

13.2.2019 Bürgerbeteiligungsprozess LNG Terminal Brunsbüttel

Klima- und Umweltbilanz von LNG

- Möglichkeiten und Grenzen -

Sebastian Timmerberg

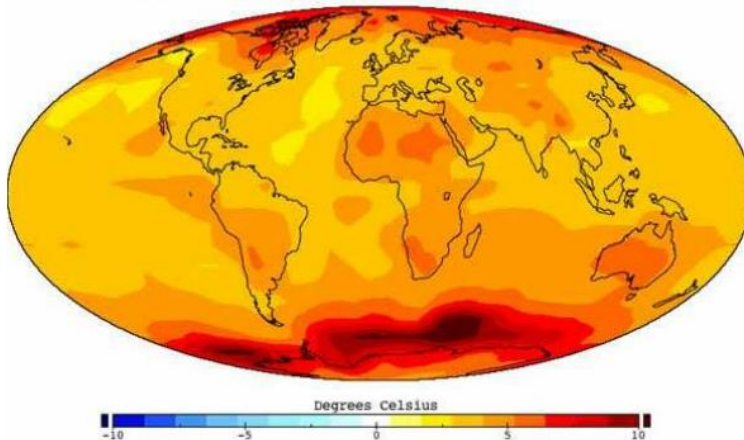


Klima

Welche **Treibhausgasemissionen (THG)** verursacht der Einsatz von LNG?

- THG Emissionen wirken global
- Ziel Deutschland: 80 bis 95 % weniger THG Emissionen bis 2050 ggü. 1990

Surface Air Temperature Increase 1960 to 2060



Umwelt/Gesundheit

Welche **Schadstoffemissionen** verursacht der Einsatz von LNG? (z. B. Feinstaub oder Stickstoffoxide)

- Diese Emissionen wirken lokal
- Ziel: Einhaltung von Grenzwerten



KLIMAWIRKSAMKEIT VON LNG

THG-Emissionen entstehen bei der Versorgung und beim Einsatz von LNG

- Methan ist Hauptbestandteil von LNG
- Verbrennung Methan: $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- Methan, das unverbrannt in die Atmosphäre gelangt hat 25–28 Mal höhere THG-Wirkung als CO_2 (auf 100 Jahre gesehen)

Gesamte THG-Emissionen

THG-Emissionen durch Versorgung

- Förderung
- Verflüssigung
- Transport
- Anlandung (u. a. LNG-Terminal)
- Distribution...

