

en2x Empfehlung

**zur Risikobewertung
alternativer Antriebe für die Einfahrt
von
LNG oder CNG (gas-)
betriebeenen Fahrzeugen
zur
Beladung, Befüllung und Abholung von
Ware,
z.B. in Tanklägern oder der Raffinerien
bei den Mitgliedsfirmen von en2x**

Allgemeiner Hinweis:

Die vorliegende Risikobewertung alternativer Antriebe für die Einfahrt von LNG oder CNG (gas-) betriebenen Fahrzeugen zur Beladung, Befüllung und Abholung von Ware, z.B. in Tanklagern oder der Raffinerien stellt eine mit Sorgfalt erstellte technische Einschätzung dar. Sie entbindet den jeweiligen Betreibern nicht von einer individuellen Risikobetrachtung die notwendigerweise eine eigenverantwortliche Bewertung erfordert, ob der Betreiber die generellen Einschätzungen von en2x teilt und ob es Adaptionen aufgrund besonderer lokaler Gegebenheiten bedarf. en2x weist aus gebotener Vorsicht darauf hin, dass in jedem Fall sämtliche gesetzliche Vorschriften einzuhalten sind.

Inhaltsverzeichnis

CHECKLISTE ZUR EINFAHRT VON LNG & CNG (GAS-) BETRIEBENEN FAHRZEUGEN ZUR BELADUNG, BEFÜLLUNG UND ABHOLUNG VON WAREN Z.B. IN TANKLÄGERN ODER DER RAFFINERIEEN.....	4
1 ALLGEMEINES	5
2 ERKENNUNGSMERKMALE:	5
3 PRÜF- UND ZUFAHRTKRITERIEN FÜR LNG:.....	6
4 BESCHRIFTUNGEN, PRÜF- UND ZUFAHRTKRITERIEN FÜR CNG:.....	7
RISIKOBETRACHTUNG	8
1 ZIELSETZUNG UND RANDBEDINGUNGEN.....	8
1.1 Zielsetzung.....	8
1.2 Randbedingungen	8
Stoffdaten:	8
CNG:.....	8
LNG:	8
LPG: (zur Vermeidung von Missverständnissen mit aufgeführt)	8
2 IDENTIFIZIERTE RISIKEN.....	8
3 BESCHREIBUNG VON RISIKEN UND AUSWIRKUNGEN IM EREIGNISFALL.....	9
Zu 2 i) Tankbehälterversagen infolge mechanischer Schädigung.....	9
<i>Empfehlung zur Risikominimierung:</i>	9
Zu 2 ii) Risiko Abblasvorgang	9
<i>Empfehlung zur Risikominimierung:</i>	10
Zu 2 iii) - Tankbehälterversagen infolge Unterfeuerung.....	10
<i>Empfehlung zur Risikominimierung:</i>	10
4 FAZIT DER RISIKOBETRACHTUNG	11

**Checkliste zur Einfahrt von
LNG & CNG (gas-)
betriebenen Fahrzeugen
zur Beladung, Befüllung und Abholung
von Waren
z.B. in Tanklägern oder der Raffinerien.**

1 Allgemeines

LNG / CNG angetriebene Fahrzeuge besitzen wie alle anderen Gefahrgutfahrzeuge eine Zulassungsbescheinigung Teil 2 (ehem. Fahrzeugschein) und eine ADR Zulassungsbescheinigung und unterliegen damit den gleichen Vorgaben aus der StVZO und GGVSEB.

2 Erkennungsmerkmale:

CNG / LNG betriebene Fahrzeuge sind äußerlich durch einen mit **LNG beschrifteten Kraftstofftank** und entsprechender **Hinweisbeschriftung am Fahrzeug** erkennbar.

Fahrzeugstammdaten im Versandsystem sollten, wenn technisch möglich bereits auf diese Antriebsarten hinweisen.

Die Hinweisbeschriftung ist bei einem LNG bzw. CNG Fahrzeug

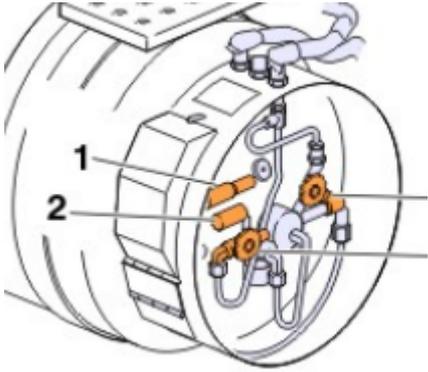
- gut sichtbar,
- mit ausreichendem Kontrast zum Untergrund,
- an der Vorderseite und an beiden Seiten der Fahrerkabine sowie
- an der Füllarmatur des Betriebstanks

angebracht.

