



December 2021

HAR ATOMKRAFT EN FREMTID?

Seniorrådgiver Finn Lauritzen

AXCELFUTURE
ERHVERVSLIVETS TÆNKETANK

INDHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENFATNING.....	2
1. BAGGRUND.....	4
2. ATOMKRAFTENS BETYDNING ER VIGENDE - ISÆR I USA, JAPAN OG EU - MEN PÅ VEJ FREM I RESTEN AF ASIEN.....	5
3. ARGUMENTER FOR OG IMOD ATOMKRAFT.....	10
4. KAPITALOMKOSTNINGERNE ER EN AFGØRENDE FAKTOR FOR ATOMKRAFTVÆRKERNES ØKONOMI.....	12
5. 3.- OG 4.-GENERATIONS ATOMKRAFTVÆRKER.....	13
6. EU'S VURDERING AF ATOMKRAFTVÆRKERS BÆREDYGTIGHED.....	14
7. ATOMKRAFTPOLITIK I ANDRE EUROPÆISKE LANDE.....	14
8. ATOMKRAFT I DANMARK?.....	15
9. BETYDNINGEN FOR DANSK ERVHERVSLIV OG KLIMAPOLITIK AF EU'S ATOM-STRATEGI.....	17
10. KONKLUSION.....	19

SAMMENFATNING

- I de senere år er diskussioner om atomkraftens mulige fremtid blusset op igen – også i Danmark, bl.a. på grund af diskussionen om hvad der skal erstatte kul. I Danmark har biomasse gradvis indtaget kulletts rolle, men mange værker vil blive udfaset over de næste 10-15 år. Er atomkraft en teknologi, der kunne passe ind i den danske energiforsyning?
- Vi vurderer, at det vil være særdeles økonomisk risikabelt og dyrt at bygge A-værker i Danmark, og at der vil være billigere og mere praktiske alternativer, som kan sikre dansk energiproduktion – også uden biomasse. Det skyldes, at vi med vores VE-produktion har behov for mere fleksible energikilder – og i afgørende grad fordi vi i Danmark mangler erfaringer med atomkraft
- Det er derimod ikke i dansk interesse, at resten af Europa nedlægger deres atomkraftværker - tværtimod. De bør levetidsforlænges hvor man kan, så længe vi ikke har bedre alternativer.
- Det er dog også indlysende, at atomkraft baseret på den hidtidige teknologi er alt for dyr og risikabel at satse på i Europa. Erfaringerne taler deres eget tydelige sprog – det kan tage 15-20 år at opføre et atomkraftværk, og til den tid må vi formode at andre billigere og mere praktiske teknologier vil have vundet frem.
- Der er behov for, at vi i Danmark bliver bedre til at bidrage til udvikling af en fælles energipolitik i EU, hvor nationale dogmer nedtones. Uanset hvordan vi indretter vores energisystem, er vi afhængige af den energi- og klimapolitik, der føres i resten af Europa. Hvis Tysklands forsyningsikkerhed sættes under pres, vil det således også påvirke Danmark i meget stort omfang. Det er en af årsagerne til, at både gas- og elprisen i øjeblikket er rekordhøj.
- På trods af, at det vil være uhensigtsmæssigt og alt for dyrt at satse på at indføre atomkraft i Danmark, er det muligt, at danske atomkraftvirksomheder kan medvirke til at opbygge en ny type af mindre, modulære, 4.-generations atomkraftværker, som kan reducere de globale klimaproblemer. Der findes allerede to spændende virksomheder, som har modtaget første runde funding, og som er langt i deres udvikling af en ufarlig teknologiplatform – set i forhold til traditionel atomkraft.
- Det kunne være hensigtsmæssigt, hvis Vækstfonden og andre investorer kunne deltage i at understøtte udviklingen af de danske virksomheder, da de må vurderes til i afgørende grad at kunne bidrage til at dekarbonisere energiproduktionen i navnlig Sydøstasien, hvor forbruget af fossile brændsler i øjeblikket er i kraftig vækst. Der er således et presserende behov for, at den danske regering ændrer attitude overfor den danske atomkraftindustri og overfor hvordan man internationalt bør forholde sig til atomkraft.

