

DTU



Dansk gas fra Nordsøen i et klimaperspektiv

Hans Horikx, teknisk rådgiver, DTU Offshore

Ali Akbar Eftekhari, Computational Expert, DTU Institut for Miljø- og Ressourceteknologi

Indledning

Naturgas fra den danske del af Nordsøen bidrager til den europæiske forsyningssikkerhed med en produktion, der i henhold til Nordsøaftalen fra 2020 fortsætter frem til 2050. Den danske nettoeksport af naturgas forventes at stige i de kommende år, efterhånden som gas udfases fra danske husstande. Samtidig betyder det markante fald i europæisk import af gas fra Rusland efter Ruslands invasion af Ukraine i 2022, at LNG eller flydende naturgas fra især USA, Afrika og Mellemøsten er blevet en meget vigtig energikilde for Europa.

EU-kommissionen har et mål om at reducere EU's udledning af drivhusgasser med mindst 55% inden 2030, og her vil den europæiske udfasning af kul udgøre et væsentligt bidrag til det mål. Også af denne grund er det vigtigt at have en objektiv og pålidelig vurdering af udledningerne fra alternativerne til kul, og hvor meget disse kan bidrage til at nå de europæiske emissionsreduktionsmål.

Dertil kommer, at verden i disse år er præget af geopolitisk uro og meget optaget af energiuafhængighed og forsyningssikkerhed. For mange lande og politikere er spørgsmålet om en stabil og pålidelig energiforsyning i høj grad blevet et sikkerhedspolitisk spørgsmål. Det er afgørende for politiske beslutninger at vide, hvor den europæiske og danske energi kommer fra, i hvilken form og med hvilket klimaaftryk.

Når naturgas produceret i Danmark eksporteres til det europæiske marked, reduceres importen tilsvarende af LNG eller kul. Derfor er det relevant at se på udledningen af drivhusgasser ved dansk-produceret naturgas sammenlignet med LNG og kul.

For at få et præcist billede af udledningerne har Dansk Offshore bedt DTU Offshore om at lave en uafhængig analyse af de samlede udledninger af drivhusgasser for gas produceret i Danmark og sammenligne dette med de vigtigste kilder af importeret LNG (flydende naturgas) og kul. Analysen indeholder hele værdikæden fra produktion via transport til forbrug og fokuserer på CO₂, metan (CH₄) og N₂O.

Dette er en sammenfatning. Mange flere detaljer kan findes i rapporten ” *LNG Carbon footprint study – A comparison of GHG emissions of natural gas produced in Denmark and imported LNG and Coal* ” af Hans Horikx & Ali Akbar Eftekhari, begge fra DTU.

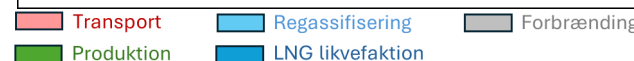
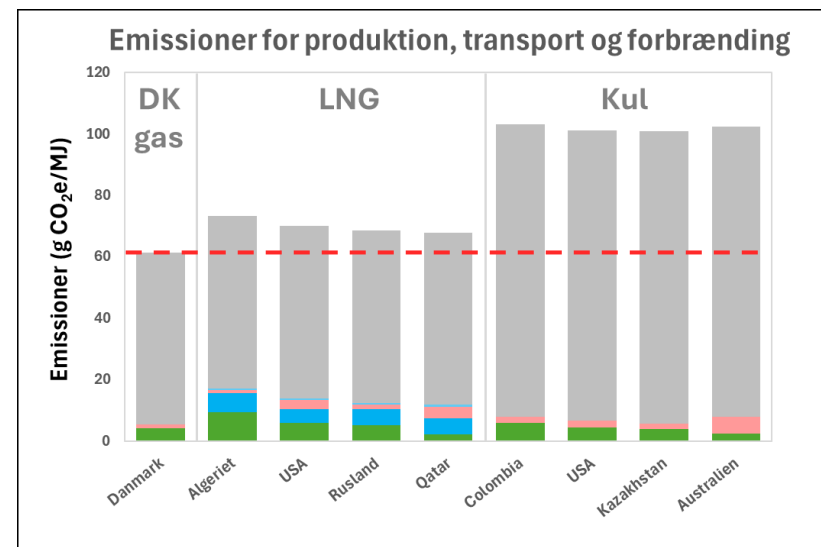
Vigtigste konklusioner

Samlede udledninger

- Den relative forskel mellem de tre brændstoffer varierer betydeligt, når man ser på den samlede udledning (produktion, transport og forbrænding). Kul udleder ca. 66% og importeret LNG ca. 14% flere drivhusgasser sammenlignet med naturgas produceret i Danmark.
- Prognosen for den samlede udledning i 2026 ventes at falde med ca. 2% i forhold til 2023-beregninger, og nedgangen skyldes hovedsagelig genstarten af det moderniserede Tyra-anlæg.

