trucks)

Merke:

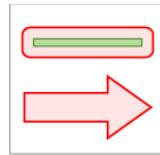
Das Überdruckventil öffnet nur solange bis der Überdruck im Tank wieder abgebaut ist. Anschließend schließt das Ventil wieder.

Merke:

Je nach Lage des Fahrzeugs kann es beim Ansprechen des Überdruckventils zu einer Stichflamme kommen.

**Hinweis:**

Die Abblasrichtung wird in der CRS Grafik angezeigt.



Abblasleitung
(Pfeil zeigt Abblasrichtung)

Merke:

Verflüssigtes Erdgas (LNG) ist nicht zwingend mit einem Geruchstoff versehen (odoriert).

- Bei Kryogentanks führt (neben einer Erhitzung durch Brand) auch eine Beschädigung des Isolation zu einem Druckanstieg im Tank. Die Überdrucksicherung sprechen an und LNG wird abgeblasen.

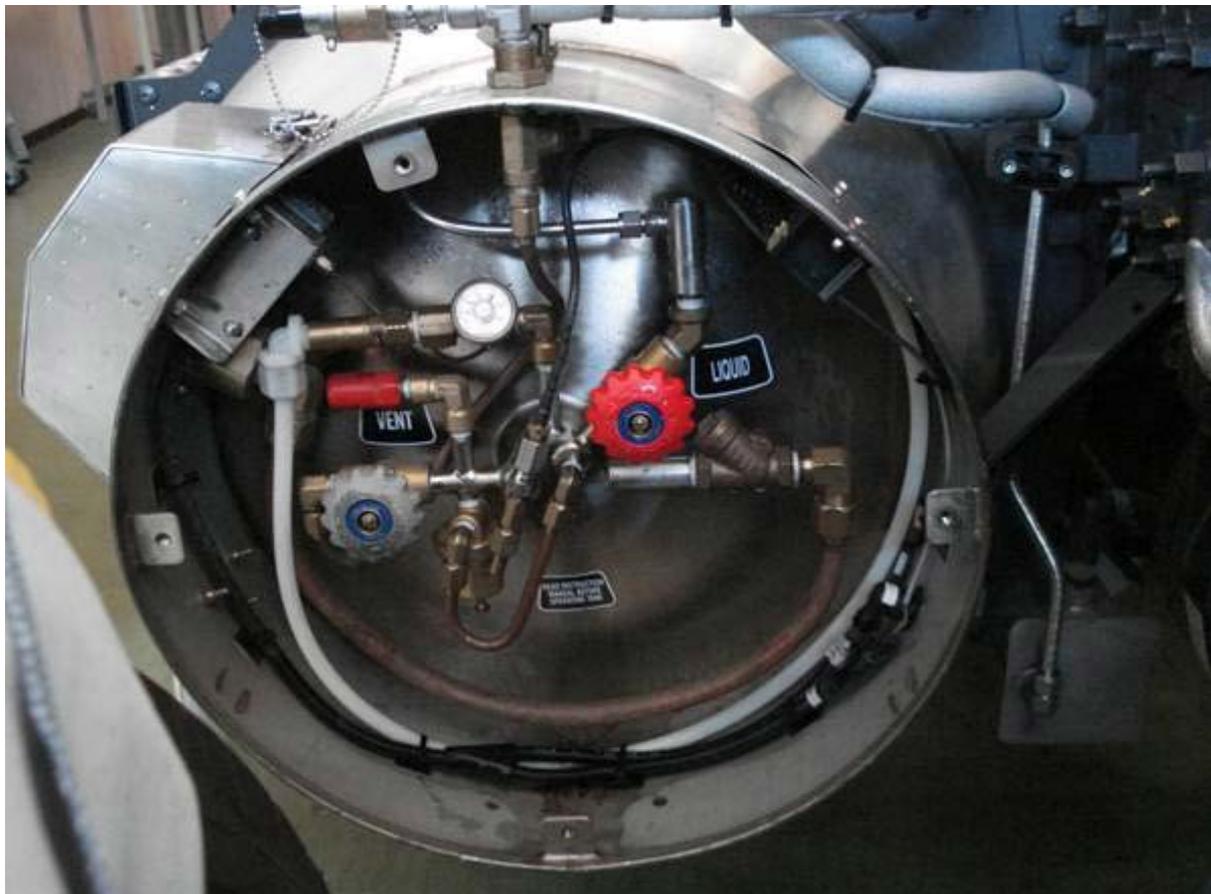


Abbildung 30: Armaturen an einem Kryogentank für LNG. Neben den beiden mechanischen Absperrventilen sind auch die beiden Überdruckventile zu erkennen (Beschriftung: Vent). Das primäre Überdruckventil ist an die Abblasleitung angeschlossen, das sekundäre Überdruckventil (rote Kappe) leitet LNG direkt ins Freie. (Foto: Volvo Trucks)

4.2. Hybridantrieb



Abbildung 31: MAN Lion's City Hybrid. Der Stadtbuss wird von zwei Elektromotoren angetrieben. Den Strom liefert entweder ein Energiespeicher mit Ultrakondensatoren, der auf dem Fahrzeugdach verbaut ist, oder ein Generator, der von einem Dieselmotor angetrieben wird. (Grafik: MAN Nutzfahrzeuge)

- Hybridantriebe kommen aufgrund der Reichweite vornehmlich bei LKW, die im Verteilerverkehr eingesetzt werden, sowie bei Stadtbussen zum Einsatz.
- Bei LKW befinden sich die Hochvoltbatterien im Regelfall seitlich am Fahrgestellrahmen.
- Bei Bussen befinden sich die Energiespeicher und Komponenten im Regelfall auf dem Fahrzeugdach und im Motorraum.
