

# **VERFAHRENSANWEISUNG**

## **LKW-BETANKUNG**

### **Inhalt**

- 1 UMFANG**
- 2 REFERENZDOKUMENTE**
- 3 VORBEREITENDE MASSNAHMEN**
- 4 ABLAUF DER LKW-BETANKUNG**

## **1 UMFANG**

Diese Spezifikation definiert das Verfahren für die Lkw-Betankung mit LNG in der LNG-Verflüssigungsanlage der bioplusLNG GmbH, die in Röthenbach errichtet werden soll. Die Betankung der LKWs erfolgt auf den LKW-Betankungsplätzen TL19000 und TL19001.

## **2 REFERENZDOKUMENTE**

Diese Verfahrensbeschreibung basiert auf dem Dokument „Procedure for LNG Truck Loading (520REZH646001035RVB00101-0D)“.

Weiterhin ist das Dokument „Piping and Instrumentation Diagram (520REZH700001000SRI00201+0F) als Referenz zu verwenden, mit besonderem Augenmerk auf die Blätter: 30-31-32-33-34-35-38-39.

## **3 VORBEREITENDE MASSNAHMEN**

Nach einer Wartung ist eine manuelle Spülung des gesamten Systems mit Stickstoff beginnend mit den LNG-Betankungspumpen (Artikel P19000 und P19001) erforderlich. Stickstoff wird durch die Ventile X1938NG A/B auf der Druckseite der Pumpe und durch die Ventile X1930NG A/B auf der Saugseite in das System eingebracht. Alle Ventile müssen geöffnet werden und der Stickstoff muss aus den beiden flexiblen Schläuchen und aus der manuellen Entlüftung V1911NG in der Nähe des LNG-Tanks auf der BOG-Leitung abgelassen werden, die vom LKW zum LNG-Tank zurückführt.

Im Falle eines normalen Betankungsvorgangs ist dieses Vorgehen nicht mehr erforderlich, da keine Luft in das System eintritt, mit Ausnahme des nachgeschalteten Teils der Ventile X1960NG A/B und X1961NG A/B, die jedoch mit dem später beschriebenen Dichtheitsprüfverfahren gereinigt werden.

## 4 ABLAUF DER LKW-BETANKUNG

### Allgemeine Hinweise:

- 1) Der Bediener kann den Ablauf der Prozedur jederzeit unterbrechen; wenn der Vorgang unterbrochen wird, wird das System gesichert, indem die Pumpe gestoppt und die Zufuhr der Instrumentenluft zum LKW abgesperrt wird. Des Weiteren können die einzelnen Schritte im Arbeitsablauf vom Bediener nicht übersprungen werden.
- 2) Fehlende Instrumentenluft, Stromausfall und der Ausfall des LKW-Waagensystems führen zur Unterbrechung der Betankungssequenz.
- 3) Der "Totmann"-Schutz, der das System sichert, indem die Pumpe gestoppt und die Instrumentenluft zum LKW abgesperrt wird, ist in die Betankungsprozedur integriert.
- 4) Die vorliegende Verfahrensbeschreibung legt separate Aktionen für LKW-Fahrer und Anlagenbediener fest; nach entsprechender Unterweisung kann der Fahrer auch der Anlagenbediener sein.
- 5) Der Eigentümer der Anlage ist dafür verantwortlich, die Funktion des Fahrers mit der des Bedieners nach den Firmeneigenen Sicherheitsvorschriften zu kombinieren

### 4.1 Vorarbeiten und Aktivierung des Betankungsvorgangs

Die Position des Lkw wird bei der Ankunft durch Lichtschranken auf der Lkw-Waage erfasst. Wenn sich der LKW in der vorgesehenen Position befindet, wird die Schranke abgesenkt. Der Fahrer stellt den Motor ab und positioniert die Unterlegkeile an den Rädern. Der Bediener bestätigt, dass der Motor und die Standheizung ausgeschaltet ist und die Unterlegkeile richtig positioniert sind, dann schließt er die LKW-Erdung sowie die Instrumentenluft an den LKW an und bestätigt beide Aktionen (Der LKW benötigt Instrumentenluft für das automatische LNG-Einlassventil und, falls vorhanden, für das automatische Ventil an der BOG-Leitung). Die Zufuhr der Instrumentenluft wird erst später durch das Steuerungssystem aktiviert.

Während des Betankungsvorgangs begibt sich der LKW-Fahrer an einen sicheren Ort (der vom Kunden zu definieren ist).

Der Anlagenbediener aktiviert den Betankungsvorgang.