Udledninger fra produktion og transport

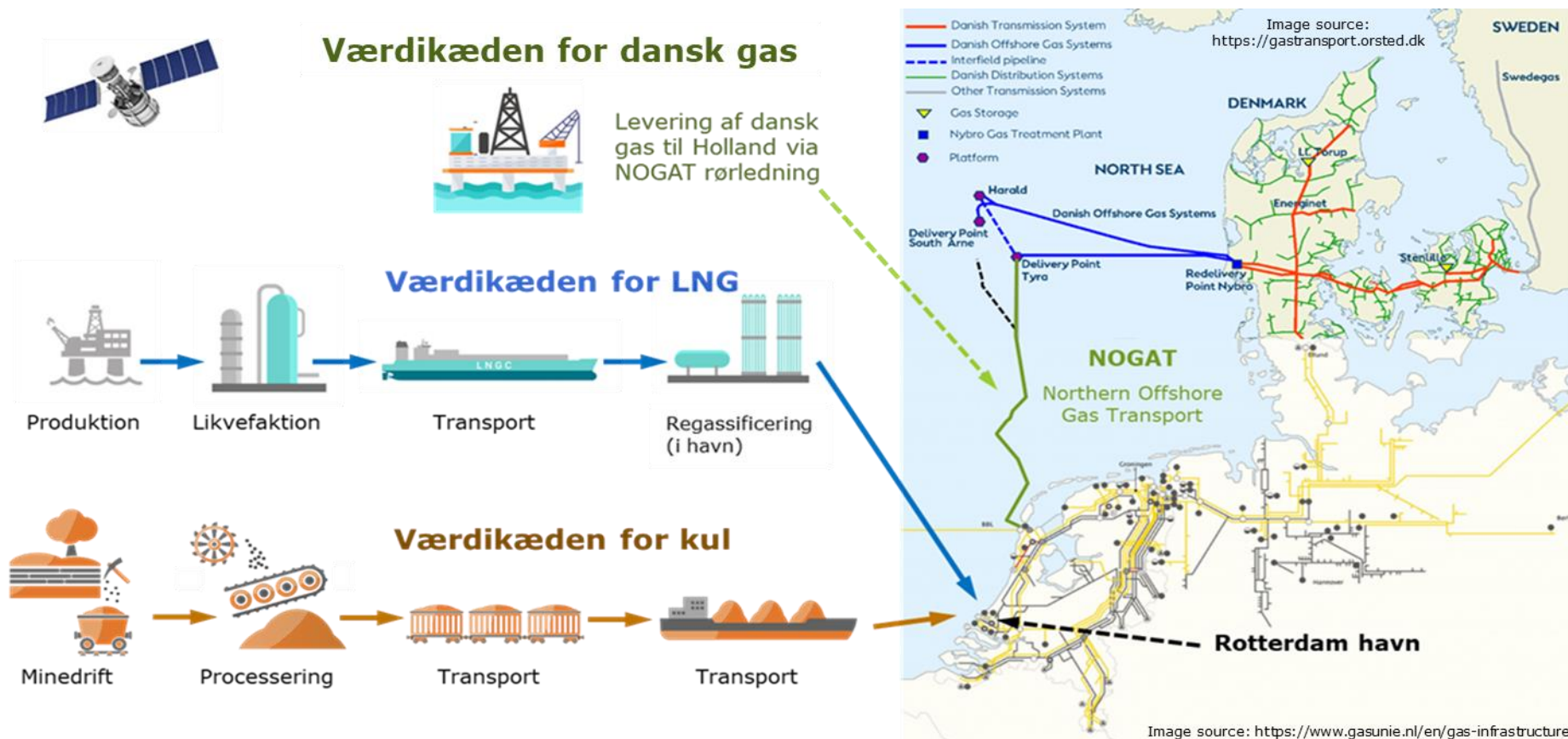
- Ser man udelukkende på produktion og transport, udleder kul ca. 35% og importeret LNG ca. 159% flere drivhusgasser end naturgas fra Danmark.
- Effekten af det moderniserede Tyra-anlæg ventes i 2026 at nedbringe udledningen med ca. 25%.
- Resultaterne af DTU's analyse flugter med et andet uafhængigt studie fra North Sea Transition Authority (NSTA) i England.