- Hochvoltkabel können bei Bussen durch Fahrzeugsäulen verlaufen um die Energiespeicher mit den Elektromotoren und weiteren Hochvoltkomponenten zu verbinden.
- Als Energiespeicher werden neben Lithium-Ionen Hochvoltbatterien auch Ultrakondensatoren verwendet.
- Beispiel: **MAN Lion's City Hybrid**

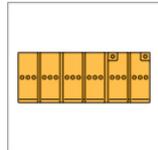
Der MAN Lion's City Hybrid wird von zwei Elektromotoren angetrieben. Die beiden Elektromotoren arbeiten beim Bremsvorgang als Generatoren und wandeln die Bremsenergie in elektrische Energie um. Diese wird in einem Energiespeicher bestehend aus sechs Ultracap-Modulen (Ultrakondensatoren) gespeichert, der auf dem Dach montiert ist. Mit der Energie aus den Ultracap-Modulen kann der Bus abgasfrei und geräuscharm beschleunigen und eine Strecke von bis zu zweihundert Metern zurücklegen. Ist der Energiespeicher leer, schaltet sich automatisch der Dieselmotor im Heck des Busses zu, um mit Hilfe eines Generators den Strom für die Elektromotoren zu produzieren.

**Hinweis:**

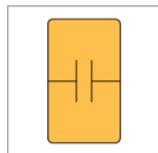
Hochvoltkabel sind zur einfacheren Erkennbarkeit mit einer orangefarbenen Isolierung versehen.

**Hinweis:**

Die Einbauorte von Hochvoltkomponenten sind in der CRS Grafik dargestellt.



Hochvoltbatterie

Hochvoltkabel
Hochvoltkomponente

Ultrakondensator

4.3. Fahrzeugantriebe deaktivieren

- Um ein sicheres Arbeiten an einem verunfallten Fahrzeug zu ermöglichen, sollten soweit möglich **alle Fahrzeugsysteme (Antriebssystem, Rückhaltesystem, elektrisches System) deaktiviert werden.**
- Ein Fahrzeug sollte demnach wie eine Maschine behandelt werden. Ist eine Person in einer Maschine eingeklemmt, ist die Deaktivierung der Maschine ein Schritt mit hoher Priorität.

