



## METHANGAS-VERFLÜSSIGUNG: LNG UND LBG – ENERGIETRÄGER DER ZUKUNFT

Kompakte Tieftemperatursysteme zur Erzeugung und Verflüssigung von Methangas



# METHANVERFLÜSSIGUNG FÜR BIOGASANLAGEN, TANKANLAGEN UND SCHIFFE

## LBG und LNG\* – Energieträger der Zukunft

ERT liefert Tieftemperatursysteme für die sichere, wirtschaftliche Erzeugung, Lagerung und Nutzung von Flüssigmethan. Die Tieftemperaturgeneratoren arbeiten nach dem Stirling-Prinzip und erzeugen für die Verflüssigung von Methan bereits nach wenigen Minuten Temperaturen unterhalb von  $-162^{\circ}\text{C}$  ( $111\text{ K}$ ). Sie bieten optimale Voraussetzungen für kleine und mittlere Flüssigmethananlagen.

### Transportwirtschaft

Als umweltschonender Fahrzeugtreibstoff ermöglicht Flüssigmethan große Reichweiten bei kleinen Tankvolumina. Die Europäische Union fördert seit 2013 den Aufbau eines Tankstellennetzes für Flüssigmethan entlang der Haupttrouten des Straßengüterverkehrs. Die „Clean Fuel Strategy“ der EU-Kommission sieht zudem den Bau von Bunkerstationen für Flüssigmethan in 139 europäischen Binnen- und Seehäfen bis 2020 bzw. 2025 vor. Erste LNG-betriebene Frachtschiffe sind im Einsatz. Nutzfahrzeuge, die mit LNG betrieben werden können, werden von mehreren Herstellern bereits angeboten. Mit kompakten Gasverflüssigern von ERT lässt sich rasch und kosteneffizient eine flächendeckende Infrastruktur von LNG-Tankstellen- und Bunkerstationen aufbauen. Dies umfasst sowohl die druckabhängige Kühlung von Flüssigmethan bei der Tanklagerung als auch die Just-in-Time-Verflüssigung von Methan zur Versorgung von Tankstellen aus dem Druckgasnetz.

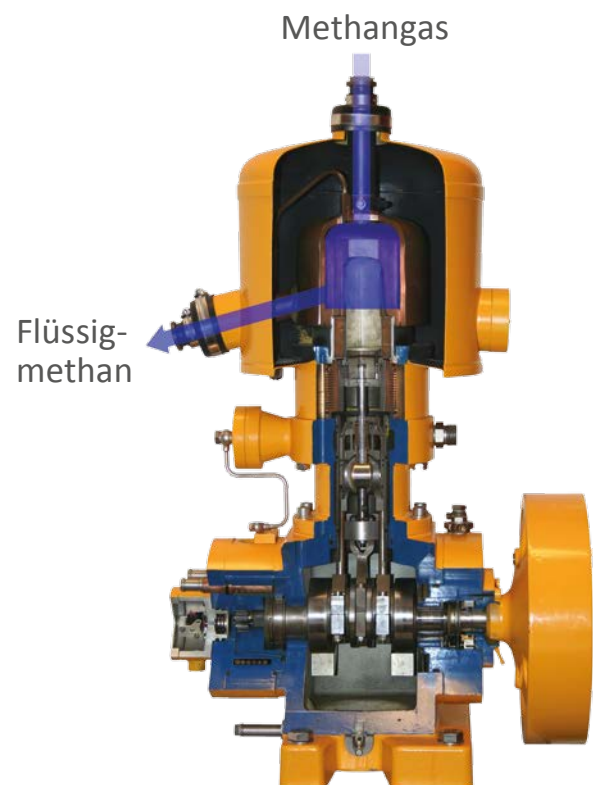
### Strom- und Wärmeerzeugung

Als Brennstoff in der Stromerzeugung bietet verflüssigtes Methan die Möglichkeit, Schwankungen in der Wind- und Sonnenenergieproduktion flexibel zu kompensieren. Biogas wird dadurch zum integralen Teil eines erneuerbaren Energiemix. Die Methanverflüssigung erschließt auch Biogasmengen für die bedarfsgerechte Verstromung, die dezentral in kleineren Anlagen ohne Anschluss an das Druckgasnetz erzeugt werden. Die Biogasverstromung wird für Anlagenbetreiber zukünftig vor allem in Höchstlastphasen wirtschaftlich attraktiv sein. Die Verflüssigung und Tanklagerung von Biogas ermöglicht eine solche wirtschaftlich optimierte Verstromung. Für eine umweltschonende Wärmeerzeugung unabhängig vom Druckgasnetz ist Flüssigmethan ebenfalls wirtschaftlich einsetzbar.

