



# **Schutz von Kryo-Transporttanks gegen unzulässigen Druckanstieg während des Befüllens**

**IGC Doc 77/01/D**

**Protection of cryogenic transportable tanks against excessive  
pressure during filling**

**EUROPEAN INDUSTRIAL GASES ASSOCIATION**

Avenue des Arts 3-5 • B-1210 BRUSSELS  
Tel: +32 22177098 • Fax: +32 22198514  
E-mail: [info@eiga.org](mailto:info@eiga.org) • Internet: [www.eiga.org](http://www.eiga.org)

**INDUSTRIEGASEVERBAND e.V.**

Komödienstraße 48 • D-50667 Köln  
Tel: +49 221 9125750 • Fax: +49 221 91257515  
E-mail: [Kontakt@Industriegaseverband.de](mailto:Kontakt@Industriegaseverband.de)  
Internet: [www.Industriegaseverband.de](http://www.Industriegaseverband.de)

## Schutz von Kryo-Transporttanks gegen unzulässigen Druckerhöhung während des Befüllens

Dieses Dokument ist die deutsche Übersetzung des Original-EIGA-Dokumentes IGC 77/01 E (in englischer Sprache), die mit Erlaubnis der EIGA erstellt wurde.

Sollte der Text der deutschen Übersetzung teilweise unklar sein, so gilt in jedem Fall verbindlich der englischsprachige Text des EIGA-Originaldokumentes.

Die Informationen, die vom IGV herausgegeben werden, wurden mit größter Sorgfalt auf Basis der zur Zeit der Herausgabe vorhandenen Kenntnisse zusammengestellt. Der IGV schließt sich voll inhaltlich den nachfolgenden Haftungsausschlussklauseln der EIGA an.

### Haftungsausschlussklauseln

Alle technischen Veröffentlichungen der EIGA oder im Namen der EIGA einschließlich Verfahrensbestimmungen, Sicherheitsvorschriften und aller sonstigen technischen Informationen, die in den Veröffentlichungen enthalten sind, stammen aus Quellen, die als zuverlässig betrachtet werden, und basieren auf technischen Informationen und Erfahrungen, die zum Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung von EIGA-Mitgliedern und anderen erhältlich waren.

Zwar empfiehlt die EIGA ihren Mitgliedern die Bezugnahme auf ihre Veröffentlichungen oder deren Verwendung, aber die Bezugnahme auf EIGA-Veröffentlichungen oder deren Verwendung durch EIGA-Mitglieder oder durch Dritte ist rein freiwillig und nicht bindend.

Daher übernehmen die EIGA und ihre Mitglieder keine Garantie für die Ergebnisse, und sie übernehmen keine Haftung oder Verantwortung hinsichtlich der Bezugnahme auf Informationen oder Vorschläge, die in Veröffentlichungen der EIGA enthalten sind, oder deren Verwendung.

Die EIGA hat keinerlei Kontrolle über die Tauglichkeit oder Untauglichkeit, Fehldeutungen, korrekte oder falsche Verwendung von in EIGA-Veröffentlichungen enthaltenen Informationen oder Vorschlägen durch Personen oder Instanzen (einschließlich EIGA-Mitgliedern), und die EIGA schließt ausdrücklich jegliche Haftung in diesem Zusammenhang aus.

EIGA-Veröffentlichungen werden regelmäßig überarbeitet, und den Anwendern wird dringend empfohlen, sich stets die neueste Ausgabe zu beschaffen.

© EIGA 2001/IGV 2001 - EIGA/IGV gestatten die Vervielfältigung dieser Veröffentlichung unter der Voraussetzung, dass sie als Urheber angegeben werden.

**EUROPEAN INDUSTRIAL GASES ASSOCIATION**

Avenue des Arts 3-5 - B 1210 Brussels

Tel +32 2 217 70 98 Fax +32 2 219 85 14

E-Mail: [info@eiga.org](mailto:info@eiga.org) Internet: <http://www.eiga.org>

**INDUSTRIEGASEVERBAND e.V.**

Komödienstr. 48 - D 50667 Köln

Tel +49 221 9125750 Fax +49 22191257515

E-Mail: [Kontakt@Industriegaseverband.de](mailto:Kontakt@Industriegaseverband.de)  
Internet: <http://www.Industriegaseverband.de>