1. BAGGRUND

I de senere år er diskussioner om atomkraftens mulige fremtid blusset op igen. Årsagen hertil er især, at forbrugere og virksomheder i mange lande oplever kraftigt varierende energipriser i takt med forskydninger i efterspørgslen og i produktionen af sol- og vindenergi, bl.a. som følge af skiftende vejr. Et godt eksempel er udviklingen i efteråret 2021, hvor priserne på gas, men også kul, olie og el, i en periode har ligget 3-5 gange over det normale niveau¹. Desuden er atomkraft fossilfri, hvilket har betydning for opnåelse af klimaneutralitet i 2050.

I dette notat vurderer Axcelfuture, om der fortsat - internationalt - er behov for atomkraft. Konklusionen er, at det er der. Det vurderes også, at atomkraft i Danmark vil være for dyrt og risikabelt og ikke støtte den grønne omstilling. En tredje konklusion er, at der er behov for, at vi i Danmark *både* tænker nationalt og europæisk/globalt, når vi skal fastlægge vores klima- og energipolitik.

På europæisk niveau er der således stærke argumenter for at fastholde atomkraften – og det vil også give Danmark en mere stabil og sikker elforsyning, idet risikoen for, at vi bliver ramt af internationale energiprisstigninger, reduceres.

Spørgsmålet er særligt aktuelt lige nu, hvor EU skal træffe en beslutning om, hvorvidt atomkraft kan karakteriseres som bæredygtig. Den danske regering har tilsluttet sig gruppen af lande, der modsætter sig, at atomkraft betegnes som bæredygtig. Det mener Axcelfuture er en holdning, der ikke rækker langt ud over vores egen næsetip. Der er rigeligt med kapital i Europa til både at forlænge nogle af atomkraftværkernes levetid og til at finansiere den altafgørende udbygning af vind- og solenergi. Så intet understøtter, at en forlængelse af a-kraftværkernes levetid på nogen måde vil bremse den grønne udbygning.

Tværtimod øger de prisstigninger på især gas og el i hele Europa, som nedlukningerne af atomkraftværker medvirker til, den politiske modstand mod den grønne omstilling i mange lande.

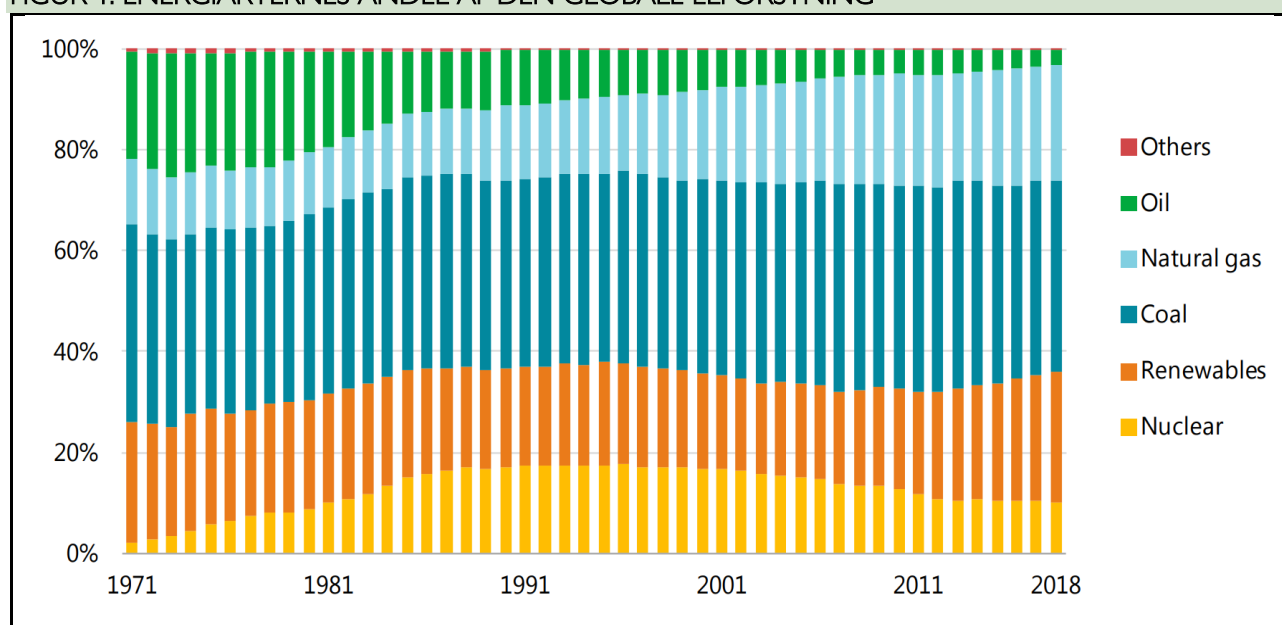
Det forlyder, at der aktuelt tegner sig et kompromis, hvor atomkraft karakteriseres som bæredygtig, og at det samme gælder for naturgas i de situationer, hvor naturgassen anvendes for at udfase kul. I praksis et kompromis mellem gasafhængige Tyskland og Frankrig, der har en A-kraft kapacitet på 66 GW. Et sådant kompromis er også i dansk interesse.