Erdgas und Biogas werden für die Kraftstoff-, Strom- und Wärmeversorgung immer wichtiger. Methan lässt sich äußerst emissionsarm in Energie umwandeln und weist in flüssiger Form eine sehr hohe Energiedichte auf: Das Volumenverhältnis von gasförmigem zu flüssigem Methan liegt bei ca. 1:600. Verflüssigtes Methan kann dementsprechend raumsparend gespeichert und kostengünstig transportiert werden.

### Flüssigmethan-Verschiffung

Das Volumen des international verschifften Flüssigmethans wird, Prognosen der Internationalen Energieagentur IEA zufolge, bis 2030 um ca. 35% anwachsen. Die beim Transport entstehenden Gasverluste betragen derzeit bis zu 25% der Ladungsmenge. Tieftemperaturgeneratoren nach dem Stirling-Prinzip bieten See- und Binnenreedereien eine hoch wirtschaftliche Lösung für die druckabhängige Kühlung von Flüssigmethan bei der Verschiffung, die Prävention von Roll-Over-Effekten in LNG-Tanks und die Rückverflüssigung von Boil-Off-Gas.



\*LBG=liquefied bio gas; LNG=liquefied natural gas



# SYSTEMLÖSUNGEN UND KOMPONENTEN FÜR FLÜSSIGMETHAN

**25 Jahre Markt-, Technologie- und Projekterfahrung machen uns zum ausgewiesenen Spezialisten für energieeffiziente Tieftemperaturtechnik u.a. in den Bereichen**

- Methanverflüssigung (LNG und LBG)
- Methan-Rückverflüssigung (LNG und LBG) on-site / on-board
- Druckabhängige Flüssigmethankühlung (LNG und LBG) stationär / mobil
- Prozesskälteerzeugung in der Biogasreinigung

**Gasverflüssigungs- und Tieftemperaturkühlsysteme für**

- Biogasanlagen (Landwirtschaft, Kläranlagen, Deponien, Industrie)
- LNG-Tankstellen / LNG-Bunkerstationen
- LNG-Lagertanks / Logistiktanks / Nutzfahrzeugtanks
- LNG-Carrier-Hafenservice

**Unsere Kernkompetenzen in der Flüssigmethantechnik**

- Entwicklung kryotechnischer Systemlösungen
- Entwicklung energieeffizienter Steuerungen
- Integration kryotechnischer Systeme in bestehende Prozessumfelder
- Splitcooler mit Kälteleistungen zwischen 1 W und 15 W
- Tieftemperaturgeneratoren mit Kälteleistungen zwischen 1 kW und 8,6 kW
- Multisystem-Lösungen mit Kälteleistungen bis über 1.700 kW
- Erstellung betriebsfertiger kryotechnischer Anlagen
- Erprobung und Inbetriebnahme kryotechnischer Anlagen
- Durchführung von Genehmigungsverfahren

## **Systemtechnische Grundlagen von Stirling-Tieftemperaturanlagen**

- Robuster Prozess mit hoher Verfügbarkeit
- Einstufige Verflüssigung
- Helium als klimaschonender Kälteüberträger
- Bewährte Technologie (über 50 Jahre erprobt)
- Wartungsfreundlich durch modularen Aufbau
- Wartungszyklus: ca. 6.000 Betriebsstunden
- Druckbereich: 0-20 bar(g)
- Anlagenkapazitäten zur Methanverflüssigung von 0,1 Mio. l bis über 1 Mio. l p.a. pro System
- Verflüssigungskapazität durch Kombination mehrerer Tieftemperaturgeneratoren (Multisystem-Anlagen) problemlos skalierbar
- Kosteneffiziente Redundanzlösungen für Anlagen mit mehreren Tieftemperaturverflüssigern

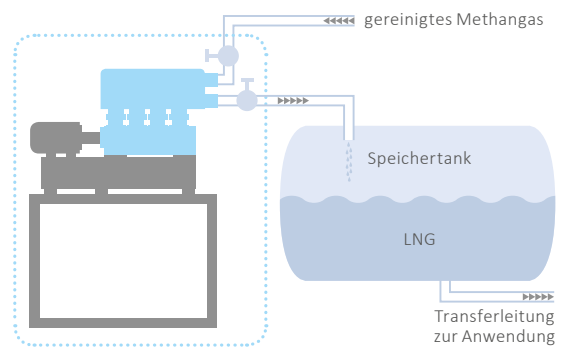


# VERFLÜSSIGUNGSOPTIONEN

## Methanverflüssigung direkt

Verflüssigung von gereinigtem Biogas oder Erdgas aus dem Druckgasnetz:

