

A photograph of an offshore wind farm at sunset. The sun is low on the horizon, casting a golden glow over the water and the silhouettes of the wind turbines. The sky is a mix of blue and orange. The water reflects the light from the sun. The wind turbines are arranged in a long line, receding into the distance. A large red triangle is overlaid on the right side of the image, and a white triangle is overlaid on the bottom left corner.

Naturgassens rolle i energisystemet frem mod 2050

Juni 2019



Ea Energy Analyses

Oversat til dansk fra *The role of natural gas in the energy system towards 2050*, udarbejdet for Nord Stream 2 A/G i juni 2019.

Udgivet af:

Ea Energianalyse
Gammeltorv 8, 6. tv.
1457 København K
Danmark
T: +45 60 39 17 16
Email: info@eaea.dk
Web: www.eaea.dk

Indhold

1	Sammendrag og konklusioner	4
2	Indledning	6
3	Naturgassens nyere historie i udvalgte europæiske lande	7
4	Udbuds- og efterspørgselsstrukturen for naturgas i Europa i dag	13
5	Alternativer til naturgas.....	19
6	Energiscenarier for EU frem mod 2050 – naturgassens rolle	23

1 Sammendrag og konklusioner

Naturgas har i årtier spillet en væsentlig rolle i elsektoren, industrien og inden for boligopvarmning i Danmark og i flere andre europæiske lande. I mange tilfælde blev naturgas i første omgang udviklet og taget i brug af økonomiske og forsyningssikkerhedsmæssige hensyn. Senere blev brugen af naturgas mere udbredt på grund af den relativt lave CO₂-udledning sammenlignet med kul og olie. CO₂-aftrykket for naturgas er 25 % lavere end for olie og 45 % lavere end for kul. Afhængig af biomassens oprindelse kan CO₂-aftrykket for naturgas være endnu lavere end for biomasse set over en tidshorisont på 100 år.

På grund af den lavere CO₂-udledning, de relativt lave omkostninger og den veludviklede infrastruktur, anses naturgas ofte som et vigtigt trin på vejen væk fra kul og olie og mod CO₂-neutralitet.

Naturgasproduktionen i EU er dog stærkt faldende på grund af ressourceudtømning og øgede udvindingsomkostninger, og EU bliver mere og mere afhængig af import. Norge og Rusland er de største leverandører af naturgas distribueret via rørledninger, mens Qatar, Nigeria og Algeriet er de største leverandører af flydende naturgas (LNG) til EU. I 2018 steg importen af LNG fra USA markant, og LNG forventes at få større betydning i fremtiden.

Ligesom i Danmark bruges naturgas i mange EU-lande i industrien, husholdningerne og elsektoren som erstatning for kul og svær og let brændselolie. Naturgas som boligopvarmning kan i nogen udstrækning erstattes med varmepumper uden eller med begrænsede konsekvenser for forbrugerpriserne, afhængig af de nationale afgiftspolitikker. I mange områder af industrien vil naturgas dog i de kommende årtier blive sværere eller endda uoverkommeligt dyrt at erstatte – under hensyntagen til den globale konkurrenceevne. Alternativerne er biogas, electrofuels eller direkte elektrificering. Et andet alternativ er at fortsætte med at bruge naturgas sammen med opsamling og lagring af CO₂ (CCS). Inden teknologierne inden for både electrofuels og CCS kan anses for at være kommercielt tilgængelige, ligger der dog et stort arbejde med forskning og udvikling.

EU-Kommissionen har fremlagt en række scenarier for, hvordan EU kan nå målet med nul nettoudledning inden 2050. Elektrificering forventes at spille en stor rolle, og op til 50 % af slutforbruget forventes at være elektricitet i 2050 mod 23 % i dag. De fossile brændsler, herunder naturgas, kommer

derfor til at spille en væsentligt mindre rolle i slutforbruget, da de vil blive erstattet med elektricitet, grøn gas og electrofuels. Omkostningerne og vejene dertil er dog usikre.

Den lave pris, den lavere CO₂-udledning fra naturgas og den i forvejen eksisterende infrastruktur er nok de væsentligste årsager til, at naturgas stadig vil spille en rolle hele vejen frem mod 2050 i de fleste scenarier – ofte i kombination med opsamling og lagring af CO₂ (CCS).

På længere sigt omkring 2050 er et af de store spørgsmål, om en kombination af naturgas og CCS eller CO₂-neutrale electrofuels kan levere det mest omkostningseffektive brændsel til balanceringsformål i elsektoren og som omkostningseffektivt brændsel i procesindustrien. Vores nuværende vurderinger tyder på, at CCS-teknologierne, såfremt de udvikles og implementeres, kunne være den billigste løsning.

På mellemlang sigt (10-30 år) vil naturgas helt klart fortsat være en væsentlig energibærer i EU, hvis arbejdet med fortsat at reducere afhængigheden af kul og olie skal lykkes.

2 Indledning

Naturgas udleder mindre CO₂ end kul og olie

Naturgas har i mange år spillet en betydelig rolle i energisammensætningen i den danske økonomi og mange andre økonomier rundt omkring i verden. Naturgas er et relativt rentbrændende fossilt brændsel, der udleder mindre CO₂ pr. energienhed end kul og olie, og det har ofte været anset som en mulig vej mod den fossilfri økonomi.

I denne rapport gives en kort historisk gennemgang af brugen af naturgas i Danmark, Tyskland, Frankrig og Holland. Historien danner baggrund for det efterfølgende kapitel, hvor det analyseres, hvilken rolle naturgassen spiller i den europæiske energisammensætning i dag, og hvor forsyningen kan komme fra i fremtiden. Derefter følger et overblik over brugen af naturgas, hvordan naturgas kan erstattes og en analyse af de anvendelsesområder, hvor naturgas sandsynligvis vil have den største værdi i fremtiden.

Til sidst reflekteres der over naturgassens fremtidige rolle i de europæiske energisystemer i EU-Kommissionens 2050-scenarier for den europæiske energiforsyning.

3 Naturgassens nyere historie i udvalgte europæiske lande

Dette kapitel beskriver, hvorfor man startede med at bruge naturgas i energisystemerne i tiden efter oliekrisen i Danmark samt i Tyskland, Frankrig og Holland. Disse lande er valgt på grund af deres relevans i forhold til energiforbrug, energiinfrastruktur og deres generelle rolle i de europæiske energisystemer i både et historisk og nutidigt perspektiv. Årsagerne til og rationale bag den øgede brug af naturgas vil blive beskrevet sammen med de centrale politiske problemstillinger, som disse gasforbrugende lande står over for i dag.