**Inhaltsverzeichnis**

1 Einführung .....	1
2 Definitionen .....	1
3 Geltungsbereich und Zweck.....	1
3.1 Geltungsbereich .....	1
3.2 Zweck .....	1
4 Umfüllsysteme und Umfüllverfahren .....	2
4.1 Allgemeines.....	2
4.2 Füllen mit einer Pumpe .....	2
4.3 Füllen mit Druckausgleich .....	2
4.4 Füllen mit Differenzdruck .....	2
5 Verfahren zum Schutz gegen Überdrücken.....	3
5.1 Allgemeines.....	3
5.2 Druckentlastungs-Einrichtung .....	3
5.3 Schlauch-Verbindungssystem.....	3
5.4 Transporttank druckgeregeltes Schnellschlussventil .....	3
5.5 Absicherung an der Füllanlage .....	3
6 Empfehlungen .....	4

## 1 Einführung

Transporttanks für tiefgekühlte verflüssigte Fluide sind üblicherweise Niederdruck-Tanks die nach den Transportvorschriften von ADR/RID ausgelegt, hergestellt und betrieben werden. Die Erfahrungen (z. B. Unfallstatistiken) zeigen, dass diese Transporttanks einen hohen Sicherheitsstandard erfüllen. In vielen Fällen werden diese Tanks durch eine Füllanlage gefüllt, deren Druck den maximal zulässigen Betriebsdruck des Transporttanks überschreitet.

Das Füllen und Entleeren der Tanks wird in den Vorschriften des ADR/RID nicht geregelt. Mit diesem Dokument sollen Richtlinien für den Schutz von Transporttanks gegen Überdrücken während des Befüllens gegeben werden. Dieses Dokument folgt den Richtlinien des von der EIGA in 1998 herausgegebenen Dokuments - IGC 59/98 "Vermeidung von Drucküberschreitung in Lagertanks für flüssige, tiefkalte Gase während des Befüllens", in dem ausführliche Anleitungen für ein sicheres Umfüllverfahren von einem Transporttank in einen stationären Tank gegeben werden.

## 2 Definitionen

- **Transporttank**  
Festverbundene Tanks ( von Straßentankfahrzeugen oder Eisenbahnkesselwagen), Aufsetztanks, Tankcontainer und Tankwechselbehälter ( Swap Bodies) für kryogene Fluide
- **Maximal zulässiger Betriebsdruck**  
Der maximale Druck während des normalen Betriebs, für den ein Transporttank ausgelegt ist. Die Druckentlastungseinrichtung eines Transporttanks ist normalerweise so eingestellt, dass sie beim maximal zulässigen Betriebsdruck öffnet.
- **Obere Druckgrenze**  
Der höchstzulässige Druck in einem Transporttank unter außergewöhnlichen Bedingungen.
- **Kryogenes Fluid**  
Ein kryogenes Fluid ist ein tiefgekühltes verflüssigtes Gas, das aufgrund der tiefen Temperatur teilweise flüssig ist.

## 3 Geltungsbereich und Zweck

### 3.1 Geltungsbereich

Dieses Dokument behandelt den außergewöhnlichen Fall, bei dem ein Transporttank während des Befüllens überdrückt werden könnte.

Der Geltungsbereich umfasst Transporttanks für kryogene Fluide mit einem Wasserinhalt von mehr als 1000 l.

Für kleinere Kryo-Behälter (Kryo-Behälter nach ADR) wird empfohlen, die Grundsätze dieses Dokuments als Richtlinie zu befolgen.

### 3.2 Zweck

Dieses Dokument beschreibt ausführlich einige bekannte technische Lösungen, um einem unzulässigen Druckanstieg im Transporttank zu vermeiden. Bei der Betrachtung dieser technischen Lösungen, ist die Kompatibilität der Systeme bei Lieferungen zwischen Gasefirmen und internationalen Lieferungen zu berücksichtigen.

## 4 Umfüllsysteme und Umfüllverfahren

### 4.1 Allgemeines

Transporttanks werden üblicherweise mit geschlossenen Abgas-Ventilen befüllt. Um das Befüllen eines Transporttanks ohne vorhergehendes Druckentlasten zu ermöglichen, kann der Fülldruck der Füllanlage den maximal zulässigen Betriebsdruck des Transporttanks übersteigen.