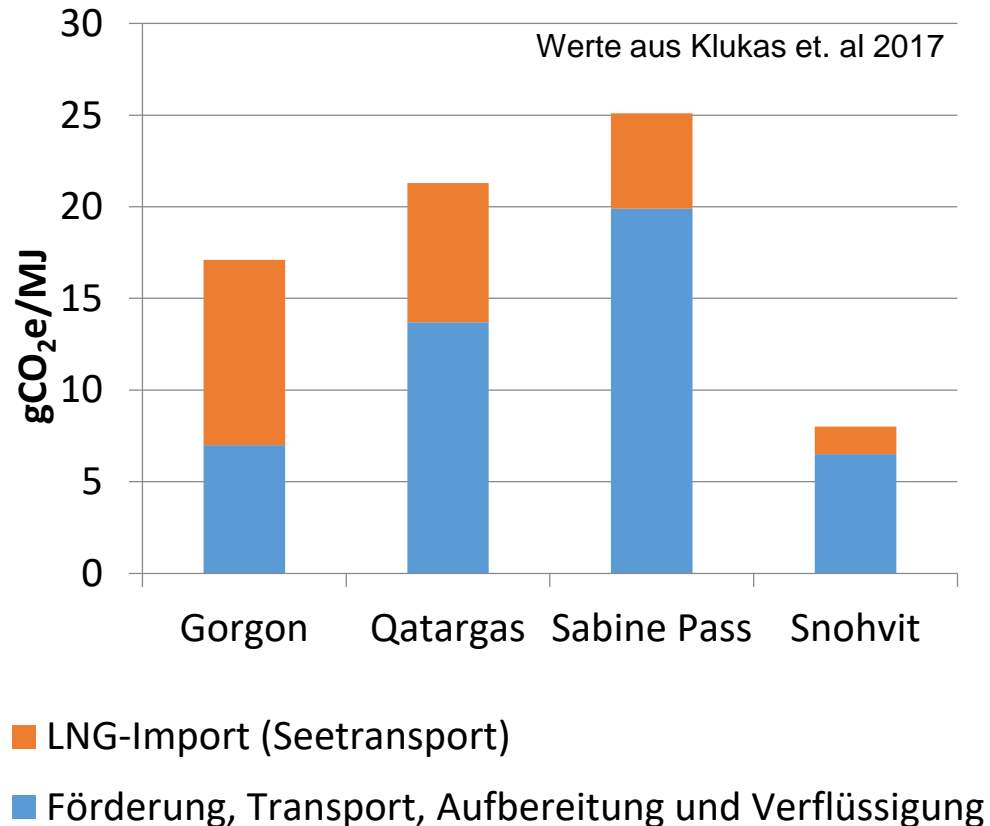


THG-Emissionen durch Einsatz

- Verbrennung
 - Im Motor
 - Für Warmwasser
 - Für Heizen
- Methanschlupf

LNG-Versorgung hat geringen Anteil an gesamten THG-Emissionen

- Emissionen der Versorgungskette u.a. durch
 - Förderung
 - Verflüssigung
 - Transport
- Erdgasquelle und Transportdistanz haben Einfluss
 - Gorgon liegt in Australien
 - Sabine Pass (USA nutzen Shalegas)
 - Snohvit (Norwegen) speichert CO₂

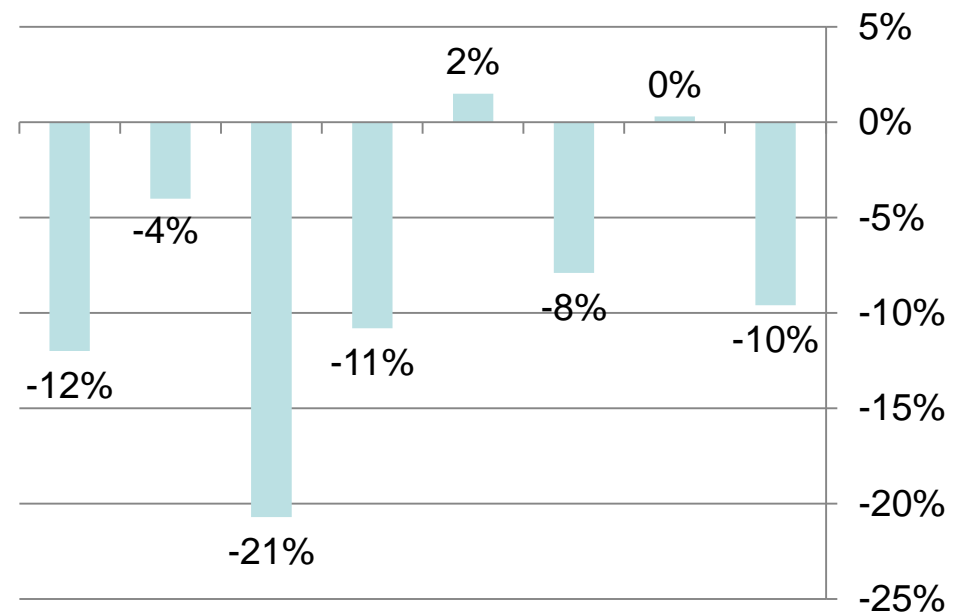


- **Anteil Versorgung an Gesamtemissionen ca. 5 – 25 %**

Etwas geringere Gesamt-THG-Emissionen sind möglich – Beispiel Schifffahrt



- Einsatz von LNG führt zu THG-Einsparungen von 0 bis 20 % im Schiffsverkehr
- Ähnliche THG-Einsparungen auch bei Stromerzeugung und Wärmebereitstellung, d.h. wenn Braun-/Steinkohle oder Öl/Diesel ersetzt werden
- Klimaschutzziele durch fossiles LNG nicht erreichbar