3.1 Aktuelle begivenheder og EU-sammenhæng

Energi har altid spillet en vigtig rolle i EU, helt tilbage til forløberer for Det Europæiske Fællesskab, nemlig Det Europæiske Kul- og Stålfællesskab. Det Europæiske Kul- og Stålfællesskab etablerede en central myndighed, som førte tilsyn med produktionen af og handlen med stål og kul blandt de seks medlemslande, herunder Tyskland og Frankrig. Siden da har det europæiske samarbejde udviklet sig markant i både omfang og dybde.

Energi og klimaforandringer er blevet stadig vigtigere for det europæiske samarbejde og national politik.

Siden dengang er flere og flere handelsområder og nationale interesser blevet åbnet for europæisk konkurrence. De første EU-direktiver, der åbnede op for en liberalisering af de nationale el- og gasselskaber og en nedbrydning af nationale monopoler, blev fremsat i midten af 1990'erne og begyndte at træde i kraft på nationalt plan omkring årtusindeskiftet. Energi og klimaforandringer er siden blevet stadig vigtigere områder inden for det europæiske samarbejde og i medlemslandenes nationale politik.

Inden for de sidste år har de 'grønne partier' klaret sig godt ved mange nationale valg, senest i Danmark og Tyskland, samt ved valget til Europa-Parlamentet i 2019¹. Ligeledes har skoleelever rundt om i verden hver uge protesteret mod klimaforandringerne². Der er med andre ord et stærkt ønske i befolkningen om handling, der gør noget ved de risici, som følger af klimaforandringerne. Disse bestræbelser foregår i forskellige grader i de forskellige lande, som alle har deres egne særlige omstændigheder og udfordringer at håndtere.

¹ <https://www.theguardian.com/politics/2019/jun/02/european-parliament-election-green-parties-success>

² <https://www.bbc.com/news/world-48392551>

3.2 Naturgassens historie i Danmark

Den første oliekrise i 1973 satte energi på den politiske dagsorden

Et skelsættende tidspunkt i energiplanlægningens historie i Danmark var den første oliekrise i 1973 (en konsekvens af krigen mellem Israel, Egypten og Syrien). Krigen og OPEC-landenes efterfølgende embargo mod de vestlige lande, der støttede Israel, førte til en drastisk stigning i olieprisen. I mange år blev der i Danmark næsten udelukkende brugt olie til det primære energiforbrug, og 95 % af det endelige energiforbrug blev dækket af importeret olie³.

Embargoen førte næsten omgående til en tredobling af oliepriserne, hvilket ramte de vestlige økonomier hårdt. I Danmark blev der iværksat en række politiske tiltag for at imødegå virkningerne af den voldsomme stigning i oliepriserne. Bilfri søndage, sænkning af hastighedsgrænserne og andre sparetiltag blev en realitet i et forsøg på at mindske konsekvenserne af oliekrisen. Oliekrisen gjorde danskerne opmærksomme på vigtigheden af energi og sammenhængen med økonomisk vækst og sikkerhed.

Nye energistrategier blev fremlagt i Danmark i 1976

I kølvandet på oliekrisen i 1973 blev der nedsat adskillige energiudvalg i Danmark, og i 1976 blev den første samlede energiplan i dansk historie fremlagt af den daværende handelsminister, Erling Jensen. Samtidig blev Energistyrelsen dannet. Den danske energiplan, Dansk Enerkipolitik 1976, fremsatte en række mål og konkrete forslag til handlinger.

De kortsigtede mål var at etablere strategiske beredskabslagre af olie, reducere afhængigheden gennem energibesparelser, øge effektiviteten og finde langsigtede løsninger på problemet med begrænsede energiressourcer. Nogle af de konkrete forslag i planen var brug af naturgas til opvarmning, udbygning af fjernvarmesystemet og omlægning af centrale kraftværker til at være kulfyrede i stedet for oliefyrede.

Den anden oliekrise i 1980'erne satte yderligere gang i udviklingen af fjernvarmesystemet og af et gasdistributionsnet

Den anden oliekrise efter det islamistiske kup i Iran mod shahen i 1979, og et år senere Irak-Iran-krigen i 1980-88, fik oliepriserne til at stige til nye højder og satte gang i bestræbelserne på at reducere afhængigheden af udenlandsk olieimport. Der blev indgået en aftale med Dansk Undergrunds Consortium, som havde eneretten til kulbrinter i Danmarks undergrund, om leverance af naturgas, og en større udbygning af fjernvarmesystemet fandt sted i starten af 1980'erne. I samme periode blev gasdistributionsnettet etableret rundt om i landet. Ud fra både en økonomisk betragtning og af hensyn til

³ Ea Energianalyse, 2007: "25 år med naturgas".

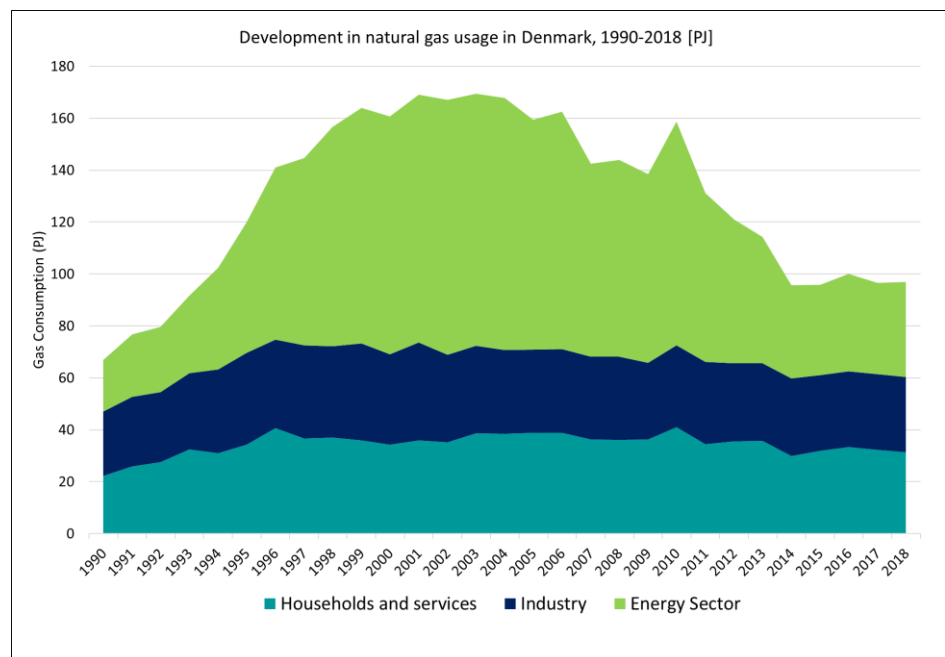
forsyningsikkerheden var der et politisk ønske om at udnytte naturgassen fra Nordsøen.