Der Verfahrensablauf erfordert hierbei vom Anlagenbediener:

- a. Bestätigung, dass die Grenzwerte für die BOG-Zusammensetzung im Lkw eingehalten werden ( $\text{H}_2\text{O} < 1 \text{ ppm}$ ,  $\text{CO}_2 < 100 \text{ ppm}$  und  $\text{O}_2 < 100 \text{ ppm}$ ). Diese Bestätigung muss vom Kunden durch das Leitsystem zum Zeitpunkt der Reservierung der LKW-Beladung eingeholt werden und vom Bediener bestätigt werden. Zusätzlich ist es möglich (nur zu Beginn der Prozedur), nach dem Anschließen des BOG-Schlauchs eine weitere analytische Überprüfung durchzuführen, was die Anforderung im Leitsystem ändert;
- b. die Aufnahme der ID des Lkw und des LKW-Tanks (der Lkw und LKW-Tank müssen bereits in der Datenbank registriert sein),
- c. die Aufnahme der ID des Fahrers (der Fahrer muss als Absolvent des Sicherheitstrainings registriert sein).
- d. die Aufzeichnung einer Abweichung, wenn der Druck im Inneren des LKW-Tanks (der Wert ist an der Druckanzeige am LKW-Tank abzulesen) höher ist als der eingestellte Druck am Druck-Transmitter PIC1959AB für den LKW-Betankungsplatz TL19000 bzw. PIC1959BB für den Betankungsplatz TL19001.
- e. die Zustimmung zur Aktivierung des Betankungsvorgangs auf der Grundlage der Analyse des zu tankenden LNG und Erteilung der Genehmigung, fortzufahren.

Das Steuerungssystem überprüft die ordnungsgemäße Erdung, erkennt das Leergewicht des LKW und stellt sicher, dass der maximal zulässige Druck des LKW-Tanks größer oder gleich dem maximal zulässigen Betankungsdruck ist (=Sollwert der PAHH1961-Auslösung) und bestätigt, dass der Stickstoffdruckalarm PAL1711 nicht aktiv ist. Das Steuerungssystem übernimmt außerdem die Überwachung des „Totmann“-Schutzes.

Nur wenn die Erdung angeschlossen ist und dies vom Steuerungssystem bestätigt

wurde, der Stickstoffdruckalarm PAL1711 nicht aktiv ist, die Prüfung auf maximal zulässigen Druck LKW-Tanks positiv ist und der Anlagenbediener bestätigt hat, dass der Motor ausgeschaltet ist und die Räder durch Unterlegkeile blockiert sind, ist der Anlagenbediener in der Lage, mit den nächsten Schritten fortfahren.

Bei fehlender Erdungsverbindung endet der Betankungsvorgang und die Pumpe stoppt.

Das Steuerungssystem erhält vom Leitsystem die maximal zu tankende Menge in kg. Unter Berücksichtigung der ID des Lkw und des LKW-Tanks (durch die das maximale Füllgewicht des Lkw definiert ist) und dem ermittelten Leergewicht berechnet das Steuerungssystem die Menge an LNG, die in den Lkw getankt werden kann. Das Leitsystem wählt das Minimum zwischen dem erhaltenen Wert in MWh (welches noch in kg vom Leitsystem umgewandelt wird), dem Lkw-spezifischen errechneten Wert (definiert durch LKW-ID und LKW-Tank-ID) (max. Füllgewicht) und dem bereits erfassten Leergewicht (in kg).

Sobald der Betankungsvorgang aktiviert ist, werden die Armaturen des Betankungsplatzes in die folgende Position gebracht: HV1951 (ESD-LNG-Einlass) geöffnet, HV1950 geschlossen (um zu verhindern, dass LNG während des Abkühlens der Pumpe zu zirkulieren beginnt und der Gegendruck das Abkühlen der Pumpe blockieren kann), FV1950 geschlossen mit dem Regler im manuellen Modus, HV1952 geschlossen, HV1953 (LNG-Abfluss) geschlossen, HV1954 und HV1955 (Stickstoffeinlass) geschlossen, HV1956 (ESD-BOG-Auslass) geöffnet, HV1957 geschlossen, PV1958 geschlossen mit Regler im manuellen Modus, PV1959 geschlossen mit dem Regler im manuellen Modus. Die beiden Handventile, die den flexiblen Schläuchen X1960NG und X1961NG vorgeschaltet sind, sind bereits seit dem Ende des vorangegangenen Betankungsvorgangs geschlossen. Auch die manuellen Stickstoffspülventile V1962NG, V1963NG, X1965N und X1966N, die den flexiblen Schläuchen vorgeschaltet sind, sind bereits seit dem Ende des vorangegangenen Betankungsvorgangs geschlossen.

Die Ventile HV1958, HV1959 und HV1963 werden nicht während der Lade-prozedur vom Bediener verstellt, sondern werden vom Leitsystem eingestellt. Das Ventil HV1958 ist üblicherweise geöffnet und die Ventile HV1959 und HV1963 sind üblicherweise geschlossen. Nur wenn der BOG-Kompressor während des Ladevorgangs stoppt, schließt das Ventil HV1958 automatisch und das HV1959 öffnet automatisch, um den Füllvorgang nicht zu stoppen. Entweder das BOG wird vorübergehend ausgeblasen bis der BOG-Kompressor wieder gestartet wird oder die Fackel wird gestartet. Sollte das Ausblasen nicht erlaubt sein, wird der Ladevorgang gestoppt, bis der BOG – Kompressor wieder in Betrieb ist oder die Fackel gestartet wurde.