	Produktion, transport & forbrænding (g CO ₂ e/MJ)	Produktion, transport & forbrænding (DK Gas 2023 = 100)	Produktion & transport (g CO ₂ e/MJ)	Produktion & transport (DK Gas 2023 = 100)
Kul	101,9	165,9	7,21	135,4
LNG	69,87	113,7	13,77	258,7
DK Gas 2023	61,42	100	5,32	100
DK Gas 2026	60,11	97,7	4,01	75,3

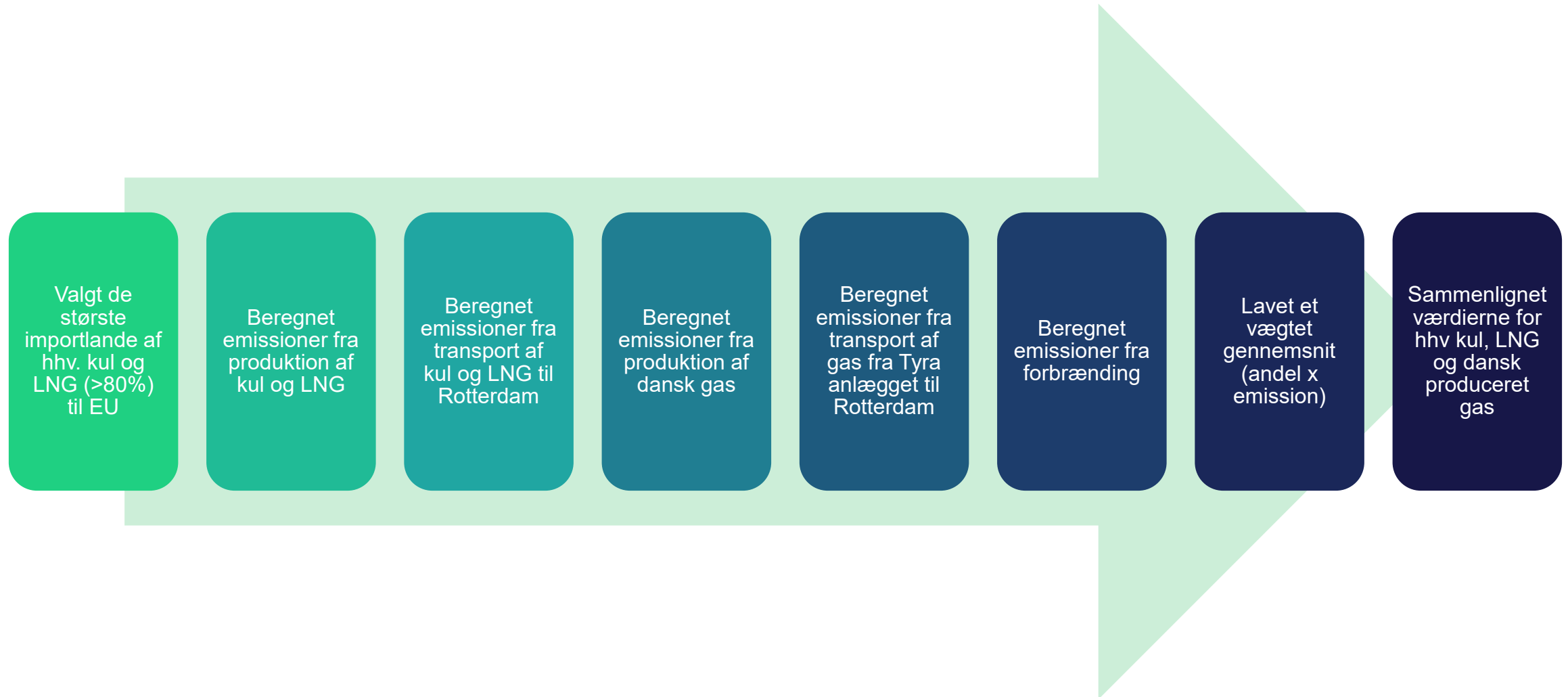
Værdier er vægtede gennemsnit (andel x emissionsmængde)

Sådan har vi gjort (1)



- For at have et sammenligningsgrundlag har vi undersøgt emissioner ved levering af kul/LNG i Rotterdam, som også modtager gas fra danske offshore-felter via en gasrørledning, (NOGAT), der forbinder det danske Tyra-kompleks med Holland.