Die Ausführungen der Beschriftungen können dabei variieren.

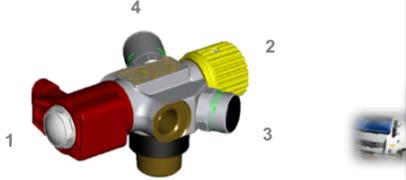


3 Prüf- und Zufahrtskriterien für LNG:

<p>Das Manometer am Tank muss lesbar sein (Anzeige > 0 bar) – Nadel soll sich bei leichtem „Anklopfen“ bewegen.</p> <p>Die Druckanzeige am Manometer soll < 13 bar anzeigen (bei einem Abblasedruck von 15,9 bar).</p> <p>Bei Drücken > 13 bar darf das Fahrzeug nicht in den Füllbereich einfahren.</p>	
<p>Falls Beschädigungen oder Eisbildungen an LNG Tanks sichtbar sind (Sichtprüfung), darf das Fahrzeug nicht in den Füllbereich einfahren.</p>	
<p>Die Verschlusskappe (2) in i.d.R. in Rot muss am Sicherheitsventil (24bar) vorhanden sein (Sichtprüfung ist durch Schutzgitter möglich).</p> <p>Die Positionen können herstellerspezifisch abweichen. Eine Beschriftung ist vorzusehen.</p>	

4 Beschriftungen, Prüf- und Zufahrkriterien für CNG:

CNG angetriebene Fahrzeuge finden in Tankfahrzeugen aktuell kaum Anwendung. Hier sind die entsprechenden Sicherheitseinrichtungen deutlich zu beschriften und den Abholstellen mitzuteilen.

<p>Die Ausführungen der Beschriftungen können variieren.</p>	
<p>Folgende Sicherheitseinrichtungen sind sichtbar (an jedem Behälter) vorhanden.</p> <p>Rupture disk (Berstscheibe)</p> <p>Thermal fuse (Wärmeschutzsicherung)</p> <p>Die Positionen können herstellerspezifisch abweichen. Eine Beschriftung ist vorzusehen.</p>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>CNG BOTTLE EQUIPMENT FOR ADR TRACTORS</p> <p>Each bottle is equipped with the following safety features:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Solenoid valve with rotating motor 2. Manual isolation valve 3. Rupture disc (340 bar) 4. Thermal fuse (110 °C ± 10 °C)  </div>

Risikobetrachtung

1 Zielsetzung und Randbedingungen

1.1 Zielsetzung

Ziel dieser Betrachtung ist eine Aussage, ob und wenn ja unter welchen Bedingungen, LNG oder CNG angetriebene Tanklastzüge zur Versorgung der Tankstellen mit vertretbarem Rest-Risiko eingesetzt werden können. Dabei sollen Besonderheiten von Füllstellen (Raffinerien oder Tankläger) ebenfalls betrachtet werden.

1.2 Randbedingungen

Die betrachteten Tankfahrzeuge sind nach Straßenrecht und Gefahrgutrecht geprüfte und zugelassene Fahrzeuge. Betrachtet werden ausschließlich Risiken, welche durch alternative Antriebe an Lade- und/oder Füllstellen in der Mineralöl Branche, durch LNG oder CNG angetriebene Fahrzeuge zusätzlich entstehen/vorliegen können.

Stoffdaten:

CNG:

- Komprimiertes Erdgas (Hauptbestandteil Methan),
- Betriebsdruck im Tank: > 200 bar
- Berstscheibe öffnet bei 340 bar
- gasförmig, überkritischer Bereich
- leichter als Luft
- Druckbehälter erforderlich

LNG:

- Auf bis zu -164°C abgekühltes Erdgas (Hauptbestandteil Methan),
- Tiefkaltes Gas,
- Betriebsdruck im Tank: < 16 bar
- Öffnungsdrücke Sicherheitsventile 16 bar, zweites bei 24 bar
- flüssig,
- leichter als Luft
- Kryo-Druckbehälter erforderlich (Aufheizung führt zu Druckanstieg)

LPG: (zur Vermeidung von Missverständnissen mit aufgeführt)

- Druckverflüssigtes Gemisch aus überwiegend Propan und Butan,
- flüssig
- schwerer als Luft