Relative Gesamt-THG-Emissionen von LNG ggü.
Schweröl betriebenen Schiffen

Hoher Methanschl. + hoher Wirkungsgr. [3]
Hoher Methanschl. + geringer Wirkungsgr. [3]
Geringer Methanschl.
Hoher Methanschl. [2]
Hoher Methanschl. + hohe THG Versorgung. [1]
Gering Methanschl. + hohe THG Versorgung. [1]
Hoher Methanschl. + geringe THG Versorgung. [1]
Gering Methanschl. + geringe THG Versorgung. [1]

[1] Ricardo 2016
[2] NGVA 2017
[3] Delft 2013

Deutlich geringere THG-Emissionen sind durch Bio-LNG oder e-LNG möglich

- LNG könnte in Zukunft aus erneuerbaren Energien erzeugt werden
 - durch die Vergärung von Biomasse (Bio-LNG)
 - durch Solarenergie oder Windkraft (e-LNG)

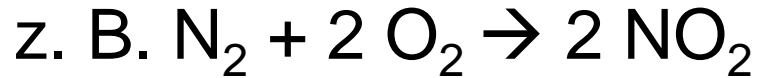
Vorteile	Nachteile
Null THG-Emissionen möglich	Deutlich höhere Kosten
Bio-LNG und e-LNG kann wie heutiges LNG/Erdgas eingesetzt werden	Große Ackerflächen bzw. viele Windkraftanlagen oder PV-Systeme notwendig

- Heute ist Bio-LNG begrenzt und e-LNG noch nicht verfügbar
 - Politik ist gefragt, die Erzeugung und den Import voranzutreiben

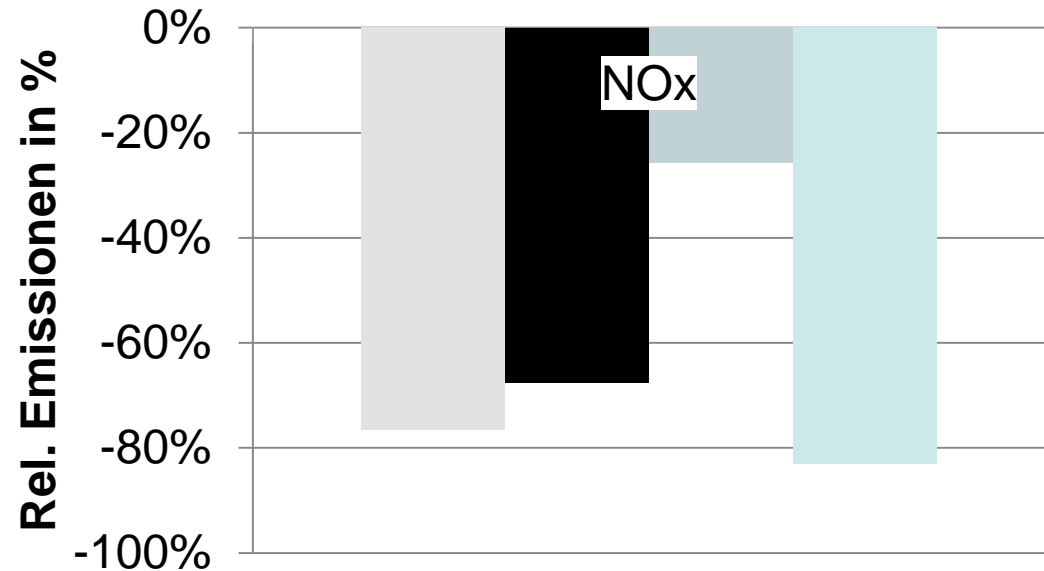
Am Beispiel Seeschifffahrt

UMWELTAUSWIRKUNGEN VON LNG IM VERGLEICH

Einsatz von LNG reduziert Stickstoffoxid-Emissionen



- Stickstoffoxide entstehen durch Temperaturspitzen und hohes Sauerstoffangebot in der Brennkammer
- Stickstoffoxide reizen und schädigen Atmungsorgane
- LNG führt z. T. zu deutlich geringeren NO_x -Emissionen als HFO (ohne Abgasnachbehandlung)