I 1987 begyndte klimaforandringerne at blive taget seriøst politisk

Før 1987 drejede energiplanerne sig først og fremmest om forsyningsikkerhed og økonomi, men med offentliggørelsen af Brundtland-Kommissionens rapport om miljø og udvikling, begyndte klimaforandringer at blive taget seriøst i energiplanlægningen. Decentrale kraftvarmeværker blev presset til at bruge naturgas ved hjælp af ændringer i prisstrukturen med det formål at nedbringe CO₂-udledningen og mindske energisektorens miljøpåvirkning. Det nye mantra var "bæredygtighed", og naturgas blev betragtet som en nødvendig og effektiv måde til at nå dette mål.

Naturgas finder især anvendelse i industrien og inden for boligopvarmning

Brug af naturgas til opvarmning fortsatte i 1990'erne, og adskillige hundrede tusinder af hjem gik over til den nu billigere naturgas, hvor de før havde benyttet olie til at dække deres varmebehov. I industrien blev brugen af naturgas til opvarmning også langt mere udbredt, og gassen begyndte at erstatte kul og olie. I 2005 toppede forbruget af naturgas med ca. 192 PJ⁴. Udviklingen i forbruget af naturgas i Danmark fra 1990 til 2018 fremgår af figuren nedenfor.



Figur 1: Udvikling i anvendelse af naturgas i Danmark, 1990-2018. Kilde: Ea Energy Analyses.

⁴ Energistyrelsen "Energistatistik 2016".

Gas som del af brændsels sammensætningen i elproduktionen toppede i 2010

Som ovenstående graf viser, steg brugen af naturgas i energisektoren markant fra omkring årtusindeskiftet og niveauet forblev højt, indtil efter 2010, hvor flere fjernvarmeværker begyndte at udskifte naturgaskraftvarme med biomassekedler og biomassekraftvarme. Gasinfrastrukturen findes dog stadig og kan derfor bruges i fremtiden, hvis det bliver nødvendigt. Skemaet nedenfor viser udviklingen i kilder til elproduktion i Danmark.

Brændsel	1994	2000	2005	2010	2014	2015	2016
Olie	7 %	12 %	4 %	2 %	1 %	1 %	1 %
Naturgas	6 %	24 %	24 %	20 %	6 %	6 %	7 %
Kul	83 %	46 %	43 %	44 %	34 %	25 %	29 %
Affald, ikke-bionedbrydeligt	1 %	2 %	2 %	2 %	2 %	3 %	2 %
Vedvarende energi	4 %	15 %	27 %	32 %	56 %	66 %	60 %

Tabel 1: Udviklingen i kilder til elproduktion i Danmark. Kilde: Energistyrelsen, Energistatistik 2016.

Det danske gasmarked liberaliseres

Efter årtusindeskiftet er det danske naturgasmarked blevet liberaliseret, og de ca. 400.000 naturgaskunder kan nu frit vælge deres foretrukne kommercielle gasforsynings selskab. Siden naturgasforbruget toppede i 2005, har naturgasforbruget været støt faldende, primært på grund af udbygningen af fjernvarmesystemet og muligheden for omlægning, selv om forbruget synes at have stabiliseret sig over de seneste år. I 2018 vedtog et enigt Folketing, at Danmark skal have nul nettoudledning og være uafhængig af fossile brændsler i 2050.

3.3 Historisk gennemgang af brugen af naturgas i Tyskland, Frankrig og Holland

Tyskland lukker sine atomkraftværker og omstillingen væk fra kul starter ved hjælp af massive investeringer i vedvarende energi og øget forbrug af naturgas

Tyskland er den største forbruger af naturgas i EU. Førhen var kul og olie absolut dominerende i energisammensætningen i Tyskland. Brugen af naturgas startede i 1970'erne og steg efter oliekrisen. Kul, olie og naturgas er fortsat de vigtigste kilder til primær energi, hvor olie står for 34 %, naturgas for 23 % og kul for 21 %. Herudover står vedvarende energi for 14 % og atomkraft for 6 %. I dag opvarmes 50 % af alle boliger med naturgas. 90 % af naturgassen importeres, hvor 40 % af den samlede import kommer fra Rusland, 29 % fra Holland og 21 % fra Norge⁵.

Efter ulykkerne på det japanske atomkraftværk Fukushima og den øgede fokus på klimaforandring vedtog Tyskland en hurtig omstilling væk fra kul og atomkraft. Nyere analyser viser dog, at til trods for beslutningen om at skifte fra kul til vedvarende energi (Energiewende), er CO₂-udledningen ikke faldet

⁵ <https://www.eia.gov/beta/international/analysis.php?iso=DEU>

som forudsagt⁶. Faktisk steg CO₂-udledningen i 2015, 2016 og 2017 i forhold til 2014⁷.

Mens vedvarende energikilder forventes at opfylde størstedelen af Tysklands fremtidige energibehov, forventes også naturgasforbruget at stige for at kunne gennemføre omstillingsplanen – således som det er sket de seneste år for at kompensere for de manglende atom- og kulkraftværker. Desuden arbejder Rusland og Tyskland i øjeblikket på at færdiggøre Nord Stream 2-gasledningen, som vil levere endnu mere naturgas.

Frankrig er stærkt afhængig af atomkraft og naturgas – ca. 14 % kommer fra naturgas

Frankrig er den fjerdestørste forbruger af naturgas i EU. Frankrig var stærkt afhængig af kul i perioden efter Anden Verdenskrig. I 1960'erne førte faldende oliepriser til en stor stigning i brugen af olie, og da oliekrisen ramte i 1973, kom to tredjedele af Frankrigs energiforbrug fra olie. Efter oliekrisen tog Frankrig nogle store skridt i retning af at mindske den importerede udenlandske olies rolle ved at udbygge inden for naturgas og atomkraft.

Frankrig har selv kun meget få naturgasressourcer og importerer langt størstedelen fra andre lande⁸ – især Holland, Norge og Rusland. Derudover importerer Frankrig også store mængder flydende naturgas (LNG), hovedsageligt fra Algeriet, og landet har opbygget yderligere kapacitet i de seneste par år. Ca. 14 % af Frankrigs energiforbrug er naturgas⁹.

I Holland stammer 41 % af energiforbruget fra naturgas, og gas forventes fortsat at spille en vigtig rolle i den grønne omstilling

Historisk set startede brugen af naturgas i Holland med opdagelsen af et kæmpe onshore gasfelt i 1959, som udløste et boom i branchen for naturgasefterforskning og -udvinding i årene der fulgte. I de efterfølgende år begyndte Holland også i stort omfang at eksportere til andre vesteuropæiske lande. På det tidspunkt var naturgas stort set det eneste brændsel, der blev brugt til boligopvarmning og madlavning. I 1972 var naturgasforbruget steget til 50 % af det samlede energiforbrug.