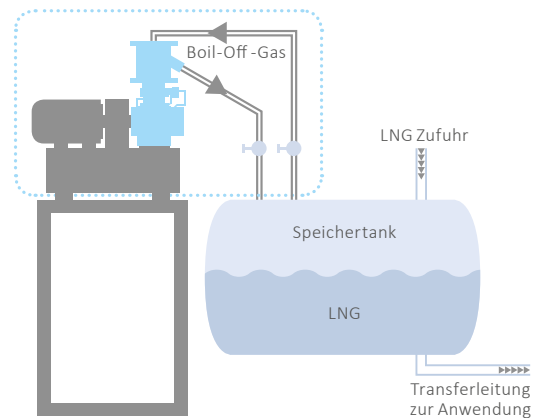
- Biogas oder Erdgas wird in den Tieftemperaturverflüssiger eingespeist
- Gas wird durch Abkühlen auf unter  $-162^{\circ}\text{C}$  verflüssigt
- Flüssiges Gas wird dem LNG-Tank zugeführt
- Volle Verflüssigungskapazität verfügbar
- LNG-Verbraucher werden aus dem LNG-Tank versorgt



## Methanrückverflüssigung direkt

Rückverflüssigung von Boil-Off-Gas aus einem LNG-Tank

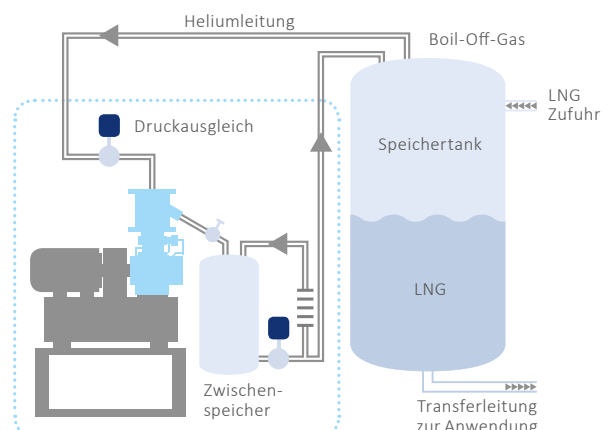
- Boil-Off-Gas aus dem LNG-Tank wird in den Tieftemperaturverflüssiger eingespeist
- Gas wird durch Abkühlen auf unter  $-162^{\circ}\text{C}$  verflüssigt
- Flüssiges Gas wird dem LNG-Tank zugeführt
- Volle Verflüssigungskapazität verfügbar
- LNG-Verbraucher werden aus dem LNG-Tank versorgt



## Methanrückverflüssigung mit Zwischenspeicher

Rückverflüssigung von Boil-Off-Gas aus einem LNG-Tank

- Boil-Off-Gas aus dem LNG-Tank wird in den Tieftemperaturverflüssiger eingespeist
- Gas wird durch Abkühlen auf unter  $-162^{\circ}\text{C}$  verflüssigt
- Flüssiges Gas wird in einem Zwischenspeicher gesammelt
- Rückführung des flüssigen Gases in den LNG-Tank erfolgt periodisch
- Die Verflüssigungskapazität ist vermindert
- LNG-Verbraucher werden aus dem LNG-Tank versorgt

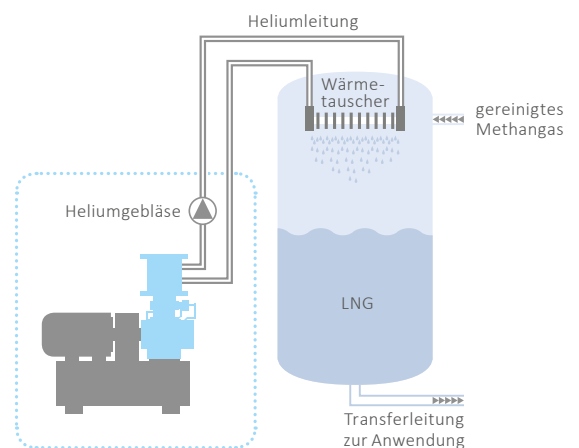




### Methan(rück)verflüssigung indirekt

Verflüssigung von gereinigtem Biogas, Erdgas aus dem Druckgasnetz und Boil-Off-Gas unter Verwendung eines Heliumgaskreislaufs mit Wärmetauscher. Anordnung des Tieftemperaturverflüssigers außerhalb von Explosions-Schutzbereichen (Ex-Bereichen) möglich. Diese Anwendung kann vorgesehen werden, wenn eine direkte Verflüssigung nicht zulässig oder nicht praktikabel ist