- 5500 TEU - LNG + 1% MGO pilot fuel vs. HFO (0,5% S) [3]
- 18000 TEU - LNG + 2% MGO pilot fuel vs. HFO (0,5% S) [3]
- 18000 TEU - LNG + 10% HFO vs. HFO (0,5% S) [3]
- LNG vs. HFO [4]

[1] Ricardo 2016

[2] NGVA 2017

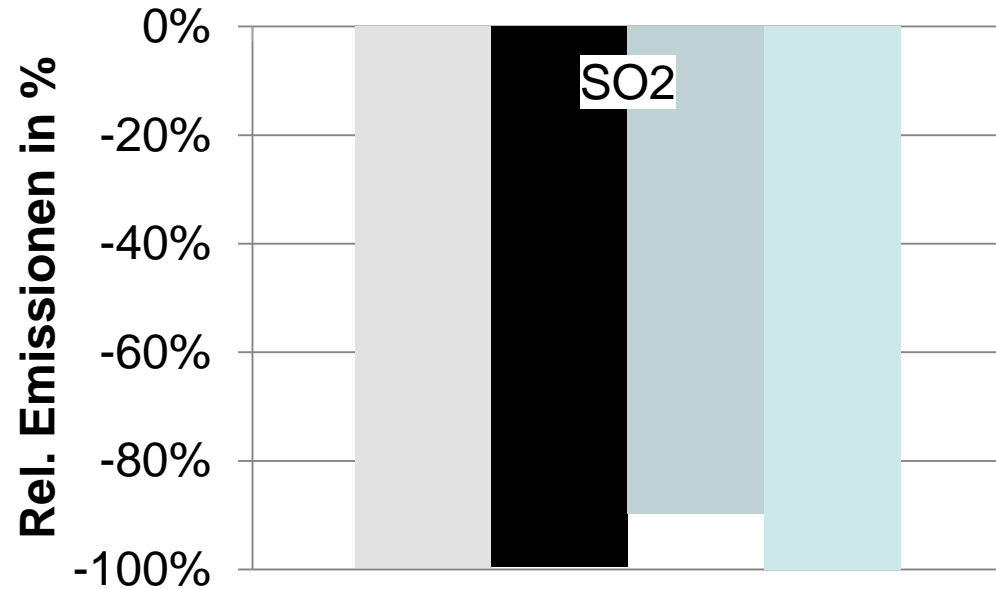
[3] Delft 2013

[4] IMO 2014

Einsatz von LNG reduziert Schwefeldioxid-Emissionen



- LNG ist schwefelfrei
- Daher entstehen keine Schwefeloxid-Emissionen (ohne Abgasnachbehandlung)



- 5500 TEU - LNG + 1% MGO pilot fuel vs. HFO (0,5% S) [3]
- 18000 TEU - LNG + 2% MGO pilot fuel vs. HFO (0,5% S) [3]
- 18000 TEU - LNG + 10% HFO vs. HFO (0,5% S) [3]
- LNG vs. HFO [4]