1. Zündung ausschalten.

Hinweis:

Durch das Ausschalten der Zündung wird im Regelfall:

- Das Antriebssystem deaktiviert, z.B. durch Abschalten des Motors oder der Kraftstoffpumpe, durch Schließen der elektromagnetischen Ventile an Gastanks oder durch Abschaltung der Hochvoltanlage.
- Die Stromversorgung des SRS Steuergerätes und der SRS Sensoren unterbrochen (sofern vorhanden). Die Kondensatoren im Steuergerät entladen sich daraufhin.
- Verhindert, dass das Fahrzeug ungewollt anspringt, z.B. wenn das Fahrzeug bewegt werden muss.

Hinweis:

Vor dem Deaktivieren des Fahrzeugs sollte geprüft werden, ob **elektrische Systeme wie z.B. die Lenksäulenverstellung, Sitzverstellung oder elektrische Fenster noch sinnvoll genutzt werden können.**

- Zum Ausschalten der Zündung Zündschlüssel in Stellung "off"/"0" drehen. Bei Fahrzeugen mit elektrischer Sitzverstellung oder elektrisch verstellbaren Lenksäule sollte der Schlüssel im Zündschloss verbleiben, da sich diese bewegen können sobald der Zündschlüssel abgezogen wird.

2. 12/24 Volt Bordnetz des Fahrzeugs unterbrechen.

Hinweis:

Durch die Unterbrechung des 12/24 Volt Bordnetzes wird im Regelfall:

- Das Risiko von Bränden aufgrund von Kurzschlüssen reduziert.
- Die Gefahr einer nachträglichen Auslösung von Rückhaltesystemen durch Kurzschlüsse herabgesetzt.
- Ungewolltes Wiedereinschalten verhindert.
- Das Luftfederungssystem abgeschaltet (Busse) um ein sicheres Anheben des Fahrzeugs zu ermöglichen.

Hinweis:

Die **Warnblinkanlage** des Fahrzeugs kann als Indikator für ein aktives 12/24 Volt Bordnetz dienen. Wurde bei eingeschalteter Warnblinkanlage eine Batterie abgeklemmt und blinkt die Warnblinkanlage weiter, befindet sich eine weitere Batterie im Fahrzeug.

Hinweis:

Bei LKW und Bussen kann es durch das Abklemmen der Batterie zum Herunterfahren von pneumatisch betätigten Sitzen kommen.



Merke:

LKW und Busse verfügen häufig nicht über ein Airbagsystem. Demnach kann keine durch das Airbagsteuergerät ausgelöste Initiierung von Sicherheitsfunktionen (z.B. das Abschalten der Kraftstoffpumpe, das Schließen der elektromagnetischen Absperrventile, das Öffnen der Schutzrelais) erfolgen. Ggf. sind hierfür jedoch alternative Bauteile (z.B. Trägheitsschalter) vorhanden. Grundsätzlich sollte deshalb immer eine manuelle Deaktivierung vorgenommen werden.



Hinweis:

Bei HV-Fahrzeugen führt das **alleinige Unterbrechen des 12/24 Volt Bordnetzes** unter Umständen **weder zur Deaktivierung des Hochvoltsystems noch des 12/24 Volt Bordnetzes** solange die Zündung des Fahrzeugs eingeschaltet ist.



Merke:

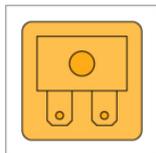
Bei Erdgas- und Flüssiggasfahrzeugen führt spätestens das Abklemmen der 12/24 Volt Bordnetzes zum Schließen der elektromagnetischen Absperrventile, sofern diese nicht beschädigt sind.



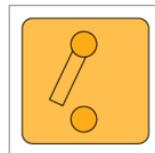
Hinweis:

Für den Fall dass die Zündung oder der Start/Stop-Knopf nicht zugänglich sind enthält das CRS i.d.R. eine alternative Methode, um zumindest das Hochvoltsystem des Fahrzeugs zu deaktivieren.

Die Einbauorte von Komponenten die für **die primäre oder alternative Deaktivierung** erforderlich sind, sind in der CRS Grafik mit folgenden Symbolen gekennzeichnet.