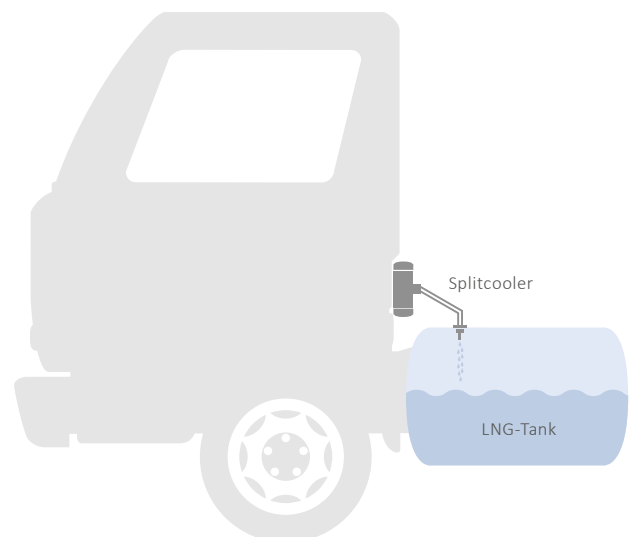
- Einem LNG-Tank wird gereinigtes Biogas oder Erdgas aus dem Druckgasnetz zugeführt
- Im LNG-Tank befindet sich ein Wärmetauscher, der über einen Heliumkreislauf mit dem Tieftemperaturgenerator verbunden ist
- Zugeführtes Biogas / Erdgas sowie Boil-Off-Gas kondensieren am Wärmetauscher
- LNG-Verbraucher werden aus dem LNG-Tank versorgt



### Methantankkühlung

Druckabhängige Kühlung von Flüssigmethan bei der Tanklagerung

- In einem Tank gelagertes Flüssigmethan wird im Kreislauf durch einen Tieftemperaturgenerator geführt
- Der Tankinhalt wird auf dem gewünschten Temperatur- und Druckniveau gehalten
- Die Prävention von Roll-Over-Ereignissen im Tank erfolgt durch Entnahme von Flüssigmethan aus der unteren Zone des Tanks, Tiefkühlung und Rückführung in die untere Zone des Tanks
- Der Tieftemperaturgenerator kann am Tank installiert oder als externes System periodisch oder permanent an den Tank angeschlossen werden



### Prozesskälte für die Biogasreinigung

Bereitstellung der Prozesskälte für die CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus Biogas

- Der Tieftemperaturgenerator der Methanverflüssigungsanlage versorgt die CO<sub>2</sub>-Abscheideanlage über einen separaten Kühlkreislauf mit Prozesskälte
- Es wird kein eigener Tieftemperaturgenerator für die CO<sub>2</sub>-Abscheidung benötigt
- Biogas wird in der CO<sub>2</sub>-Abscheideanlage auf Temperaturen bis unter -78,5°C heruntergekühlt

Der CO<sub>2</sub>-Anteil im Gasstrom geht vom gasförmigen in den flüssigen bzw. festen Zustand über und kann entnommen werden.



# METHANVERFLÜSSIGUNGS- UND TIEFTEMPÉRATURKÜHLSYSTEME

## Einzyllindersysteme

Verflüssigung bei Methangastemperaturen von 300 K (26,8°C)

Systemdruck	Verflüssigungstemperatur	Kühlleistung	Methangas		Flüssigmethan	Leistungsaufnahme
			Nm <sup>3</sup> / h	kg / h	l / h	
Bar	K	W				kW
0	111	1575	8,6	6,2	14,6	9,5
2	127	1825	10,7	7,6	19,2	8,7
4	135	1960	11,9	8,6	22,3	8,4
6	142	2060	12,9	9,3	24,9	8,1
8	147	2140	13,8	9,9	27,3	7,9



## Vierzylindersysteme

Verflüssigung bei Methangastemperaturen von 300 K (26,8°C)