Um festzustellen, wann der maximale Füllstand erreicht ist, werden in der Gaseindustrie verschiedene Verfahren angewendet, z.B. durch Beobachten der Überlauf-Öffnung bis Flüssigkeit austritt, durch Wiegen, durch Durchflussmessung.

### 4.2 Füllen mit einer Pumpe

Allgemein werden Transporttanks durch den Einsatz von Pumpensystemen mit einem einzelnen Füllschlauch befüllt.

Um ausreichende Durchflussmengen zu erreichen, ist der maximal mögliche Fülldruck der Pumpe höher als der maximal zulässige Betriebsdruck des zu befüllenden Behälters.

Das Füllen erfolgt normalerweise unter der ständigen Beobachtung des Druckes des zu befüllenden Tanks durch den Füller, wobei der Druck im zu befüllenden Tank durch Verändern der Oben- und Untenbefüllung unter dem maximal zulässigen Betriebsdruck gehalten wird.

In einigen Fällen werden auch automatische Füllanlagen mit Durchflussmessgeräten oder Waagen angewendet, um den Füllvorgang zu überwachen.

Das Füllen des Tanks ist beendet, wenn die gewünschte Flüssigkeitsmenge eingefüllt, oder die maximale Füllhöhe erreicht ist. In den Fällen, wo der Füller versäumt, den Tankdruck zu überwachen und den Füllvorgang zu beenden, wenn die maximale Füllhöhe erreicht ist, kann der Druck im Transporttank ansteigen bis der maximal zulässige Betriebsdruck erreicht ist und die Druckentlastungseinrichtung sich öffnet. Wenn dabei die Durchflussmenge der Pumpe beim Ansprechen der Druckentlastungseinrichtung größer ist als die Ausflussmenge der Druckentlastungseinrichtung, kann der Druck im Transporttank bis zum maximalen Fülldruck der Pumpe ansteigen.

### 4.3 Füllen mit Druckausgleich

Diese Füllmethode erfordert jeweils eine Schlauchverbindung zwischen der Gas- und der Flüssigkeitsphase von beiden Tanks.

Dieses Umfüllsystems erfordert einen geringeren Differenzdruck, da der Druck von Transporttank und Lagertank vor/während des Umfüllens ausgeglichen wird. Dieses Füllverfahren wird auch angewendet, um Gasverluste aus der Gasphase des Transporttanks zu vermeiden.

Das flüssige Gas kann mit einer Pumpe oder durch den statischen Druck der Flüssigkeitshöhe des Lagertanks umgefüllt werden.

Das Befüllen wird üblicherweise durch einen Füller überwacht, wie in 4.2 beschrieben, der durch ein automatisches System unterstützt werden kann.

Jedes mögliche Überdrücken ist bei diesem Verfahren kleiner, sollte der Füller versäumen, den Umfüllvorgang bei Erreichen des maximalen Füllstands zu beenden.

### 4.4 Füllen mit Differenzdruck

Transporttanks können ohne Pumpe mit Hilfe des Differenzdruckes befüllt werden, wenn der Druck des Lagertanks größer ist als der Druck des Transporttanks.

Der für das Umfüllen der Flüssigkeit notwendige Differenzdruck kann durch eine Druckerhöhung in der Gasphase des Lagertanks durch das Betreiben eines Druckaufbausystems erzeugt werden. Es können auch andere Verfahren angewendet werden, z.B. durch das Ausnutzen der statischen Flüssigkeitsdruckhöhe des Lagertanks.

Das Füllen wird üblicherweise durch einen Füller überwacht, der durch ein automatisches System unterstützt werden kann.

Wenn der Füller versäumt, den Füllvorgang zu beenden, kann der Transporttank bis zum maximal zulässigen Betriebsdruck plus der statischen Flüssigkeitsdruckhöhe des Lagertanks aufgedrückt werden.

## **5 Verfahren zum Schutz gegen Überdrücken**

### **5.1 Allgemeines**

Bei Überprüfung der möglichen Verfahren und Einrichtungen, um einen Transporttank beim Befüllen gegen Überdrücken zu schützen, sind die folgenden Grundsätze betrachtet worden:

- Verfahren, die unabhängig sind von der Füllanlage oder dem Transporttank, sind zu bevorzugen.
- Verfahren mit einer Verbindung zwischen Transporttank und Füllanlage sind akzeptabel. Diese Systeme erfordern aber ein organisatorisches Überwachungssystem, um sicherzustellen, dass nur kompatible Transporttanks an der Füllanlage befüllt werden.
- Der Ansprechdruck der Druckentlastungseinrichtung sollte die niedrigste obere Druckgrenze der zu befüllenden Transporttanks nicht überschreiten ( siehe Para. 6).