I slutningen af 1980'erne begyndte der at ske en liberalisering af energimarkederne, og i 2005 blev det statsejede naturgasselskab, Gasunie, splittet op. Bekymringer i offentligheden om jordrystelser fra Groningen-feltet på grund af overproduktion, et ønske fra politisk og offentlig side om at begrænse CO₂-udledningen og beslutninger om at sikre naturgasforsyningen på længere sigt førte til store reduktioner i naturgassen på næsten 50 % fra 2013. I

⁶ <https://www.ft.com/content/1ce68966-bffe-11e8-95b1-d36dfef1b89a>

⁷ <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-greenhouse-gas-emissions-and-climate-targets>

⁸ <https://www.eia.gov/beta/international/analysis.php?iso=FRA>

⁹ <https://www.planete-energies.com/en/medias/close/france-s-overall-energy-mix>

dag stammer 41 % af Hollands energiforbrug fra naturgas¹⁰. I 2018 blev Holland nettoimportør for første gang. Det hollandske statsejede energiselskab EBN fastslår, at naturgas fortsat vil spille en stor rolle i den hollandske energipolitik inden for opvarmning og industrielle processer, mens landet går mod en fossilfri fremtid¹¹.

¹⁰ <https://longreads.cbs.nl/trends18-eng/economy/figures/energy/>

¹¹ <https://www.ebn.nl/en/energy-transition/our-dutch-gas/>

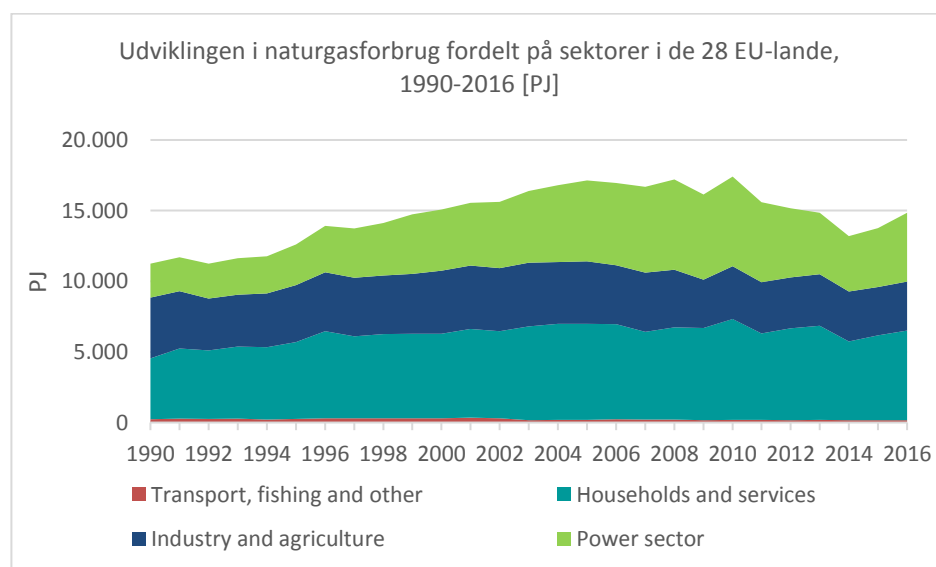
4 Udbuds- og efterspørgselsstrukturen for naturgas i Europa i dag

I dette kapitel beskrives udbuds- og efterspørgselsstrukturen for naturgas i Europa nærmere. Fokus er først på forbrug, dernæst på produktion og til slut på importmuligheder og gasreserver. Formålet er at illustrere den nuværende og fremtidige udbuds- og efterspørgselsstruktur på det europæiske naturgasmarked.

EU's naturgasforbrug ligger på ca. 15.000 PJ (i 2016)

Forbruget af naturgas steg fra ca. 11.200 PJ i 1990, toppede på ca. 17.400 PJ i 2010, faldt i årene efter og steg i 2016 til tæt på 15.000 PJ. Gasforbruget i husholdningerne og servicesektoren steg en anelse relativt betragtet fra 38 % af det samlede naturgasforbrug i 1990 til 43 % i 2016. Industri og landbrug udgjorde ca. 38 % af det samlede naturgasforbrug i 1990 og faldt til 23 % i 2016. Elsektoren udgjorde 21 % af naturgasforbruget i 1990 og er siden steget til 33 % i 2016. Naturgasforbruget i elsektoren var størst i 2000'erne og begyndte at aftage efter 2010.

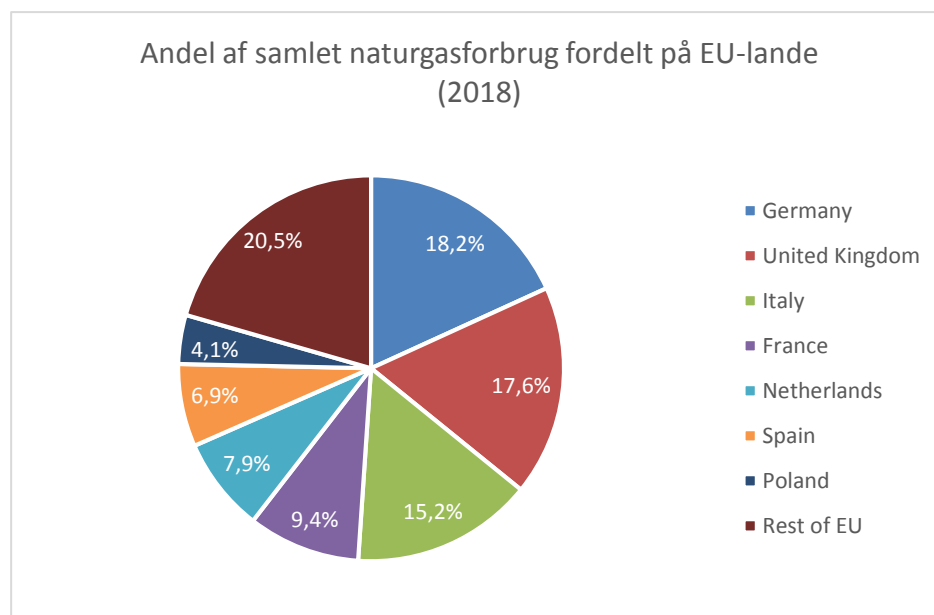
Efter katastrofen på Fukushima-atomkraftværket i 2014 blev de tyske atomkraftværker dog taget ud af drift, og naturgas tog over for at dække forsyningsmanglen. Naturgasforbruget inden for transport, fiskeri og andet er faldet fra omkring 2 % i 1990'erne til ca. 1 % i de seneste år. Figuren nedenfor viser udviklingen i naturgasforbruget fordelt på sektorer for de 28 EU-medlemslande:



Figur 2: Udviklingen i naturgasforbruget fordelt på sektorer i de 28 EU-lande, 1990-2016 [PJ]
Kilde: Eurostat.