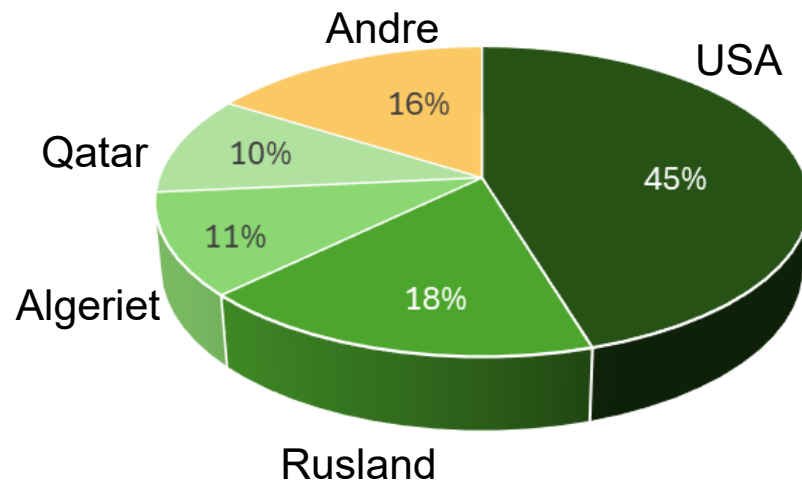
Sådan har vi gjort (2)



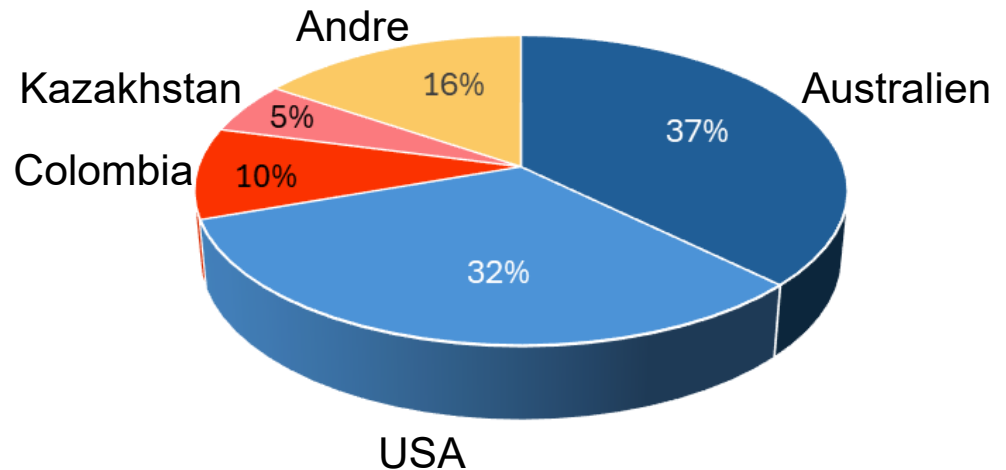
Sådan har vi gjort (3)

- Ud over Danmark blev de naturgas- og kulproducerende lande, der tilsammen tegner sig for mere end 80% af EU's import (2024) inkluderet i denne undersøgelse jævnfør tal fra Eurostat.