#### 4.2 Abkühlung der LNG-Pumpe

Der Anlagenbediener bestätigt den Beginn des Abkühlens der LNG-Pumpe, indem er die Ventile HV1902, HV1932 und PDV1939 öffnet. Da HV1950 und FV1950 geschlossen sind, zirkuliert kein LNG in der Leitung zwischen Pumpe und Betankungsplatz. Die Abkühlung der Pumpe endet, wenn die Mindesttemperaturschwelle TAL1932 an der Pumpe erreicht ist. Wird die Mindesttemperatur nicht in der voreingestellten Zeit erreicht, wird ein Alarm ausgelöst und die Sequenz gestoppt.

#### 4.3 Anschluss der flexiblen Schläuche

Während das Abkühlen der Pumpe durchgeführt wird, nimmt der Anlagenbediener die beiden Schläuche (LNG-Seite und BOG-Seite) von den Halterungen und schließt sie an den LKW an, wobei die manuellen Ventile X1960NG und X1961NG vor den Schläuchen geschlossen bleiben. Vor der Aufnahme der Schläuche von den Halterungen kann der Bediener das Ventil X1977N schließen, um die Stickstoffentlüftung im Bereich der Halterungen zu reduzieren. Wenn die Schläuche von den Halterungen abgenommen werden, wird durch einen Schalter das Ampelsignal von Grün auf Rot gewechselt. Nach dem Anschließen der Schläuche an den LKW öffnet der Anlagenbediener die beiden Handventile vor den Schläuchen X1960NG und X1961NG, während er die Handventile am LKW geschlossen hält. Der Anlagenbediener bestätigt den Beginn der Dichtheitsprüfung der Schlauchverbindung

zum LKW und das Steuerungssystem öffnet die Stickstoffventile HV1954 und HV1955, um den Leitungsabschnitt zwischen dem Ventil am LKW und den Ventilen HV1952 und HV1957 unter Druck zu setzen. Das Kontrollsystem überprüft, ob die Drücke an den Messumformern PT1960 und PT1961 die Schwellenwerte PAH1960 und PAH1961 erreicht haben. Da es sich bei der Dichtheitsprüfung nicht um eine Druckprüfung handelt, ist der Schwellenwert niedriger als bei PCV1975 eingestellt. Wenn die Schwellenwerte PAH1960 und PAH1961 erreicht sind, werden die Ventile HV1954 und HV1955 geschlossen. Der Anlagenbediener führt die Dichtheitsprüfung der Schlauch-LKW-Verbindung durch Aufsprühen von Seifenwasser durch. Nach Abschluss der Dichtheitsprüfung bestätigt der Bediener, dass die Prüfung abgeschlossen ist. Daraufhin lässt das Steuerungssystem durch Öffnen der Ventile HV1953 und PV1959 den Stickstoffdruck ab, basierend auf einer vorher festgelegten Zeitspanne.

. Werden die Einstellwerte für PAL1960 und PAL1961 (z.B. 0,1 barg), basierend auf dem Gegendruck, nicht erreicht, kann die Steuerung Stickstoff durch die Ventile V1963NG und V1962NG ausblasen, um diese Einstellwerte zu erreichen.

Basierend auf dem Gegendruck, der in der BOG-Leitung zum BOG-Kompressor vorhanden ist, können die Einstellwerte PAL1960 und PAL 1961 erreicht werden, indem der Restdruck mit den manuellen Ventilen V1963NG und V1962NG an den Ausbläser abgelassen wird. Sobald die Schließrückmeldungen bestätigen, dass beide Ventile geschlossen sind und die Einstellwerte von PAL1960 und PAL1961 erreicht sind, bestätigt der Anlagenbediener, dass die Instrumentenluft für den LKW aktiviert werden kann. Das Steuerungssystem aktiviert das Magnetventil SY1950, das Instrumentenluft zuführt und das LNG-Einlassventil am Lkw und, falls vorhanden, das BOG-Ventil am Lkw öffnet. Diese Ventile sind Fail-Close-Ventile, d. h. sie öffnen nur, wenn Instrumentenluft zugeführt wird. Der Fahrer öffnet gleichzeitig die beiden manuellen Ventile (LNG und BOG) am LKW und der Anlagenbediener bestätigt über die Schnittstelle des Steuerungssystems, dass sie geöffnet wurden. Die LNG-Leitung bis zu den Ventilen HV1952, HV1953 und HV1954 und die BOG-Leitung bis HV1957, HV1955 und PV1959 werden mit dem gleichen Druck wie am LKW unter Druck gesetzt.

Wenn der Hochdruckalarm im LKW ausgelöst wurde, wird die Sequenz eingefroren,

PAHH1961 und PAHH1960 werden gesperrt und der Anlagenbediener muss den LKW manuell über das Ventil PV1959 drucklos machen.

Der Anlagenbediener kann die Analyse des im Fahrzeug vorhandenen BOG durchführen, um die Einhaltung der Grenzwerte  $\text{H}_2\text{O} < 1 \text{ ppm}$ ,  $\text{CO}_2 < 100 \text{ ppm}$  und  $\text{O}_2 < 100 \text{ ppm}$  zu überprüfen; dieser Schritt liegt im Ermessen des Anlagenbedieners. Der Anlagenbediener öffnet das Handventil S1961NG (das geschlossen ist und nur zur Analyseüberprüfung geöffnet werden darf) und aktiviert das Analyseverfahren, das das Magnetventil AY1003/AY1004 öffnet.