I perioden 2014-2018 faldt det danske naturgasforbrug med 5 %, mens gasforbruget i andre EU-lande steg markant

De lande, som i dag forbruger mest naturgas, er Tyskland, Storbritannien, Italien, Frankrig og Holland, og heraf udgør Tysklands, Storbritanniens og Italiens forbrug over 50 % af det samlede EU-forbrug¹². I perioden 2014-2018 øgede Tyskland sit naturgasforbrug med 12 %, Storbritannien med 15 %, Italien med 17 %, Frankrig med 13 % og Holland med 6 %. Til sammenligning faldt naturgasforbruget i Danmark med 5 % i samme periode.

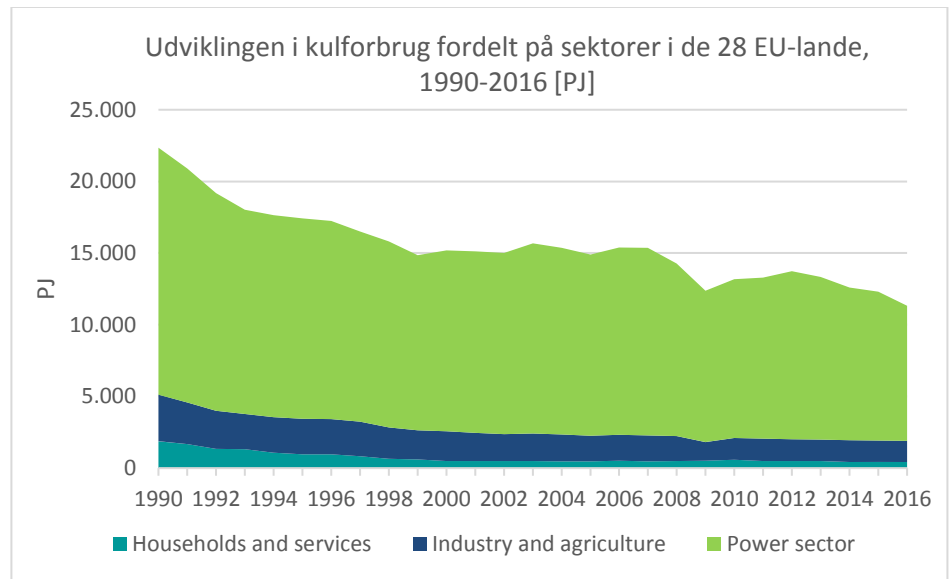


Figur 3: Andel af samlet naturgasforbrug fordelt på EU-lande (2018). Kilde: Eurostat.

EU har et stort kulforbrug. Udskiftning af kul skal have høj prioritet.

Til sammenligning var kulforbruget væsentligt højere end naturgasforbruget i de 28 EU-lande i 1990, men er siden faldet, efterhånden som naturgas, vedvarende energi og atomkraft har overtaget. Langt det største forbrug af kul er i elsektoren, hvilket tydeligt fremgår af grafen nedenfor. Da kul er en meget forurenende og CO₂-udledende brændselskilde, skal udskiftning af kul i elsektoren have høj prioritet.

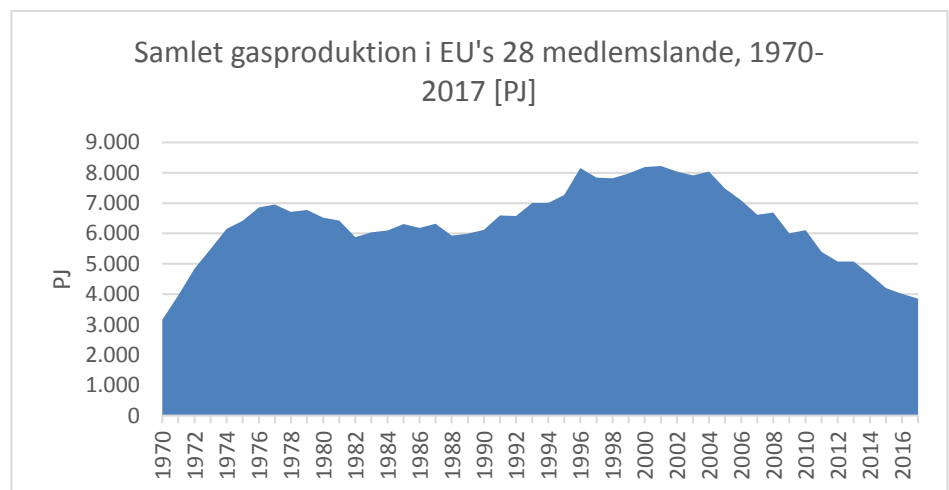
¹² Se bilag A for en oversigt over naturgasforbruget fordelt på lande.



Figur 4: Udviklingen i kulforbrug fordelt på sektorer i de 28 EU-lande, 1990-2016. Kilde: Eurostat.

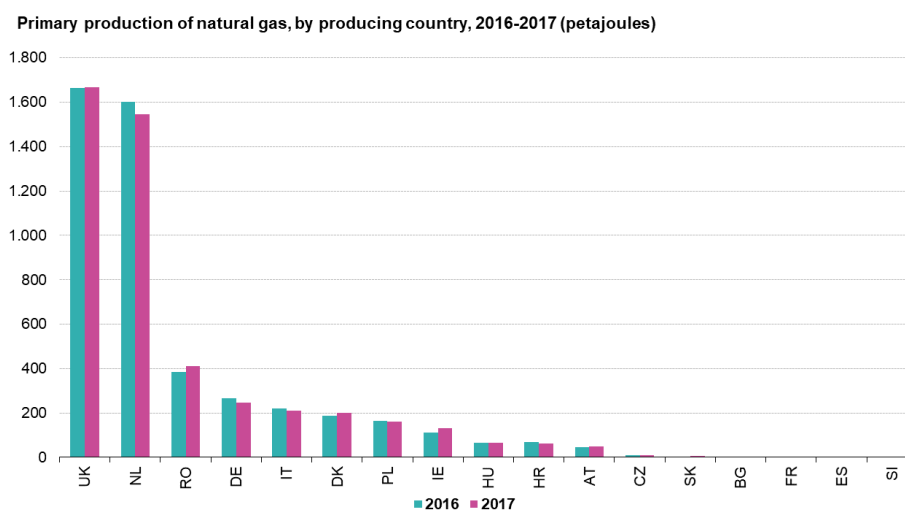
EU's naturgasproduktion falder kraftigt

Naturgasproduktionen i de 28 EU-lande har været faldende, siden den toppede omkring 2000, som vist på figuren nedenfor.