EU's import af LNG



EU's import af kul

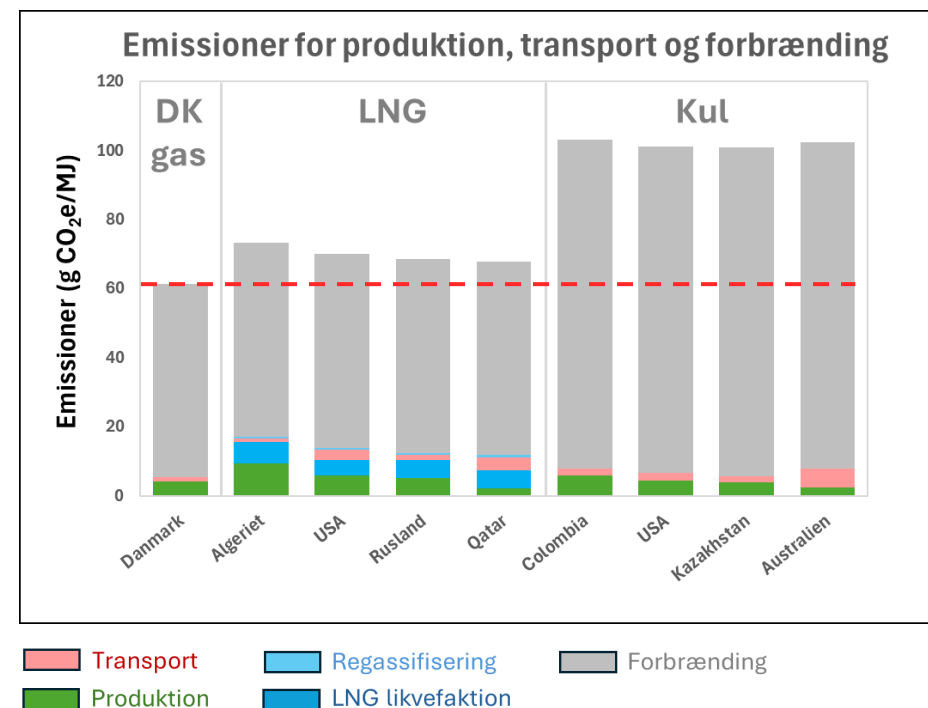


Resultater (1) – samlede udledninger (2023)

- Fra et samlet perspektiv, dvs. udledninger af drivhusgasser fra produktion, transport og forbrænding, udleder kul ca. 66% og importeret LNG ca. 14% flere drivhusgasser sammenlignet med naturgas produceret i Danmark.
- Værdierne er beregnet som et vægtet gennemsnit (andel x emissionsmængde) baseret på 2023-data.

	Produktion, transport & forbrænding (g CO ₂ e/MJ)	Produktion, transport & forbrænding (DK Gas 2023 = 100)
Kul	101,9	165,9
LNG	69,87	113,7
DK Gas 2023	61,42	100

Transport beregnet ved korte, optimale skibsruter. Værdier er vægtede gennemsnit.



LNG likvefaktion er omdannelse af naturgas i gasform til flydende naturgas gennem nedkøling og tryksækning.
Regassifisering er omdannelse af flydende naturgas til naturgas i gasform ved opvarmning.

Resultater (2) – samlede udledninger, prognose for 2026

- Driften af det moderniserede Tyra-anlæg forventes i 2026 at medføre en nedgang på ca. 2% af de samlede udledninger af drivhusgasser fra produktion, transport og forbrænding i forhold til udledningerne beregnet for 2023.
- Isoleret set vil udledningen af drivhusgasser fra produktion og transport af dansk naturgas fra Nordsøen falde med ca. 25%, jf. slide 11.
- Værdierne er beregnet som et vægtet gennemsnit (andel x emissionsmængde) baseret på forventede tal.
- Bruges udledningerne fra 2026 som benchmark, udleder LNG 16% mere end dansk gas, mens kul udleder 70% mere.

	Produktion, transport & forbrænding (g CO ₂ e/MJ)	Produktion, transport & forbrænding (DK Gas 2026 = 100)
Kul	101,9	169,5
LNG	69,87	116,2
DK Gas 2026	60,11	100