#### 4.4 Druckentlastung des LKW

Wenn der Hochdruckalarm im LKW ausgelöst wurde, wird die Betankungssequenz gestoppt und der Anlagenbediener muss den Druck zum BOG-Kompressor ablassen, indem er das Ventil PV1959 im manuellen Modus öffnet, bis der PIC1959xB-Einstellwert erreicht ist. Falls der BOG-Kompressor gestoppt wird, muss der Druck, nach dem Einschalten der Bodenfackel, durch das manuelle Ventil X922NG (am Modul MDL9000 – HC-Heizmodul) an die Bodenfackel abgegeben werden. Der Anlagenbediener bestätigt den Beginn des Vorganges der LKW-Druckentlastung bis auf einen Wert nahe dem LNG-Tankdruck.

Um diesen Vorgang durchzuführen, öffnet das Steuerungssystem zuerst das Ventil HV1957 (der Druck erreicht das Ventil PV1958, das mit dem Regler im manuellen Modus noch geschlossen ist) und versetzt dann den Regler PIC1900 am LNG-Tank in den Automatikmodus, der das Ventil PV1958 öffnet, wenn der Druck im Tank unter seinem Sollwert liegt. Der Druck im Tank ist normalerweise niedriger als der PIC1900-Sollwert, da er vom PIC1910B angesteuert wird, der einen niedrigeren Sollwert hat.

Das in den LNG-Tank eintretende Gas wird zum HC-Erhitzer weitergeleitet, um es anschließend mit Hilfe des BOG-Kompressors als Speisegas zurückzugewinnen zu können. Wenn das Steuerelement PIC1910B den Druck im Tank niedrig halten kann (z. B., weil der LKW-Tank nicht unter Druck steht oder kalt ist), bleibt das Ventil PV1958

zu 100% geöffnet. Andererseits, wenn der LKW-Tank unter Druck steht oder heiß ist, kommt es beim Eintritt von heißem Gas in den LNG-Tank zu einer Verdampfung von LNG im Tank. Der dadurch entstehende Gesamtgasstrom kann möglicherweise durch die Tankdruckregelung (PIC1910B mit dem Ventil PV1910B) nicht vollständig aus dem LNG-Tank entlassen werden. In diesem Fall kann der Sollwert des PIC1900 (höherer Wert als bei PIC1910B) erreicht werden und das Ventil PV1958 startet automatisch kontrolliert zu schließen, gesteuert von dem PIC1900.

Wenn der Druck im LKW-Tank etwas höher ist als der Druck im LNG-Tank ( $PI1959 \leq PI1900 + 0,2 \text{ bar}$ ), gilt die Druckentlastung als abgeschlossen. Das erreichte  $\Delta p$  zwischen PI1959 und PI1900 ist Voraussetzung für die Einleitung des nächsten Schritts. Der Regler PIC1900 wird im Automatikmodus belassen, so dass das Ventil PV1958 geöffnet bleibt.

Wenn aus irgendeinem Grund der Druck im LNG-Tank steigt und den Sollwert des Reglers PIC1900 überschreitet, schließt das Ventil PV1958, der Anlagenbediener wird durch den Alarm PAH1900 alarmiert und das Steuerungssystem fordert den Anlagenbediener auf, folgende Maßnahmen zu ergreifen: Der Bediener kann den LNG-Tank drucklos machen, indem er mit dem Ventil X1907NG (befindet sich auf dem LNG-Tankmodul MDL19000) manuell Gas in die Bodenfackel abgibt, so dass der PAH1900-Alarm deaktiviert wird, oder der Anlagenbediener kann den LKW-Tank manuell drucklos machen, indem er das Ventil PV1959 über die Steuerung PIC1959xB im manuellen Modus öffnet und das Gas mit dem Ventil X922NG (befindet sich auf dem HC-Heizmodul MDL9000) in die Bodenfackel ablässt oder mit den nächsten Schritten der Betankung fortfährt. Im letzteren Fall wird der LKW-Tankdruck automatisch vom Ventil PV1959 abgelassen, wenn der Sollwert des Reglers PIC1959xB erreicht ist, was auch nach Beginn der LNG-Betankung auftreten kann.

Wenn der Anlagenbediener entschieden hat, mit der Betankung fortzufahren, kann die Drucksenkung beim Eintritt des LNG in den Lkw-Tank durch die Zuführung von LNG von der Oberseite des Lkw-Tanks unterstützt werden.

#### 4.5 Inbetriebnahme der LNG-Pumpe und Abkühlung der LNG-Leitung

Es wird gewartet, bis die Abkühlung der LNG-Pumpe abgeschlossen ist.

Nachdem das Abkühlen der LNG-Pumpe abgeschlossen ist, bestätigt der Anlagenbediener, dass die Pumpe im Rezirkulationsmodus gestartet werden kann, der vom PDIC1939 gesteuert wird, der auf PDV1939 einwirkt. Das Steuersystem startet die Pumpe P19000/ P19001.