2 Identifizierte Risiken

Basierend auf Herstellerangaben, eigenen Recherchen und bereits durch Shell [1] und Total [2] durchgeführten Risikobewertungen hat der Teilnehmerkreis folgende Risiken bei LNG oder CNG angetriebenen Fahrzeugen identifiziert:

- i. Tankbehälterversagen infolge mechanischer Schädigung,
- ii. die Abblasevorgänge über die Sicherheitseinrichtungen der Antriebsanlage bei Drucküberschreitungen im System.
- iii. Tankbehälterversagen infolge Unterfeuerung

3 Beschreibung von Risiken und Auswirkungen im Ereignisfall

Zu 2 i) Tankbehälterversagen infolge mechanischer Schädigung

Die betrachteten Fahrzeuge haben entweder LNG oder CNG als Kraftstoff zum Antrieb im Tankbehälter. Bei einem Versagen Tankummantelung, zum Beispiel durch einen Anfahr-schaden/-unfall, würde spontan der Tankinhalt nahezu vollständig freigesetzt. Durch das Vorhandensein diverser Zündquellen (heiße Brems-scheiben, Auspuff, Funken beim Aufprall etc.) im Umfeld ist eine Zündung der freigesetzten Gase dann nicht auszuschließen.

Das Risiko wurde im Zusammenhang mit den Zulassungsprozeduren für die Straße und den Transport als vertretbar von den entscheidenden Gremien im Straßenverkehr und Gefahrgut eingestuft und entsprechende Zulassungen erteilt.

An Füllstellen ist üblicherweise die Geschwindigkeit begrenzt auf 10-30 km/h. Daher sind die Aufprallgeschwindigkeiten geringer als im normalen Straßenverkehr. Daraus resultieren geringere Aufprall-energien und Kräfte. Dieses reduziert das Risiko des Behälterversagens.

Empfehlung zur Risikominimierung:

Aus Sicht der Task Force wäre ein zusätzlicher Anfahr-schutz zur Umlenkung von Aufprall-kräften für zukünftige Fahrzeug-Generationen zu untersuchen, um das Risiko einer Behälterbeschädigung weiter zu senken.

Als Besonderheit in Tanklagern und Raffinerien sei angemerkt, das anders als im normalen Straßenverkehr aufgrund der vorhandenen Lagermengen (Füllstellen sind überwiegend Stör-fallbetriebe mit erweiterten Pflichten) entsprechende Domino-Effekte denkbar sind. Hier muss jede Füllstelle für sich eine Bewertung unter Einbeziehung der jeweiligen lokalen Gegebenheiten erstellen. Auch die Dach Geometrie und gegebenenfalls die Lage von Sensoren zur Gasdetektion an der Füllstelle müssen betrachtet werden, falls Ansammlungen von Gasen unter dem Dach möglich sind. Daher kann zu diesem Punkt in diesem Dokument keine allgemein gültige Aussage gemacht werden.

Zu 2 ii) Risiko Abblasvorgang

LNG und CNG Tanks enthalten Gase unter Druck. Durch Temperatenausgleichsvorgänge (insbesondere bei LNG, da tiefgekühlt) oder Aufheizvorgänge infolge Sonneneinstrahlung o.ä.) kommt es gemäß den Gasgesetzen zu einem Druckanstieg im Kraftstoff-System. Diese Drucksysteme sind mit Sicherheitsventilen und einer Abblaseleitung zum Schutz vor Behälterbersten gesichert. Bei Überschreitung des Ansprechdruckes für das Sicherheitsventil kommt es zu einem Abblase-Vorgang bis eine Entspannung (Druckreduktion) erreicht wurde. Dann schließt das Sicherheitsventil selbstständig.

Die dabei freigesetzte Menge hängt von der Druckdifferenz des Behälterdruckes zur Umgebung und der Gasdichte im Kraftstofftank sowie den Ansprechdrücken der Sicherheitsventile ab.

Gemäß Herstellerangaben ist mit einem Abblasen frühestens nach 72 Stunden ohne Kraftstoffentnahme aus dem Tank im Regelbetrieb zu rechnen. [Angabe Volvo für LNG betriebene Fahrzeuge]

Eine Herstellerangabe für eine Zeit bis zum Abblasen bei CNG getriebenen Fahrzeugen ist bis dato noch nicht erhalten worden. Gemäß der zugrundeliegenden Physik (komprimiertes Gas) ist bei CNG von einem langsameren Druckanstieg auszugehen.

Ein Aufenthalt/Befüllvorgang an einer Füllstelle ist üblicherweise vor Ablauf von 4 Stunden abgeschlossen, so dass die Eintrittsbedingung für das Abblasen nicht erreicht werden sollte.