Figur 5: Samlet gasproduktion i EU's 28 medlemslande, 1970-2017. Kilde: BP Statistical Review 2018.

Storbritannien og Holland er langt de største naturgasproducenter i EU, med Rumænien på en tredjeplads langt efter. Især Holland er en stor naturgaseksportør og har været det i mange år. Grafen nedenfor viser den primære produktion af naturgas i dag fordelt på EU-lande.



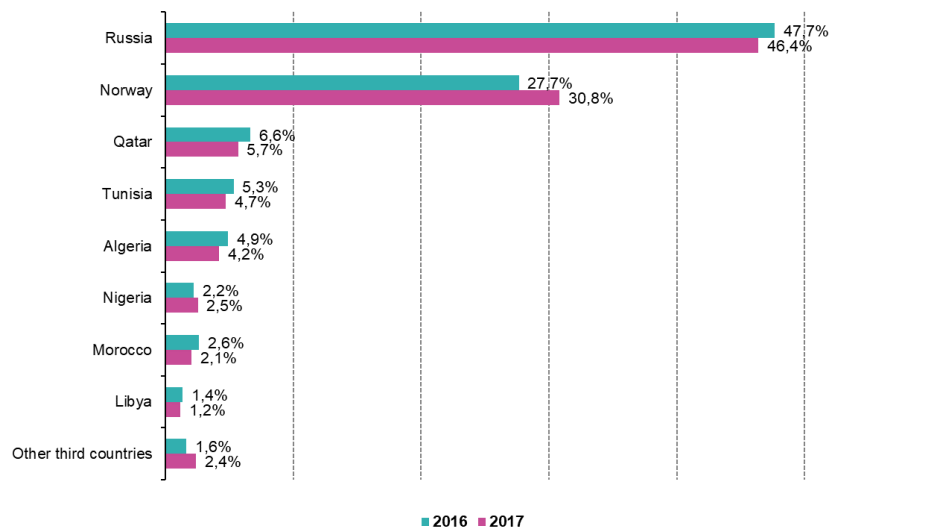
Figur 6: Primær produktion af naturgas fordelt på producerende lande, 2016-2017. Kilde: Eurostat.

Med faldet i EU's produktion af naturgas og øget eller stabil efterspørgsel skal der importeres en stigende mængde gas fra lande uden for EU.

De største eksportører af naturgas til EU er Rusland og Norge

Den største leverandør til EU generelt er Rusland efterfulgt af Norge. Der er dog store individuelle forskelle i importsammensætningen for de forskellige lande. Tyskland er som den største forbruger af naturgas stærkt afhængig af importeret naturgas, i modsætning til Storbritannien der, som den næststørste forbruger, også er den største producent. Tyskland importerer ca. 90 % af sin naturgas, hvoraf 40 % af den samlede import kommer fra Rusland, 29 % fra Holland og 21 % fra Norge. Danmark har i lang tid været nettoproducent af naturgas, men er i de seneste år begyndt at importere mere og mere russisk naturgas. Figuren nedenfor viser oprindelseslandet for import af naturgas fra lande uden for EU.

Extra-EU imports of natural gas, by country of origin, 2016-2017



Figur 7: Import af naturgas fra lande uden for EU fordelt på oprindelseslande, 2016-2017. Kilde: Eurostat.

Verdens største naturgasreserve ligger i Rusland

Rusland er den største eksportør af naturgas til EU og har langt de største dokumenterede reserver i verden på næsten 48 billioner kubikmeter. Norge er den næststørste eksportør til EU, men har forholdsvis små reserver på omkring 1,8 billioner kubikmeter. De næststørste naturgasreserver blandt hovedeksportørerne af naturgas til EU ligger i Qatar, som har dokumenterede reserver på 24 billioner kubikmeter. Holland og Storbritannien har kun henholdsvis ca. 0,8 billioner kubikmeter og 0,2 billioner kubikmeter. Til sammenligning har Danmark blot 0,01 billioner kubikmeter dokumenterede naturgasreserver.

World Energy Outlook forventer, at EU må afsøge yderligere muligheder for naturgasimport i 2025 for at kompensere for den mindskede kapacitet inden for atomkraft og kulproduktion

EU's naturgasreserver er ubetydelige i forhold til reserverne i ikke-EU-lande, og derfor vil importen sandsynligvis fortsætte med at stige i løbet af de kommende år. World Energy Outlook forventer¹³, at EU må afsøge nye importmuligheder svarende til en tredjedel af forbruget i 2025 for at kompensere for de atom- og kulkraftværker, der er taget ud af drift, og den faldende produktion i EU. Skemaet nedenfor viser de dokumenterede naturgasreserver i milliarder kubikmeter for de største eksportlande til EU samt nogle EU-lande af interesse.

¹³ <https://www.iea.org/newsroom/news/2019/march/a-long-term-view-of-natural-gas-security-in-the-european-union.html>

Dokumenterede naturgasreserver fordelt på lande (2018, EIA)	
Land	Naturgas – dokumenterede reserver (mia. kubikmeter)
Rusland	47.805
Qatar	24.072
Nigeria	5.475
Algeriet	4.504
Norge	1.782
Libyen	1.505
Ukraine	1.104
Aserbajdsjan	991
Holland	801
Storbritannien	176
Marokko	94
Hviderusland	92
Tyskland	40
Danmark	13

Tabel 2: Dokumenterede naturgasreserver fordelt på lande (2018, EIA).

Eksport af flydende naturgas (LNG) til EU fra USA er steget med 272 % i 2018

Lande som Norge og Rusland forsyner EU med naturgas via rørledninger og kan derfor ikke omdirigere leverancer til andre tilbudsgivere uden massive investeringer i ny infrastruktur. Lande som Qatar, Nigeria og Algeriet, som leverer deres gas som flydende naturgas (LNG), kan til gengæld omdirigere deres leverancer til andre tilbudsgivere, som måske vil betale mere. USA har øget deres eksport af flydende naturgas (LNG) til EU markant i 2018, med 272 % til næsten 11 milliarder kubikmeter ved udgangen af 2018¹⁴. LNG er et marked i vækst, som forventes at blive stadig vigtigere for EU-energiforsyningen i de kommende år.

Der er kort sagt mange muligheder for levering af naturgas (via rørledninger og LNG), som kan gøre det muligt for EU at opfylde efterspørgslen i de kommende årtier. Priser, forsyningssikkerhed og CO₂-aftryk for de forskellige forsyningsmuligheder vil formentlig være vigtige parameter for den fremtidige forsyningssammensætning. I forhold til den langsigtede forsyning er der øget fokus på alternativerne til de fossile brændsler, herunder naturgas. Dette undersøges nærmere i de næste kapitler.