Nach dem Start der Pumpe prüft die Steuerung die Temperatur TI1951 am Eintritt des Betankungsplatzes. Wenn die Temperatur des TI1951 höher ist als die Temperatur des BOG des LKWs TI1962 + 50 °C, beginnt das Steuerungssystem mit dem Abkühlen der Leitung zwischen der Pumpe und dem Betankungsplatz (+50 °C ist eine akzeptable Differenz für die Zugabe von verdampftem BOG in die Leitung für den LKW). Die Abkühlung erfolgt durch zunehmende Öffnung des Ventils HV1950 mit Begrenzung der maximalen Öffnung bei vollständig geschlossenem PDV1939 (um eine Überlastung des Pumpenmotors zu vermeiden). Die Abkühlung der Leitung kann als beendet betrachtet werden, wenn die Temperatur TI1951 niedriger ist als der Wert von TI1962 +50 °C. Wenn die Temperatur TI1951 gleich oder kleiner als TI1962 +50 °C ist, führt die Steuerung die Abkühlung der Leitung nicht durch und die LKW-Betankung wird direkt ausgeführt (nächster Schritt). Wenn die Abkühlung der Leitung zwischen Pumpe und Betankungsplatz abgeschlossen ist, schließt das Steuersystem das Ventil HV1950 schrittweise und startet den LKW-Betankungsvorgang (nächster Schritt). Wenn sich das Ventil HV1950 allmählich schließt, wird die Pumpe vom PDIC1939 gesteuert.

#### 4.6 LKW-Abkühlung und Betankung

Dieser Schritt kann gestartet werden, wenn der Druck des PIC1959xA höher ist als der Einstelldruck am PAH1959xA (z. B. 0,2 barg), zur Überprüfung, ob das BOG-Ventil am LKW geöffnet ist.

Nach dem Abkühlen der Pumpe und wenn die Temperatur TI1951 gleich oder kleiner

als TI1962 + 50 °C ist, kann mit der LKW-Betankung begonnen werden. Die Steuerung stellt den Regler FIC1950 entsprechend der Temperatur TI1962 (BOG aus dem LKW kommend) ein. Wenn die Temperatur höher als -80 °C ist, muss eine Abkühlung des LKWs durchgeführt werden. Die Abkühlung erfolgt durch Einstellen des Durchflusssollwerts des FIC1950-Reglers auf die minimale Durchflussrate, die vom FI1950 (?) -Durchflussmesser gemessen werden kann (wird im Verlauf der Planung definiert). Die Abkühlung des LKW gilt als beendet, wenn die Temperatur TI1962 unter -80 °C liegt. Wenn die Temperatur unter -80 °C liegt (oder wenn sie nach der vorherigen Abkühlphase -80 °C erreicht hat), wird der Sollwert des Reglers FIC1950 auf 75 m<sup>3</sup>/h eingestellt. Der Regler FIC1950 wirkt, neben der Wirkung auf das Ventil FV1950, auch auf den Frequenzumrichter der Pumpe und auf den Sollwert des PDIC1939 und stellt sicher, dass das Pumpenumwälzventil immer leicht geöffnet bleibt (z. B. 5%).

Sobald der Regler FIC1950 eingestellt ist (im manuellen Modus gehalten), öffnet das Steuerungssystem das Ventil HV1952 (bei noch geschlossenem FV1950-Ventil), dann öffnet allmählich das Ventil FV1950, bis die eingestellte Durchflussrate FIC1950 erreicht ist; danach wird der Regler in den Automatikmodus versetzt. Da die Instrumentenluftversorgung zum LKW bereits aktiviert wurde, ist das automatische Ventil am Einlass des LKW bereits geöffnet. Die Öffnung des Ventils FV1950 unterliegt ebenfalls der Steuerung des Reglers PIC1959xA, der den LNG-Durchflusssollwert des Reglers FIC1950 reduziert, wenn der BOG-Druck den Sollwert von PIC1959xA erreicht.

Während der Betankungsphase wird das aus dem LKW strömende BOG im LNG-Tank durch das Ventil PV1958 zurückgewonnen, welches geöffnet wird, da es durch den Regler PIC1900 gesteuert wird und einen höheren Einstellwert als den Tankdruck aufweist (gesteuert durch das Steuergerät PIC1910B). Abhängig von der Temperatur des BOG kommt es zu einer Verdunstung von LNG im LNG-Tank.

Wenn aufgrund des Schließens von PV1958 oder einer übermäßigen Öffnung des Ventils FV1950 der Druck PI1959 im LKW-Tank ansteigt, reduziert der Regler

---

PIC1959xA den Sollwert des Reglers FIC1950. Wenn der Druck weiter ansteigt, öffnet der Regler PIC1959xB (mit einem höheren Sollwert als der Regler PIC1959xA) das Ventil PV1959 und leitet das überschüssige BOG an die HC-Heizung und den BOG-Kompressor ab.