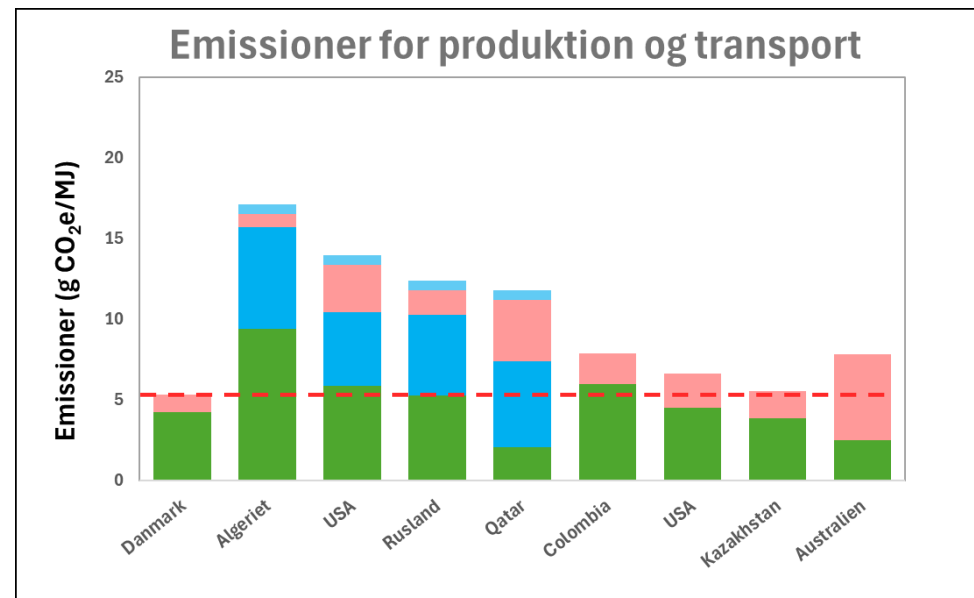
Transport beregnet ved korte, optimale skibsruter. Værdier er vægtede gennemsnit.

Resultater (3) – udledninger fra produktion og transport (2023)

- Kigger vi udelukkende på produktion og transport, udleder dansk-produceret gas mindre drivhusgas end importeret LNG eller kul.
- LNG udleder 159% mere og kul 35% mere drivhusgas end naturgas produceret i Danmark.
- Værdierne er beregnet som et vægtet gennemsnit (andel x emissionsmængde) baseret på 2023 data.

	Produktion & transport (g CO ₂ e/MJ)	Produktion & transport (DK Gas 2023= 100)
Kul	7,21	135,4
LNG	13,77	258,7
DK Gas 2023	5,32	100

Transport beregnet ved korte, optimale skibsruter. Værdier er vægtede gennemsnit.



■ Transport
 ■ Regassifisering
 ■ Produktion
 ■ LNG likvefaktion

LNG-likvefaktion er omdannelse af naturgas i gasform til flydende naturgas gennem nedkøling og tryksækning.
Regassifisering er omdannelse af flydende naturgas til naturgas i gasform ved opvarmning.

Resultater (4) – udledninger fra produktion og transport, prognose for 2026

- Opstarten af det moderniserede Tyra-anlæg forventes at medføre en nedgang på ca. 25% af de samlede udledninger af produktion og transport i forhold til udledningen beregnet for 2023.
- Værdierne er beregnet som et vægtet gennemsnit (andel x emissionsmængde) baseret på forventede tal.
- Bruges udledningerne fra 2026 som benchmark, udleder LNG 243% flere udledninger end dansk gas, mens kul udleder 80% flere.

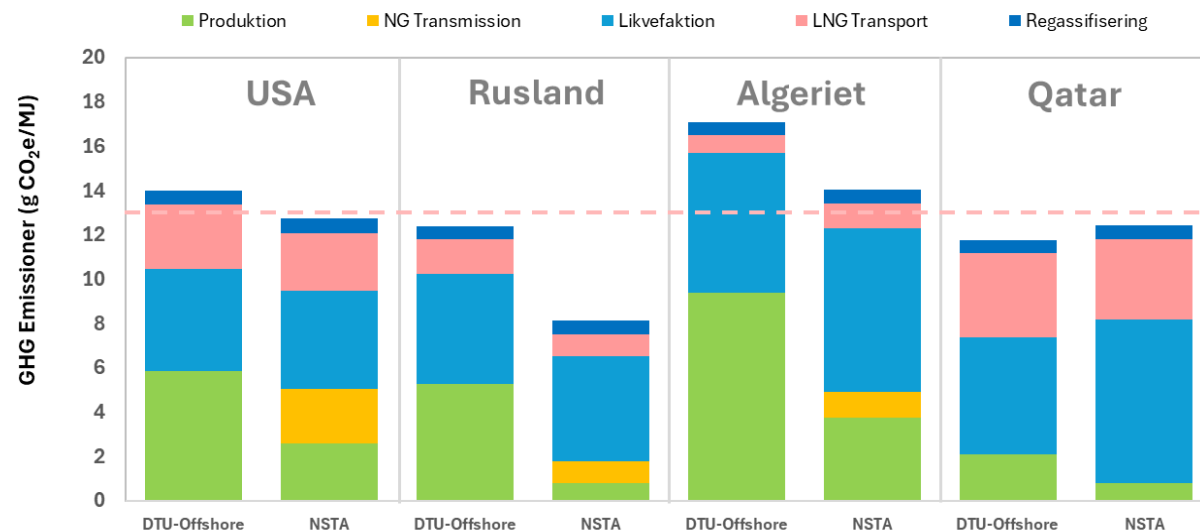
	Produktion & transport (g CO ₂ e/MJ)	Produktion & transport (DK Gas 2023 = 100)
Kul	7,21	179,8
LNG	13,77	343,4
DK Gas 2026	4,01	100