Die Zuverlässigkeit des angewendeten Verfahrens soll dem ermittelten Risiko entsprechen.

### **5.2 Druckentlastungs-Einrichtung**

Bei diesem Verfahren ist die ausreichende Leistung der Haupt-Druckentlastungseinrichtung des Transporttanks nachzuweisen ( ggf. anzupassen ), so dass die maximale Durchflussmenge sicher abgeleitet werden kann, ohne dass die obere Druckgrenze des Transporttanks überschritten wird. Wenn die Füllmenge die Durchflussmenge der Haupt-Druckentlastungseinrichtung des Transporttanks überschreitet, kann der Durchfluss in der Füllleitung begrenzt werden, z. B. durch eine Blende.

### **5.3 Schlauch-Verbindungssystem**

Dieses System überträgt den Druck vom Transporttank zu einem Druckschalter in der Steuerung der Füllanlage durch einen flexiblen Schlauch kleiner Nennweite.

Der Druckschalter sollte so geschaltet sein, dass das Umfüllen nicht möglich ist , wenn

- die eingestellte obere Druckgrenze überschritten ist, oder
- der Druck unter einem bestimmten Wert liegt, so dass zu vermuten ist, dass der Verbindungsschlauch für die Druckübertragung nicht am Transporttank angeschlossen ist.

### **5.4 Transporttank druckereguliertes Schnellschlussventil**

Die Füllleitung des Transporttanks ist mit einem federbelasteten Schnellschlussventil auszurüsten, das vom Druck des Transporttanks gesteuert wird.

Das Ventil wird geschlossen,

- wenn der Druck des Transporttanks die obere Druckgrenze überschreitet, oder
- wenn die Antriebsenergie zum Öffnen des Ventils abgeschaltet wird, oder nicht vorhanden ist.

Diese Schutzeinrichtung ist damit unabhängig von der Füllanlage und eigensicher.

### **5.5 Absicherung an der Füllanlage**

Dieses System ist unabhängig vom Transporttank und besteht aus einer an die Füllleitung angeschlossenen Druckmesseinrichtung. Die Druckmesseinrichtung schaltet die Füllpumpe ab, wenn die eingestellte obere Druckgrenze überschritten wird. Diese Schutzeinrichtung ist unabhängig vom Transporttank.

## 6 Empfehlungen

Die Anlagen und die Verfahren zum Füllen von Transporttanks unterscheiden sich zwischen den Firmen und den Füllplätzen.

Deshalb sollte jede Firma für die von ihr eingesetzte Anlage und das von ihr angewendete Füllverfahren eine Risikoanalyse durchführen.

Für diese Analyse sollte der maximale Fülldruck der Füllanlage und die obere Druckgrenze der Transporttanks betrachtet werden.

Die obere Druckgrenze sollte, als allgemeine Regel, den Prüfdruck des Transporttanks nicht überschreiten.

In Übereinstimmung mit einer sachkundigen Person kann alternativ als obere Druckgrenze der Prüfdruck des Tanks, erhöht um die Zunahme der Tankwerkstoff-Festigkeitswerte bei Betriebstemperatur verwendet werden, wenn ausreichende Konstruktionsunterlagen über den Innenbehälter vorliegen, oder ein höherer Druck, vorausgesetzt dieser höhere Druck wird belegt durch eine geeignete und dokumentierte Risikoanalyse für das kombinierte System (Füllpumpe – Transporttank) für jeden Transporttank-Typ. Diese Risikoanalyse ist zu überarbeiten, sobald sich eine der oben genannten Bedingungen ändert. Deshalb ist hierfür ein wirksames Änderungsüberwachungssystem erforderlich.

Wenn bei der Risikoanalyse festgestellt wird, dass die obere Druckgrenze oder der mit der sachkundigen Person festgelegte Druck, wie oben beschrieben, überschritten werden kann, sollte eines der oben beschriebenen Systeme (siehe Abschnitt 5), oder eine vergleichbare Einrichtung verwendet werden, um das Risiko auf einen akzeptables Maß zu vermindern.