Wenn während der LNG-Betankung bei laufender Pumpe der Druck PI1960 beim Öffnen des Ventils HV1952 0,1 bar beträgt (Sollwert PALL1960 = 0,1 barg), stoppt das Steuerungssystem die Pumpe und schließt die Ventile HV1902, HV1932, HV1957, HV1958 und HV1952, da dies mit einem Bruch des LNG-Schlauches verbunden ist. Durch das Stoppen der Pumpe wird auch die Versorgung mit Instrumentenluft über das Magnetventil SY1950 unterbrochen. Der Bruch des LNG-Schlauchs wird auch durch den plötzlichen Anstieg der Stromaufnahme des LNG-Pumpenmotors erkannt. Eine spezielle Logik mit der Erkennung einer steigenden Stromaufnahme in kurzer Zeit ist vorgesehen, um die Pumpe zu stoppen und die gleichen Ventile wie oben beschrieben zu schließen.

Die Durchflussmenge des BOG, die vom LKW in den LNG-Tank oder direkt in die HC-Heizung gefördert wird, ist abhängig von der Temperatur des LKW-Tanks. Die Durchflussrate des BOG, die aus dem LNG-Tank abgelassen werden muss, entspricht der Summe des vom LKW-Tank übertragenen BOG und des BOG, das durch die Verdunstung von LNG-Tank entsteht (entspricht einer Funktion der Temperatur des ankommenden BOG). Die Gesamtdurchflussmenge von BOG wird durch die Größe des BOG-Kompressors begrenzt. Falls die erzeugte BOG-Menge größer ist als die Kapazität des BOG-Kompressors, erhöht sich der BOG-Druck.

Wenn der Druck im LKW-Tank bei eingeschalteter Pumpe den Sollwert von PAHH 1961 erreicht (dieser Sollwert wird durch den maximal zulässigen Druck vom LKW-Tank bestimmt), weil einerseits die Armaturen PV1958 und PV1959 nicht in der Lage sind, das gesamte im LKW-Tank enthaltene BOG abzuführen oder andererseits die Sollwerte von PAHH1960 oder PAHH1962 erreicht werden (beide Schwellenwerte dienen dem LKW-Schutz bei geschlossenem BOG-Ablassventil, wobei der Schwellenwert PAHH1962 0,2 bar niedriger ist als der von PAHH1960), stoppt das

Steuerungssystem die Pumpe und schließt die Ventile HV1902, HV1932, HV1957 und HV1952. Wenn zusätzlich während der LNG-Beladung des LKW-Tanks bei laufender Pumpe und bei geöffnetem Ventil HV1957 der Druck PI1961 0,1 barg beträgt (Sollwert PALL1961= 0,1 barg), stoppt die Steuerung die Pumpe und schließt die Ventile HV1902, HV1932, HV1957, HV1958 und HV1952, weil dies mit einem Bruch des BOG-Schlauches verbunden ist.

Während der Lkw-Betankung (z. B., wenn 50 % des zulässigen Ladegewichts erreicht sind) kann der Anlagenbediener die LNG-Analytik starten: Die Lkw-Betankungsprozedur startet den Analysevorgang durch Öffnen des Magnetventils am Analysehahn vor der LNG-Pumpe. Am Ende der Analyse wird das Magnetventil wieder geschlossen.

Wenn 90 % des zulässigen Ladegewichts erreicht sind und die Temperatur als zu zertifizierender Parameter erforderlich ist, wird die LNG-Temperatur TI1901 am Auslass des LNG-Tanks gemessen.

Während der gesamten Betankungsphase des LKW kann der Anlagenbediener die Sequenz jederzeit vom Bedienfeld aus unterbrechen. Diese Aktion beinhaltet das Schließen des automatischen Bodenventils des LKW und des automatischen Gasphasenventils, falls am Lkw vorhanden, sowie das Stoppen der Pumpe.

#### 4.7 Ende der LKW-Betankung

Während der Betankung muss alle 5 Minuten ein Vergleich zwischen der Masse des gesamten LNG, die durch FQI1950 erfasst wird, und der im LKW getankten Masse, die über die LKW-Waage WQ1900 ermittelt wird, durchgeführt werden. Wenn die prozentuale Differenz  $(WQ-FQI)/WQ$  größer als 5 % ist und die getankte Masse größer als 80 % des zugelassenen Ladegewichts ist, wird der Betankungsvorgang gestoppt (bei getankter Masse unter 80 % des zugelassenen Ladegewichts wird nur eine Warnung ausgegeben). Wenn das von der LKW-Waage gemessene Ladegewicht den Sollwert des zugelassenen Ladegewichts überschreitet, wird WQ1900HH aktiviert und

die Pumpe gestoppt.

Wenn 95 % des voreingestellten zulässigen Ladegewichts erreicht sind (unter Berücksichtigung des von der LKW-Waage WQ1900 empfangenen Signals), fährt das Steuerungssystem FIC1950-Einstellwert auf die minimale Durchflussmenge des Durchflussmessers FI1950 herunter (sofern er nicht bereits zuvor aufgrund einer übermäßigen BOG-Produktion während des Betankens reduziert wurde). Wenn dann das maximal zugelassene Ladegewicht erreicht ist, wird das Ventil HV1952 geschlossen, während die Pumpe in Betrieb bleibt, gesteuert durch PDIC1939. Wenn das Ventil HV1952 nicht schließt (Unstimmigkeiten bei der Schließendstellung), wird die Pumpe gestoppt.

