

---

## Abstract

Natural gas supplies 22% of the energy used worldwide and makes up nearly a quarter of electricity generation, as well as playing a crucial role as a feedstock for industry. It is a versatile fuel, and its growth is linked in part to its environmental benefits relative to other fossil fuels, particularly for air quality as well as greenhouse gas emissions. The natural gas market is becoming more globalized, driven by the availability of shale gas and the rising supplies of liquefied natural gas.

The liquefaction of natural gas plays an important role in the total cost breakdown as it resembles the highest part, that is 28%. Several factors affect the cost of the liquefaction process; however, heat exchanger networks have the biggest share.

The heat exchanger networks vary widely among networks in LNG plants, from wound-coil heat exchangers, shell and tube heat exchangers, plate-fin heat exchangers, and many other configurations. The decision to rely on a certain network has to pass through many stages. These stages analyze the challenges among different heat exchanger networks (compactness and robustness, heat surface density, fluid conditions, applications, and most importantly, the cost), energy, exergy, and economic analyses.

In addition to the previous analyses stated, various concepts for analyzing and optimizing heat exchanger networks in liquefied natural gas plants are developed and investigated.

---

## Zusammenfassung

Erdgas liefert 22 % der weltweit genutzten Energie, macht fast ein Viertel der Stromerzeugung aus und spielt eine entscheidende Rolle als Rohstoff für die Industrie. Es ist ein vielseitiger Brennstoff und sein Wachstum ist teilweise mit seinen Umweltvorteilen im Vergleich zu anderen fossilen Brennstoffen verbunden, insbesondere für die Luftqualität und die Treibhausgasemissionen. Der Erdgasmarkt wird zunehmend globalisiert, angetrieben durch die Verfügbarkeit von Schiefergas und das steigende Angebot an verflüssigtem Erdgas.

Die Verflüssigung von Erdgas spielt bei der Gesamtkostenverteilung eine wichtige Rolle, da sie mit 28 % den größten Anteil ausmacht. Bei genauerer Betrachtung des Verflüssigungsprozesses wirken sich mehrere Faktoren auf die Kosten des Verflüssigungsprozesses aus, Wärmetauschernetze haben jedoch den größten Anteil.

Die Wärmetauschernetzwerke variieren stark zwischen Netzwerken in LNG-Anlagen, von Wickelschlangewärmetauschern, Rohrbündelwärmetauschern, Lamellenwärmetauschern und vielen anderen Konfigurationen. Die Entscheidung, auf ein bestimmtes Netzwerk zu setzen, muss viele Stufen durchlaufen. Diese Phasen analysieren die Herausforderungen verschiedener Wärmetauschernetzwerke (Kompaktheit und Robustheit, Wärmeoberflächendichte, Fluidbedingungen, Anwendungen und vor allem der Preis), Energie- und Exergieanalysen, thermoökonomische Analysen und Optimierungen sowie exergoökonomische Analysen.

In Ergänzung zu den vorangegangenen Analysen werden in der Dissertation verschiedene Konzepte zur Analyse und Optimierung von Wärmetauschernetzen in Flüssigerdgasanlagen entwickelt und untersucht. Diese Untersuchungen beziehen sich auf exergiebasierte Methoden zur erfolgreichen Durchführung realisierbarer und konkreter Wärmetauschernetzwerke in LNG-Anlagenanalysen.