Empfehlung zur Risikominimierung:

Das in der Branche nicht unübliche Befüllen von Tanklastzügen vor Feiertagen oder Wochenenden, welche dann erst nach der Aufhebung des Fahrverbots den Füllstellen-Standort verlassen, sollte für LNG und CNG angetriebene Fahrzeuge nicht gestattet werden.

Zu 2 iii) - Tankbehälterversagen infolge Unterfeuerung

LNG und CNG Tanks enthalten Gase unter Druck. Bei einer Unterfeuerung ist das zu erwartende Schadens-Potential bei einer Zündung des Inhalts bei Behälterversagen und spontaner Freisetzung des Antriebstranks deutlich größer im Vergleich zu herkömmlichen Dieseltanks.

Um einen BLEVE (Boiling liquid expanding vapor explosion) zu vermeiden, ist ein rasches und ausreichendes Kühlen des unterfeuerten Tanks zwingend notwendig. Feuerwehrtaktisch sollte der Erstangriff innerhalb der ersten Minuten erfolgen und während der gesamten Einsatzzeit eine ausreichende Kühlung der Flüssiggastanks sicherstellen.

Hierzu ist zwingend für die Einsatzleitung der Feuerwehr die Kenntnis erforderlich, dass es sich bei dem unterfeuerten Fahrzeug um ein LNG/CNG Fahrzeug mit Flüssiggastanks handelt.

Empfehlung zur Risikominimierung:

Wenn ein Fahrzeug mit Flüssiggastanks in einer Füllspur steht, muss sicher bekannt sein und im Ereignisfall an die Einsatzleitung der Feuerwehr kommuniziert werden. Nur so kann die Feuerwehr die korrekten Einsatzmaßnahmen einleiten und größere Schäden verhindern.

Aufkleber am Fahrzeug reichen hierfür als alleinige Maßnahme nicht, da die Sichtbarkeit im Feuer nicht immer gegeben ist.

Hier muss jeder Standort die Möglichkeiten prüfen und wenn möglich adäquate Maßnahmen ergreifen.

Mögliche Maßnahmen könnten sein:

- automatischen Mitteilungen über die Brandmeldeanlage (Depeche),
- Funk- / Telefonmitteilung
- Hinweisschild an der Einfahrt
- ...

4 Fazit der Risikobetrachtung

Es wurden drei Risiken identifiziert, welche durch die Antriebsart CNG oder LNG zusätzlich auftreten oder deren Auswirkungen gravierend anders als bei dieselgetriebenen Fahrzeugen ist.

Einerseits das Behälterversagen durch Unfall und die in einer Füllstelle möglichen Dominoeffekte bei einer Zündung des freiwerdenden Gases. Durch die geringeren Fahrgeschwindigkeiten an Füllstellen sind die zu erwartenden Schäden geringer. Hier ließe sich die Eintrittswahrscheinlichkeit des Behälterversagens zusätzlich minimieren, indem für eine Kraftumlenkung gesorgt, bzw. ein zusätzlicher Seitenaufprallschutz installiert würde.

Zum anderen wurde das Risiko der Gasfreisetzung in einer Füllstelle mit potentiell möglichen Dominoeffekten bei Zündung des freigesetzten Gases als Risiko identifiziert. Durch entsprechende organisatorische Maßnahmen (Beschränkung der Aufenthaltsdauer am Standort) ließe sich die Eintrittswahrscheinlichkeit für ein derartiges Ereignis nach Meinung der Taskforce ebenfalls auf ein vertretbares Restrisiko reduzieren.

Als drittes Risiko wurde das Behälterversagen infolge einer Unterfeuerung mit der Möglichkeit eines BLEVE betrachtet. Hier ist es entscheidend, dass zum einen die Kenntnis des Vorhandenseins von Gastanks am unterfeuerten Fahrzeug bei der Einsatzleitung der Feuerwehr sichergestellt ist, um adäquate Kühlmaßnahmen und eine entsprechende Einsatztaktik einleiten zu können. Zum anderen muss eine Feuerwehr entsprechend kurze Reaktionszeiten bis zum Erstangriff realisieren können.

Da insbesondere das dritte betrachtete Szenario stark von den lokalen Gegebenheiten abhängig ist, kann keine Pauschalaussage getroffen werden. Sind jedoch die beispielhaft aufgeführten Maßnahmen vor Ort umsetzbar, sollte der Einsatz von LNG/CNG Fahrzeugen bei der Tankstellenversorgung mit vertretbaren Restrisiken machbar sein.