[1] Ricardo 2016

[2] NGVA 2017

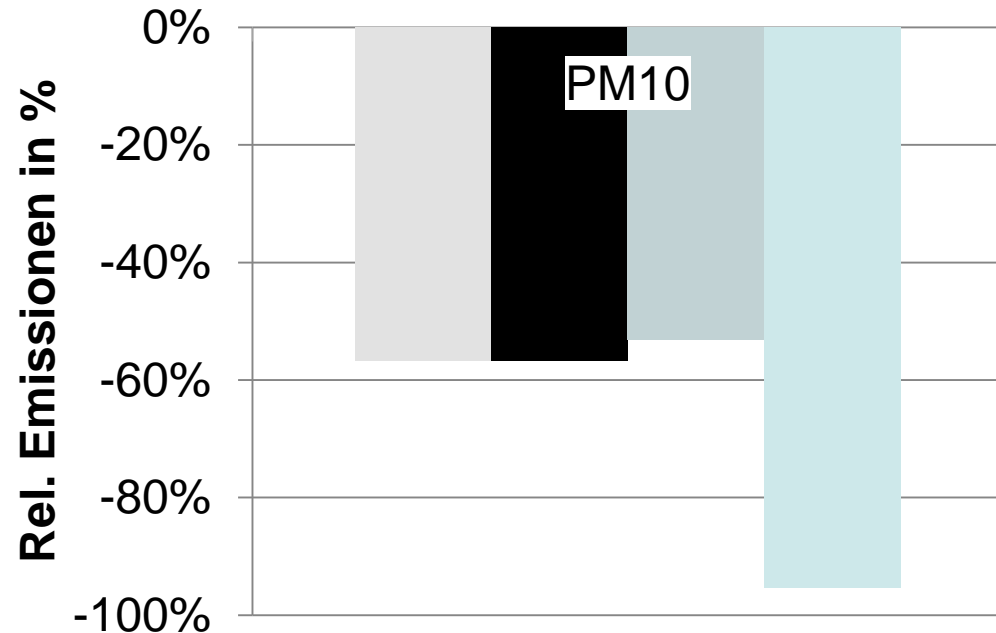
[3] Delft 2013

[4] IMO 2014

Einsatz von LNG reduziert Feinstaub-Emissionen

Ursachen für Feinstaub:
Schwefel oder
unverbrannter Kraftstoff

- LNG ist schwefelfrei
- Feinstaubemissionen (PM10) werden um 50 bis 100 % verringert (ohne Abgasnachbehandlung)



- 5500 TEU - LNG + 1% MGO pilot fuel vs. HFO (0,5% S) [3]
- 18000 TEU - LNG + 2% MGO pilot fuel vs. HFO (0,5% S) [3]
- 18000 TEU - LNG + 10% HFO vs. HFO (0,5% S) [3]
- LNG vs. HFO [4]

[1] Ricardo 2016

[2] NGVA 2017

[3] Delft 2013

[4] IMO 2014

Klimaschutz durch LNG?

- Langfristige Klimaschutzziele sind durch LNG nicht erreichbar
 - geringe THG-Einsparung jedoch kurzfristig realisierbar (ca. 0 bis 20 %)
- THG-arme (also nicht fossile) Energieträger sind nötig
 - (Flüssige) Energieträger werden auch in der Zukunft benötigt
 - Bio-LNG und e-LNG sind mögliche THG-arme Energieträger, die eine Importinfrastruktur (Terminal) benötigen
 - Politik muss dringend handeln, damit diese verfügbar werden

Umwelt/Gesundheitsschutz durch LNG?

- Schiffe mit LNG-Antrieb haben deutlich geringere Schadstoffemissionen als Schiffe auf Schweröl
 - Geringere Stickstoffoxid-, Schwefeloxid- und Feinstaubemissionen
 - Eine sauberere Luft ist durch LNG erreichbar

Klima- und Umweltbilanz von LNG



Technische Universität Hamburg / Hamburg University of Technology

Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft (IUE)

Institute of Environmental Technology and Energy Economics (IUE)

Eissendorfer Str. 40; D-21073 Hamburg

Ansprechpartner / Contact person: Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt