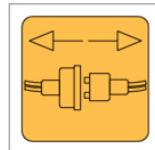
Notabschaltung
(Sicherung entfernen)



Notabschaltung
(Schalter betätigen)



Notabschaltung (Servicestecker ziehen)



Notabschaltung
(Steckverbindung trennen)



Notabschaltung
(Kabelverbindung trennen)



Notabschaltung
(Kabelverbindung abschrauben)



Notaus-Schalter



Hinweis:

Solange die Zündung des Fahrzeugs noch eingeschaltet ist **deaktivieren einige der alternativen Methoden lediglich das Hochvoltsystem** des Fahrzeugs. Das 12/24 Bordnetz und damit auch die Rückhaltesysteme bleiben ggf. aktiv.

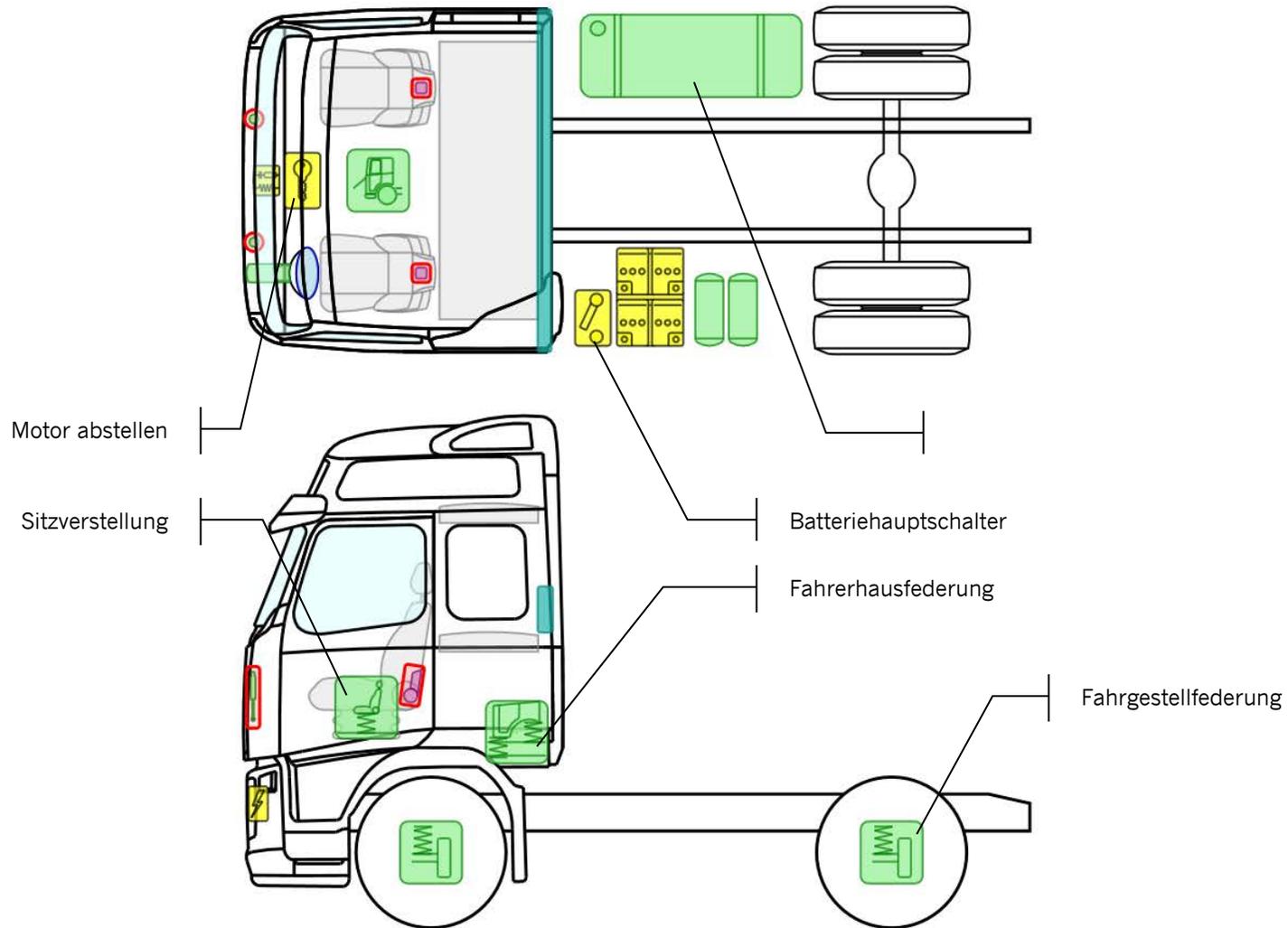


Hinweis:

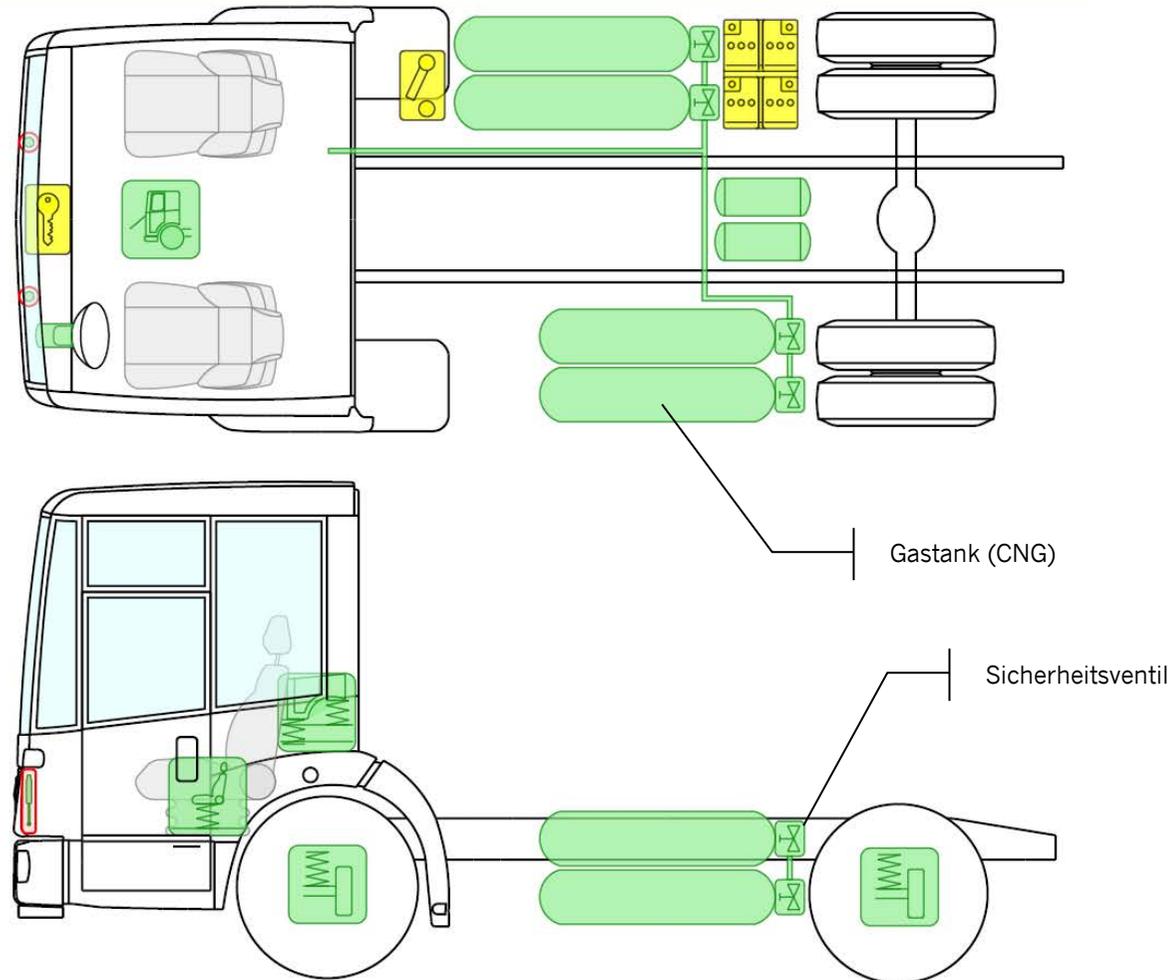
Die dargestellten Deaktivierungsmethoden unterbrechen das Hochvoltsystem, sie entladen nicht die Hochvoltbatterie oder den Ultrakondensator!