¹⁴ https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/eu-us_lng_trade_folder.pdf

5 Alternativer til naturgas

I et fremtidigt (næsten) CO₂-neutralt energi- og transportsystem forventes forbruget af naturgas at blive væsentligt reduceret og begrænset til kun at blive anvendt på områder, hvor det er sværest at erstatte naturgassen med et grønt alternativ, og den derfor har størst værdi for energisystemet. I skemaet sidst i dette kapitel giver vi en oversigt over det nuværende energiforbrug inden for forskellige sektorer/anvendelsesområder og ideer til, hvordan en fremtidig grøn energiforsyning kan organiseres. Skemaet indeholder også en vurdering af de sektorer, hvor naturgas har den største værdi.

Biomasse kan ikke forventes helt at kunne erstatte de fossile brændsler

Inden for mange anvendelsesområder kan naturgas teoretisk erstattes med forskellige former for biomasse: fast biomasse til produktion af varme eller flydende biomasse i termiske processer, motorer eller turbiner. Tilgængeligheden af biomasse på globalt plan er dog begrænset, og biomasse kan derfor ikke forventes at erstatte det nuværende forbrug af fossile brændsler. De billigste og mest almindelige kilder til grøn energi forventes at være solenergi og vindenergi, herunder store offshore-vindkraftanlæg. For at udnytte disse energikilder bliver elektrificering af energiforsyningen afgørende. Inden for nogle anvendelsesområder udgør elektrificering en meget effektiv udnyttelse af energien. Elektriske varmepumper, der leverer lavtemperaturvarme til individuel opvarmning eller leverer til fjernvarmesystemer, kan for eksempel levere 3-4 varmeanheder for hver enhed elektricitet, der forbruges. Tilsvarende er el-biler 3-4 gange mere effektive end deres fossile modstykker.

Flydende eller gasformige brændsler kan overvejes til tung transport, men er forbundet med betydelige energiomkostninger

Inden for nogle anvendelsesområder, såsom industrielle processer ved høje temperaturer og visse former for tung transport (som f.eks. langturstransport, luftfart og en del søtransport), er det dog sandsynligt, at flydende eller gasformige brændsler vil være nødvendige, enten på grund af deres forbrændingsegenskaber eller deres høje energitæthed. Elektricitet kan omdannes til flydende eller gasformige brændsler, men denne proces er forbundet med betydelige kapitalomkostninger til elektrolyserings- og metaniseringsanlæg samt betydelige energiomkostninger. En enhed elektricitet giver typisk omkring 0,6 enheder syntetisk brændsel, og omkostningerne til syntetiske brændsler, der produceres fra elektricitet, anses for at være ret høje, omkring 90-100 €/MWh. Til sammenligning har prisen på naturgas inden for de seneste 10 år typisk ligget på omkring 15-20 €/MWh.

Opsamling og lagring af brint og CO₂ kunne være mulige løsninger men kræver store punktkilder med en stabil grundlast

Et alternativ til at producere syntetiske brændsler fra grøn elektricitet er at fjerne CO₂ fra naturgassen ved hjælp af opsamling og lagring af CO₂. Det kan gøres på flere forskellige måder. En mulighed er at spalte naturgassen i brint og CO₂ og efterfølgende lagre den opsamlede CO₂ i undergrunden, f.eks. i tomme gasfelter i Nordsøen. Outputtet af processen, brint, som nogle gange omtales som blå brint, kan bruges som erstatning for naturgas. En anden mulighed er at forsyne industrielle anlæg, som bruger naturgas, med udstyr til opsamling og lagring af CO₂ (CCS). På den måde kan den CO₂, der produceres ved forbrændingen, opsamles og oplagres. For at denne løsning skal være økonomisk rentabel kræves der store punktkilder med et stabilt basisforbrug af naturgas.

Ifølge IEA findes der i dag 18 større anlæg til opsamling, udnyttelse og lagring af CO₂ (CCUS) på globalt plan. Størstedelen af disse anlæg er tilknyttet industrielle processer, der danner relativt rene CO₂-strømme ved normal drift, som f.eks. naturgasbehandling, brintproduktion med fossile brændsler og fremstilling af bioethanol. Der findes kun to større CCUS-**kraftværker** der udskiller CO₂ fra røggas: Boundary Dam-projektet i Saskatchewan, Canada, og Petra Nova Carbon Capture-projektet i Texas, USA. Begge steder benytter teknologien post-forbrændingsopsamling i ombyggede kulanlæg. Derudover er syv større CCS-projekter på tegnebrættet i elsektoren.

CCS mangler stadig at få et afgørende gennembrud, men anses som et vigtigt værktøj i retning mod CO₂-neutralitet i IEA's scenarier og i adskillige af EU's klimastrategiscenarier.

CCS mangler stadig at få et afgørende gennembrud. Ikke desto mindre anser det Internationale Energiagentur CSS som afgørende for at nedbringe udledningen i deres scenarier om CO₂-neutralitet. Også EU's klimastrategier omfatter udnyttelse af CCS for naturgas for at kunne nå deres klimamål (se kapitel **Error! Reference source not found.**). I henhold til FN's Klimapanel rapport om opsamling og lagring af CO₂¹⁵, er omkostningerne ved at fjerne CO₂ fra et grundlastværk med naturgas ved hjælp af CCS-teknologi ca. 35-77 EUR pr. ton CO₂ i forhold til et tilsvarende kraftværk uden CCS. Idet 1 MWh naturgas medfører udledning af ca. 0,21 ton CO₂, svarer dette til en omkostningsstigning på omkring 7-16 EUR pr. MWh naturgas (1 USD = 0,89 EUR). Når brændselsomkostningerne ved naturgas lægges til, løber de samlede energiomkostninger op i omkring 19-31 EUR/MWh. Det vil således være en billig metode til at fjerne CO₂, hvis man forsyner større naturgasanlæg med CCS-teknologi fremfor at producere syntetiske brændsler fra grøn elektricitet.