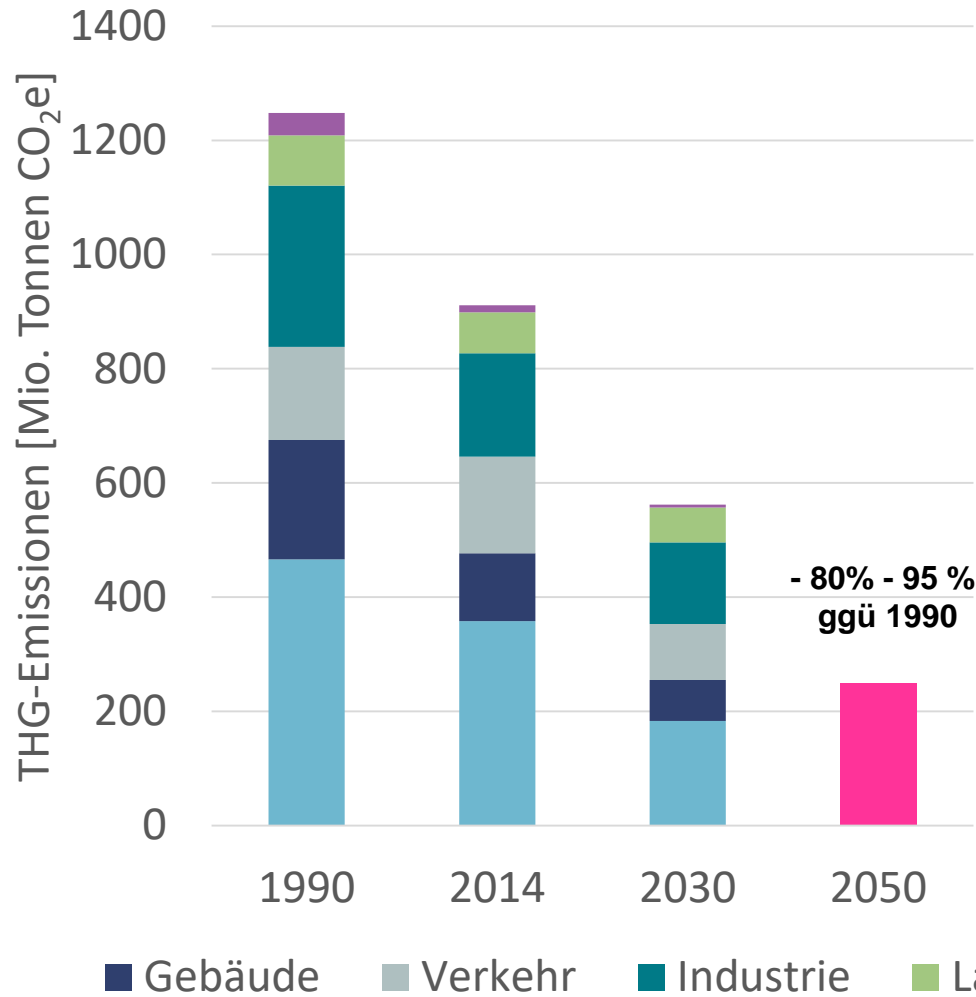
Alle Werte etc. nachzulesen bei

- Klukas, Achim; Stütz, Sebastian; Dobers, Kerstin; Kirsch, Daniela; Rüdiger, David; Köhler, Jonathan; Timmerberg, Sebastian (2017): Teilstudie "Entwicklung von Maßnahmenbündeln zur Förderung von CNG/LNG zur Unterstützung der CPT-Initiative". Wissenschaftliche Beratung des BMVI zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
- Köhler, Jonathan; Kirsch, Daniela; Klukas, Achim; Timmerberg, Sebastian; Kaltschmitt, Martin (2018): Studie über die Marktreife von Erdgasmotoren in der Binnen- und Seeschifffahrt. Wissenschaftliche Beratung des BMVI zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Karlsruhe.

Zentrale externe Quellen

- Ricardo (2016): Ricardo Energy & Environment: The Role of Natural Gas and Bio-methane in the Transport Sector, Harwell, UK, 2016.
- NGVA (2017): Europe: Natural gas: a key solution for transport – An introductory note to: Greenhouse Gas Intensity of Natural Gas – Final Report; 2017, Brüssel.
- Delft (2013): Ruud Verbeek, Norbert Ligterink, Jan Meulenbrugge, Gertjan Koornneef (TNO); Pieter Kroon, Hein de Wilde (ECN); Bettina Kampmann, Harry Croezen, Sanne Aarnink (CE Delft): Natural gas in transport – An assessment of different routes; Report;
- IMO (2014): International Maritime Organization (IMO): Third IMO GHG Study 2014 – Executive Summary and Final Report - Safe, secure and efficient shipping on clean oceans;

BACKUP

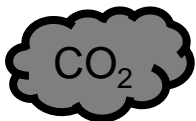


Werte aus Klimaschutzplan 2050

Basics

- Eine steigende Konzentration von Treibhausgasen (THG) in der Atmosphäre führt global zu einer Temperaturerhöhung (aber nicht linear)
- Treibhausgase werden zu einem Großteil durch die Energiebereitstellung, also die Verbrennung von Kohle, Erdgas, Erdöl... verursacht
- Treibhausgase (z.B. CO₂ und Methan) werden in CO₂-Äquivalent angegeben