Nachdem die LKW-Betankung beendet ist, sinkt der Druck im LKW-Tank und das Ventil PV1959 wird, wenn es aufgrund von hohem Druck geöffnet wurde, geschlossen, sobald der Druck unter den eingestellten Wert des Reglers PIC1959xB fällt. Gleichzeitig sinkt der Druck im LNG-Tank, wenn die in den Tank eintretende BOG-Menge sich reduziert. Das Ventil PV1958 wird von der Steuerung PIC1900 geöffnet, wenn es zuvor durch den Druckanstieg im LNG-Tank geschlossen war, und der Druck im LKW-Tank wird auf einen Wert nahe dem LNG-Tankdruck entlastet. Wenn der Druck im LNG-Tank niedriger ist als der Sollwert des Reglers PIC1900, wurde zuvor das Ventil PV1958 bereits geöffnet.

Wenn der Druck im LKW-Tank PI1959 leicht über dem Druck im LNG-Tank liegt ( $PI1959 \leq PI1900 + 0,2 \text{ bar}$ ), schließt auch das Ventil HV1957. Das Ventil PV1958 bleibt immer vom Regler PIC1900 gesteuert, der es offen hält, wenn am Ende der Betankung der Druck im LNG-Tank unter den Sollwert von PIC1900 fällt. Der Anlagenbediener muss bestätigen, dass der Druck im LKW-Tank (der dem Druck im LNG-Tank + 0,2 bar entspricht) für den Straßentransport geeignet ist. Wenn der Druck für den Straßentransport weiter verringert werden muss, muss der Anlagenbediener den Druck reduzieren, indem er BOG über das Ventil PV1959 an den BOG-Kompressor ablässt.

Nach dem Schließen des Ventils HV1957 und wenn der Alarm PAL1711 nicht aktiv ist, injiziert die Steuerung Stickstoff für 30 Sekunden in die Leitung hinter dem Ventil HV1952, indem das Ventil HV1954 geöffnet wird, um das Rest-LNG in den LKW-Tank zu drücken (Ist der Alarm PAL1711 aktiv, wird das Öffnen des Ventils HV1954 nicht zugelassen). Nach 30 Sekunden wird das Ventil HV1954 geschlossen, die Pumpe gestoppt und die Ventile HV1902 (Pumpeneinlass) und HV1932 (Pumpenentgasung) geschlossen. Das Ventil PDV1939 an der Pumpe wird geöffnet, wodurch der LNG-Druck (innerhalb der LNG-Leitung) entspannt wird. Der Druck in der LNG-Leitung gleicht den Druck in der BOG-Leitung und im LNG-Tank aus. Wenn die Pumpe gestoppt wird, schaltet die Steuerung auch die Instrumentenluft zum LKW ab und lässt den Druck der Instrumentenluft über das Dreiwege-Magnetventil SY1950 ab, so dass das automatische LNG-Einlassventil am LKW und, falls vorhanden, das automatische Ventil an der BOG-Leitung am Lkw schließen. Das Steuerungssystem informiert den Anlagenbediener daraufhin, dass er den flexiblen Instrumentenluftanschluss trennen kann. Nach dem Trennen der Instrumentenluft bestätigt der Bediener diesen Vorgang.

Zu diesem Zeitpunkt öffnet das Steuerungssystem das Ventil HV1953, um den Druck zwischen dem automatischen Einlassventil am LKW und dem Ventil HV1952 zu entspannen. Wenn in diesem Leitungsabschnitt der eingestellte Druck von PALL1960 = 0,3 barg (der Wert bezieht sich auf den Druck in der BOG-Leitung zum BOG-Kompressor) erreicht ist, informiert das Steuerungssystem den Anlagenbediener, dass er das manuelle Ventil auf dem LKW und das manuelle Ventil vor dem LNG-Schlauch X1960NG schließen kann und mit der Inertisierung des Schlauchs fortfahren kann (das Ventil HV1953 wird von der Steuerung offen gehalten). Die Inertisierung erfolgt durch manuelles Öffnen des Ventils V1963NG, um den Stickstoff in den Ausbläser zu leiten, und durch anschließendes manuelles Öffnen des Stickstoffeinlassventils X1965N für 5 Sekunden, wobei der Füll- und Entleerungsvorgang mit Stickstoff dreimal wiederholt wird. Nachdem dieser Vorgang abgeschlossen ist, kann der Anlagenbediener den LNG-Schlauch (nicht den BOG-Schlauch) vom Fahrzeug trennen. Der Anlagenbediener muss die Durchführung dieses Vorgangs bestätigen. Das Ablassventil HV1953 muss geöffnet bleiben, damit zwischen dem Ventil HV1952 und dem Handventil X1960NG vor dem Schlauch kein

---

Druckanstieg wegen Wärmeausdehnung auftritt.