Transport beregnet ved korte, optimale skibsruter. Værdier er vægtede gennemsnit.

Resultater (5) – Sammenligning med NSTA-rapport (udledning af drivhusgasser fra produktion og transport)

- Resultaterne af denne analyse flugter med et andet uafhængigt studie foretaget for North Sea Transition Authority (NSTA) i England, når vi ser på udledninger fra produktion og transport.
- Det vægtede gennemsnit for LNG importeret til EU er i nærværende studie 13,8 g CO₂e/MJ for de fire analyserede lande.
- NSTA beregner for de samme fire lande 11,8 g CO₂e/MJ og 12,9 g CO₂e/MJ for alle 10 lande analyseret i NSTA-rapporten.
- NSTA er en offentlig institution med ansvar for at regulere den engelske industri for olie, gas og CO₂-lagring (*Carbon footprint of UK natural gas imports - North Sea Transition Authority, NSTA, 2023.*)

Emissioner af produktion og transport - NSTA / DTU sammenligning



NSTA rapporterer kg CO₂e/boe, som her er konverteret til g CO₂e/MJ.

Den stiplede linje viser et gennemsnit af de to undersøgelser, som er på 13,0 g CO₂e/MJ

LNG likvefaktion er omdannelse af naturgas i gasform til flydende naturgas gennem nedkøling og tryksækning.
Regassifisering er omdannelse af flydende naturgas til naturgas i gasform ved opvarmning

Appendix – metodiske overvejelser

- To operatører i den danske del af Nordsøen, TotalEnergies og INEOS Energy, har leveret emissionsdata for naturgas, som i analysen er sammenlignet med uafhængige og offentligt tilgængelige data fra EPA (Environmental Protection Agency), IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) og UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change).
- Emissionsdata, der dækker hele værdikæden for LNG og kul er blevet indhentet fra de samme EPA- og IPCC-databaser og fra satellitobservationer, der er kvantificeret af EU's EDGAR-initiativ (Emissions Database for Global Atmospheric Research).
- Brugen af satellitdata til at krydstjekke rapporterede emissionsdata er nyskabende for denne type af analyse, og er baseret på satellitobservationer af metan-udledning. En række nyere videnskabelige rapporter har vist, at disse data kan bruges som en uafhængig kalibrering af de emissionsdata, som rapporteres til FN, og som bruges af IPCC.
- Hvor meget drivhusgas, der udledes ved import af henholdsvis kul og LNG, påvirkes også af geopolitiske spændinger, da disse påvirker transportruterne, såsom begrænset adgang til Suezkanalen (f.eks. øget transport rundt om Sydafrika). Disse ekstra transportudledninger er meget begrænsede.
- Da metan har en kortere levetid i atmosfæren end CO_2 , vil metans bidrag til opvarmningspotentialet være forskellig afhængig af, om man bruger en 20-årig eller 100-årig referenceramme, og derfor er en sammenligning beregnet som en sensitivitet. Hvis man anvender et 20-årsperspektiv (GWP_{20}) i beregningerne, vil metangassens påvirkning for produktion og transport stige markant, således at udledningerne ville stige med cirka 75% for LNG og cirka 78% for kul, mens stigningen kun ville være 7% for dansk gas ($\text{GWP}_{20}/\text{GWP}_{100}$).
- Mere information kan findes i "*LNG Carbon footprint study – A comparison of GHG emissions of natural gas produced in Denmark and imported LNG and Coal*" af Hans Horikx & Ali Akbar Eftekhari.