- 2,2 % der weltweiten CO₂ Emissionen aus der Seeschifffahrt¹
 - Treibhausgasemissionen steigen von 2015 bis 2030 um 14 bis 25 %
 - Ohne Maßnahmen steigen diese Emissionen um 50 – 250 % bis 2050
- Rund 30 % der NO_x und 9 % der Schwefeldioxid Emissionen weltweit verursacht die Seeschifffahrt²
 - Hamburger Hafen verursacht rund 39 % der Stickstoffoxidemissionen der Stadt³



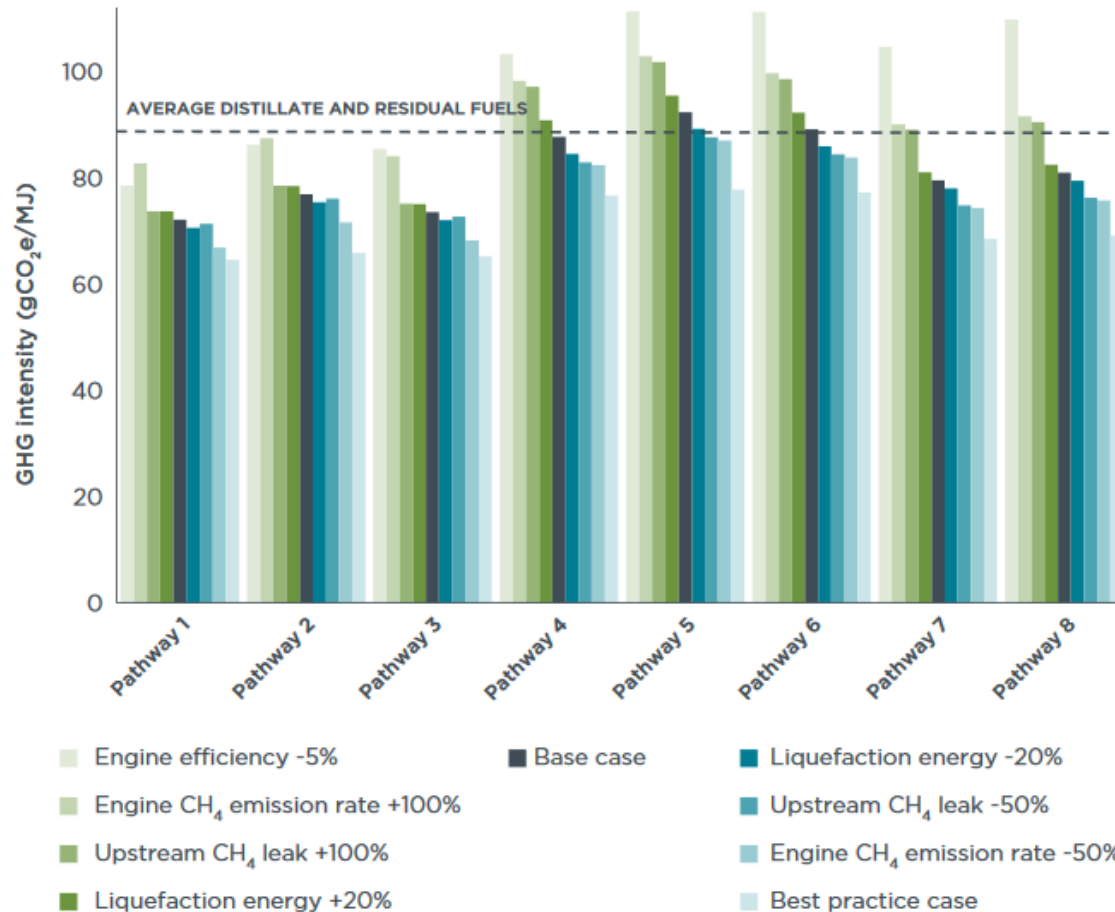


Figure A1. GHG intensity of fuel pathways for base case, sensitivity cases, and best practices case

Quelle:

https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTwhitepaper_MarineLNG_130513.pdf