Das Ventil FV1950 bleibt vom Regler FIC1950 am minimalen Sollwert gesteuert, der es geöffnet hält (da kein Durchfluss vorhanden ist), so dass es kein Druckanstieg in der Leitung zwischen den Ventilen FV1950 und HV1952 auftritt.

Bei gestoppter Pumpe muss das Ventil PV1958 bei 10 % geöffnet bleiben (auch wenn der LNG-Tankdruck über dem PIC1900-Sollwert liegt), um den Druckanstieg zu verringern, der durch die Wärmeausdehnungen zwischen den Ventilen PV1958 und HV1957 entsteht.

Nach Bestätigung der Trennung des LNG-Schlauchs vom Lkw informiert das Steuerungssystem den Anlagenbediener, dass er das manuelle Ventil der BOG-Leitung am Lkw schließen muss. Der Anlagenbediener muss bestätigen, dass dieser Vorgang durchgeführt wurde. Daraufhin öffnet das Steuerungssystem das Ventil PV1959, um die Leitung zwischen dem manuellen Ventil am LKW und dem Ventil HV1957 drucklos zu machen und das BOG in die Leitung zum BOG-Kompressor abzulassen. Wenn in diesem Leitungsabschnitt der eingestellte Druck PALL1959xA = 0,3 barg oder PALL1961 = 0,3 barg (der Wert bezieht sich auf den Druck in der BOG-Leitung zum BOG-Kompressor) erreicht ist, öffnet das Steuerungssystem das Stickstoffventil HV1955 für 30 Sekunden, um die Leitung zwischen dem manuellen Ventil am LKW und dem Ventil HV1957 zu spülen. Der Stickstoff wird durch das Ventil PV1959 in die Leitung zum BOG-Kompressor abgelassen. Nach diesem Vorgang informiert das Steuerungssystem den Anlagenbediener, dass er das manuelle Ventil X1961NG vor dem Schlauch schließen und mit der Inertisierung des Schlauchs fortfahren kann. Die Inertisierung erfolgt durch manuelles Öffnen des Ventils V1962NG, um den Stickstoff in den Ausbläser abzulassen, und anschließendes manuelles Öffnen des Stickstoffeinlassventils X1966N für 5 Sekunden, wobei der Füll- und Entleerungsvorgang mit Stickstoff dreimal wiederholt wird. Nachdem dieser Vorgang abgeschlossen ist, kann der Anlagenbediener den BOG-Schlauch vom LKW trennen. Der Anlagenbediener muss die Durchführung dieses Vorgangs bestätigen. Das Ventil PV1959 wird nicht weiter von der Regler PIC1959xB gesteuert, sondern von der

Steuerung geöffnet und wird offen gehalten, damit es zwischen dem Ventil HV1957 und dem Handventil X1961NG vor dem Schlauch zu keinem Druckanstieg kommt.

Die Schläuche müssen wieder auf den entsprechenden Halterungen angebracht werden, die mit einem Schalter ausgestattet sind, der das Heben der Schranke ermöglicht. Auch bei geöffneter Schranke bleibt das Ampelsignal auf Rot. Nach dem Auflegen der Schläuche auf die Halterungen muss der Anlagenbediener das Ventil X1977N leicht öffnen, um die Schläuche mit Stickstoff zu füllen, wenn das Ventil zuvor geschlossen wurde, als die Schläuche von den Halterungen abgenommen wurden.

Das Steuerungssystem informiert den Anlagenbediener, dass er die Erdung trennen kann und dass der Fahrer die Unterlegkeile entfernen kann. Wenn die Erdung des Lkw getrennt ist, der Fahrer bestätigt hat, dass die Unterlegkeile entfernt wurden und die administrativen Tätigkeiten abgeschlossen sind, lässt das Steuerungssystem das Ampelsignal von Rot auf Grün umschalten, um dem LKW die Erlaubnis zur Ausfahrt zu geben.

#### 4.8 Betriebsvorschriften für die Abkühlung der Pumpe

Zusätzlich zu der in dieser Verfahrensanweisung vorgesehenen Abfolge kann die Abkühlung der Pumpe auch mit einem separaten Schritt durch den Anlagenbediener mit einer speziellen Funktion des Steuerungssystems durchgeführt werden. Insbesondere wenn die Häufigkeit der LKW-Betankung häufiger als alle 2 Stunden erfolgt, ist es empfehlenswert, die Abkühlung unmittelbar nach Abschluss der LKW-Betankung durchzuführen.

#### 4.9 Betriebliche Vorsichtsmaßnahmen bei Überfüllung des LKW

Im Falle einer Überfüllung des LKW, während der LKW noch am Betankungsplatz angeschlossen ist und sich noch auf der LKW-Waage befindet, wird die LNG-Überladung vom Anlagenbediener aus dem Ventil HV1953 abgelassen und in die HC-

Heizung abgeleitet. Die Verdampfung von LNG kann durch die Einleitung von Stickstoff in den Drainage-Manifold durch das Ventil X1967N erleichtert werden. Die LNG-Entleerung muss langsam erfolgen, um den Druck bei der Ansaugung des BOG-Kompressors nicht zu stark zu erhöhen, da die Leistung des BOG-Kompressors auf ihren Auslegungswert begrenzt ist.