Systemdruck	Verflüssigungstemperatur	Kühlleistung	Methangas		Flüssigmethan	Leistungsaufnahme
			Nm <sup>3</sup> / h	kg / h	l / h	
Bar	K	W				kW
0	111	6300	34,4	24,8	58,4	36,7
2	127	7300	42,8	30,4	76,8	33,6
4	135	7840	47,6	34,4	89,2	32,4
6	142	8240	51,6	37,2	99,6	31,3
8	147	8560	55,2	39,6	109,2	30,5



## Kombinationssysteme

StirLNG Einzylinder- und Vierzylindereinheiten sind jeweils auch in einer erweiterungsfähigen Version verfügbar, so dass zwei oder mehr Tieftemperaturgeneratoren zu einem System kombiniert werden können. Zu den entscheidenden Vorteilen dieser modularen Systemlösungen zählen:

– Einfache Kapazitätssteigerung bestehender Anlagen

- Einfache Skalierbarkeit zur Bereitstellung größerer Verflüssigungskapazitäten
- Einfache und effiziente Anpassung der Kühlleistung an schwankende Gasmengen
- Sehr kosteneffiziente Redundanzlösungen für Anlagen mit mehreren Tieftemperaturgeneratoren.



Photo courtesy of Vedder Transport – Canada

### Fahrzeugtankkühler

Für die druckabhängige Kühlung von Flüssigmethan in vakuumisolierten und superisolierten Nutzfahrzeugtanks sind nach dem Stirling-Prinzip arbeitende Pulsröhrenkühler, die keine mechanisch bewegten Teile in der Nähe des kalten Wärmetauschpunkts aufweisen, verfügbar. Die gegenläufigen Kolben des Tieftemperaturgenerators werden von Kompressoren bzw. Linearmotoren angetrieben. Der als

separate Einheit ausgeführte Kaltfinger ist mit dem Tieftemperaturgenerator durch ein Transferrohr verbunden.

- Kühlleistung bis 15 W bei einer Leistungsaufnahme bis 350 W
- Kaltfingertemperaturen: 60K bis 120K (-213°C bis -153°C)
- Wartungsfrei
- Lebensdauer bis 90.000 Betriebsstunden

### Splitcooler

Kompressoren	Kaltfinger	Leistungsdaten
 95XX Ø 60 mm · 122 mm	 18 mm	Kühlleistung bis 1,4 W bei einer Leistungsaufnahme von 85 W
 93XX Ø 90 mm · 204 mm	 24 mm	Kühlleistung bis 5,1 W bei einer Leistungsaufnahme von 180 W
 97XX Ø 140 mm · 300 mm	 34 mm	Kühlleistung bis 15 W bei einer Leistungsaufnahme von 350 W





## ERT REFRIGERATION TECHNOLOGY GMBH

ERT ist spezialisiert auf Systeme für Tieftemperaturtechnik, Industrie- und Prozesskühlung. Als Engineering-Partner verfügen wir über 25 Jahre Erfahrung in der Verfahrenstechnik zur Wärmeabführung. Auf dieser Grundlage entwickeln wir für unsere Kunden Gesamtlösungen, die auch komplexe Anforderungsprofile präzise erfüllen können.

ERT betreut Projekte von der Bereitstellung hochwertiger Komponenten bis zum Bau betriebsfertiger Anlagen. Tieftemperatur-, Industrie- und Prozesskühlsysteme realisieren wir End-to-End nach strikten Effektivitäts- und Effizienzkriterien. Dazu gehört maßgeblich auch die Integration unserer Systemlösungen in kundenseitige Anlagenumfelder

mit der Entwicklung von Steuerungen und adäquaten wassertechnischen Lösungen. Energieeffizienzanalysen, Genehmigungs- und Fördermittelverfahren führen wir für unsere Kunden ebenso durch wie qualifizierte Anlagentests und Inbetriebnahmen.

ERT ist gerne bereit, in Zusammenarbeit mit Biogas-Erzeugervereinigungen, Biogasverbänden und Genossenschaften technische und wirtschaftliche Synergien bei der erzeuerten Methanverflüssigung, dem Tankstellenbau und der LNG-Tanklogistik für seine Kunden nutzbar zu machen.

Sprechen Sie mit uns über ihre Themen in der Tieftemperatur- und Kühltechnik!



### ERT Refrigeration Technology GmbH

Beutnerring 5  
21077 Hamburg

Telefon: 040-761048-0

Fax: 040-7605419

stirling@ertgmbh.de

www.ertgmbh.de

© ERT Refrigeration Technology GmbH