5. Wissen was drin ist

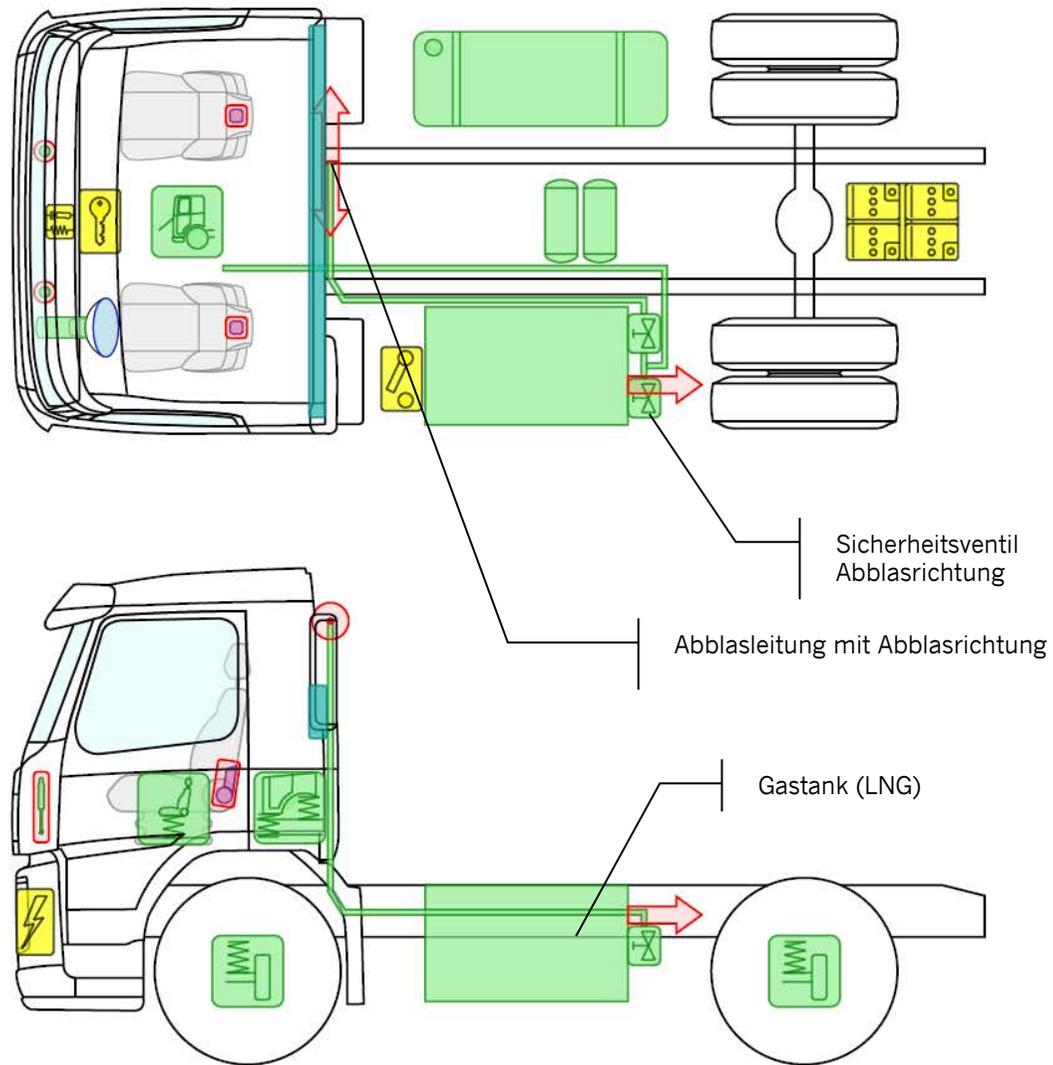
5.1. LKW



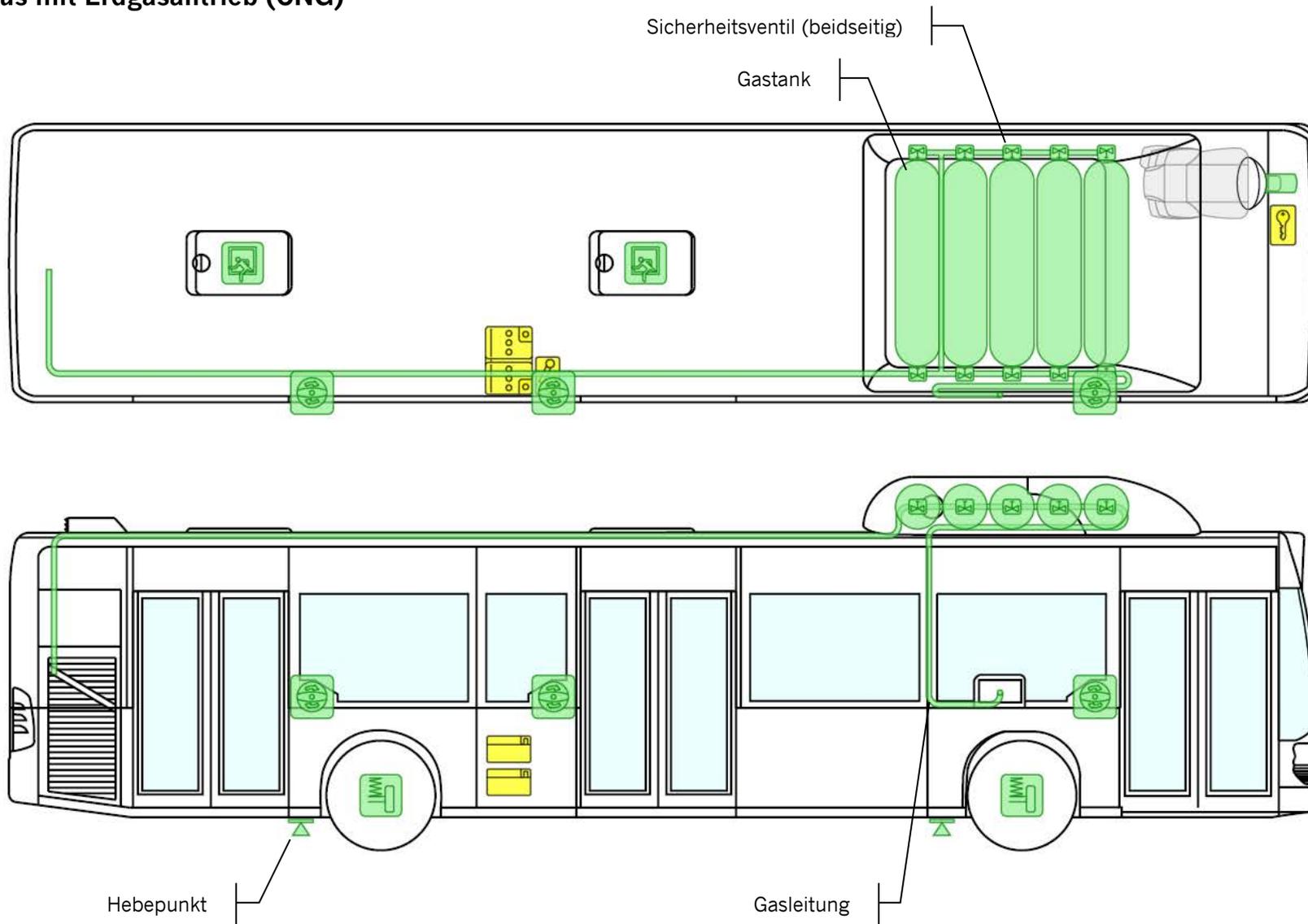
5.2. LKW mit Erdgasantrieb (CNG)



5.2. LKW mit Erdgasantrieb (LNG)



5.3. Bus mit Erdgasantrieb (CNG)



5.4. Reisebus