¹⁵ https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srccs_chapter8-1.pdf

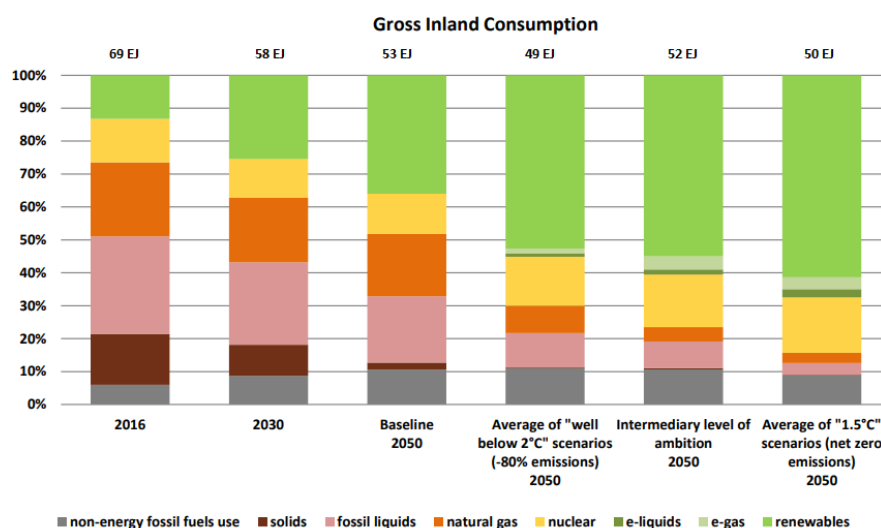
Sektor	Aktuel forsyning	Fremtidig grøn forsyning	Højeste værdi af naturgas
Individuel opvarmning	Naturgas, olie, biomassekedler, varmepumper.	Varmepumper Fjernvarme Hybrid-varmepumper som bruger grøn gas ved spidsbelastninger.	X
Fjernvarme	Kraftvarme fra biomasse, kul og naturgas. Kedler: biomasse, naturgas, solvarme, industriel overskudsvarme.	Varmepumper Geotermisk Biomasse Kedler/kraftvarme Industriel overskudsvarme Solvarme	
Industri, lavtemperatur	Gas, olie, biomasse, direkte elektricitet, fjernvarme	Varmepumper Fjernvarme	
Industri, højtemperatur	Gas, olie, kul, biomasse, direkte elektricitet	Direkte elektricitet Biomasse Grøn gas Naturgas med CCS	XX
Industri, direkte proces	Kul, gas	Biomasse Grøn gas Naturgas med CCS	XXX
Let transport	Diesel, benzin	Elektricitet	
Tung transport på land	Diesel	Biodiesel Bio-LNG El-bil (konceptuelt) El-motorvej (konceptuelt)	XXX
Luftfart	Petroleum	Biopetroleum Brint (konceptuelt) Elektricitet (kort afstand, konceptuelt) LNG (konceptuelt)	Wild card
Søfart	Fuelolie LNG	Bio-LNG Biodiesel	XXX
Elektricitet, grundlast	Kul, biomasse, naturgas, vandkraft (importeret)	Biomasse/affald med CCS	Wild card
Elektricitet, grøn	Vind, sol, biomasse	Land- og havvind Solceller	
Elektricitet, fleksibilitet	Gas, kul, biomasse, import/eksport	Import/eksport Prisfleksibelt elforbrug, inkl. sektorintegration Lagring af el.	XX

Tabel 3: Oversigt over det nuværende energiforbrug inden for forskellige sektorer/anvendelsesområder og ideer til, hvordan en fremtidig grøn energiforsyning kan organiseres.

6 Energiscenarier for EU frem mod 2050 – naturgassens rolle

I dette kapitel vil vi undersøge, hvilken rolle naturgas kan komme til at spille i den fremtidige energisammensætning ud fra omfattende scenarier offentliggjort af EU-Kommissionen.

I november 2018, som forberedelse til COP24 i Polen, offentliggjorde EU-Kommissionen Meddelelse 773: "En ren planet for alle - En europæisk strategisk og langsigtet vision for en fremgangsrig, moderne, konkurrencedygtig og klimaneutral økonomi". Publikationen beskriver de mulige veje til en europæisk omstilling til nul nettoudledning af drivhusgasser inden 2050. Vejene sætter rammerne for den mulige og nødvendige udvikling fra 2030 til 2050 for at nå temperaturmålsætningerne i Parisaftalen.

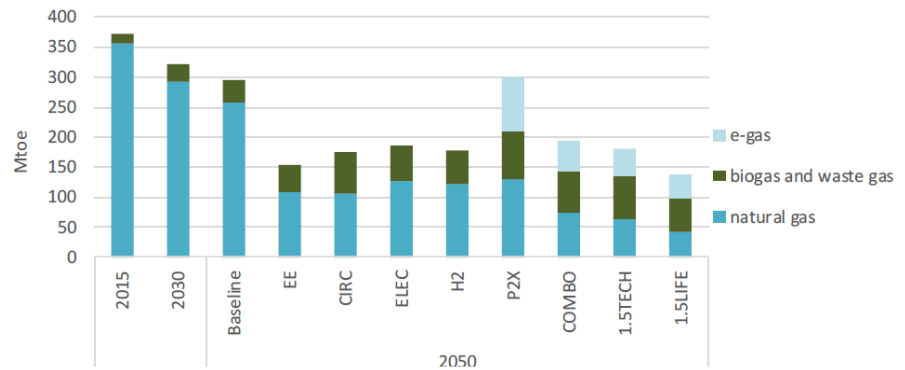


Figur 8: Mulige veje til en europæisk omstilling til nul nettoudledning af drivhusgasser inden 2050. Kilde: EU-Kommissionen, 0218: Meddelelse 773.

2050-scenarierne forudsiger, at fossile brændsler er udfaset med undtagelse af transportsektoren og naturgas i elsektoren

I de grønne scenarier udfases fossile brændsler frem mod 2050, med undtagelse af de tilbageværende flydende fossile brændsler primært i transportsektoren og naturgas primært i elsektoren. Omstillingen til nul nettoudledning er baseret på elektrificering i alle sektorer, øget fokus på energieffektivitet, udvikling og anvendelse af grønne flydende brændsler og gasser, nye energilagringsteknologier og opsamling og lagring af CO₂ (CCS). De grønne gasser omfatter biogas, brint og e-gasser.

Figure 31: Total gas consumption per gas type



Figur 9: Samlet gasforbrug pr. gastype i scenarierne fra EU-Kommissionen. Kilde: Eurostat (2015), PRIMES

Som det fremgår af figuren ovenfor, spiller gas, herunder naturgas, ikke den samme rolle i alle scenarier i 2050, hvilket udtrykker usikkerheden omkring, hvor effektive og konkurrencedygtige de forskellige grønne teknologier vil være i fremtiden.

Vind og sol er blevet udviklet meget, men der er fortsat usikkerhed om, hvorvidt de kan erstatte gas i elsektoren.

I de seneste år har vind- og solteknologiernes konkurrenceevne udviklet sig markant, men der er fortsat stor usikkerhed om, hvorvidt de kan erstatte naturgas i elsektoren (fleksibilitet og forsyningsikkerhed) og i industrien (pris) og fossile brændsler inden for transport, især luftfart. Den optimale balance mellem naturgas med CCS og grøn gas er for eksempel ikke afklaret på nuværende tidspunkt, når man fortsat prioriterer den europæiske industris konkurrenceevne.