¹ Se <https://axcelfuture.dk/s/Den-europiske-energikrimi.pdf>

2. ATOMKRAFTENS BETYDNING ER VIGENDE – ISÆR I USA, JAPAN OG EU – MEN PÅ VEJ FREM I RESTEN AF ASIEN

Globalt er atomkraftens andel af den globale elforsyning næsten halveret siden 1990'erne – fra næsten 20 pct. til i dag ca. 10 pct., jf. figur 1.

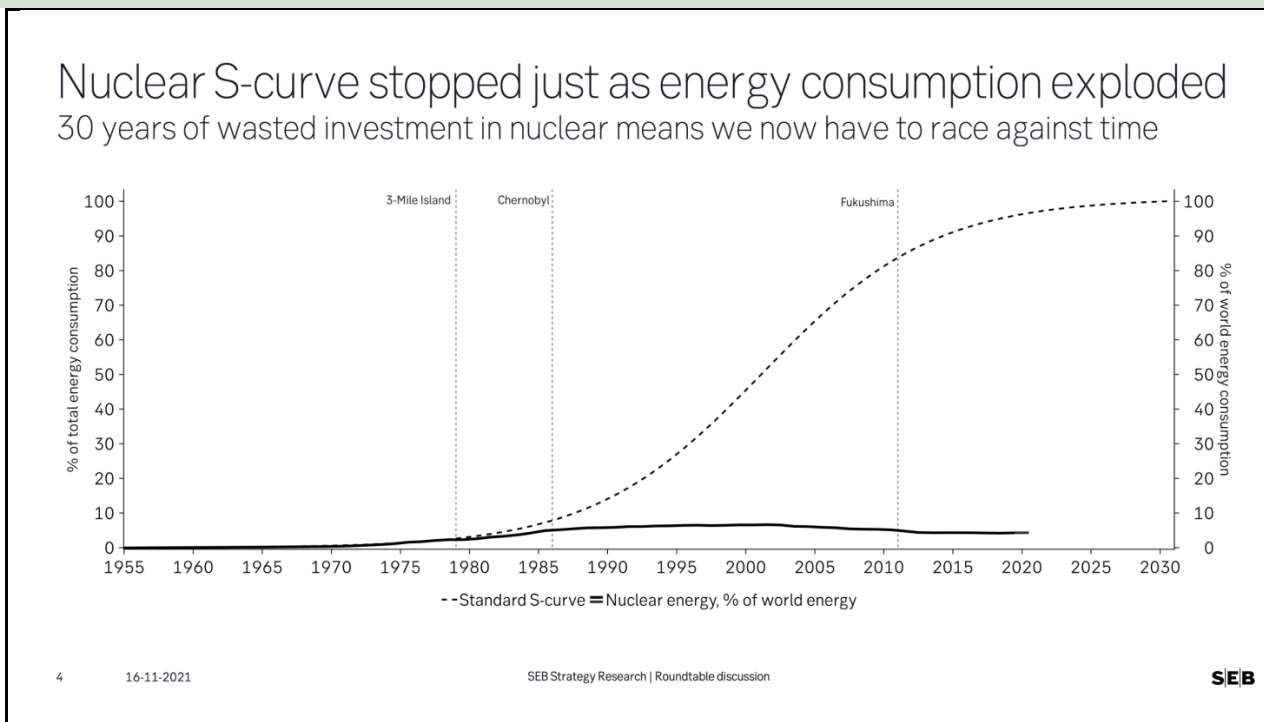
FIGUR 1. ENERGIARTERNES ANDEL AF DEN GLOBALE ELFORSYNING



Kilde: IEA, 2019: Nuclear Power in a clean energy system

”Renewables”, som i IEA’s terminologi dækker vind, sol og biomasse, er steget stærkt i de sidste godt 10 år. Men de fossile brændstoffer – olie, naturgas og kul – fylder stadig mere end halvdelen af den globale elforsyning, og der opføres løbende nye kulkraftværker.

FIGUR 2. DEN NUKLEARE S-KURVE



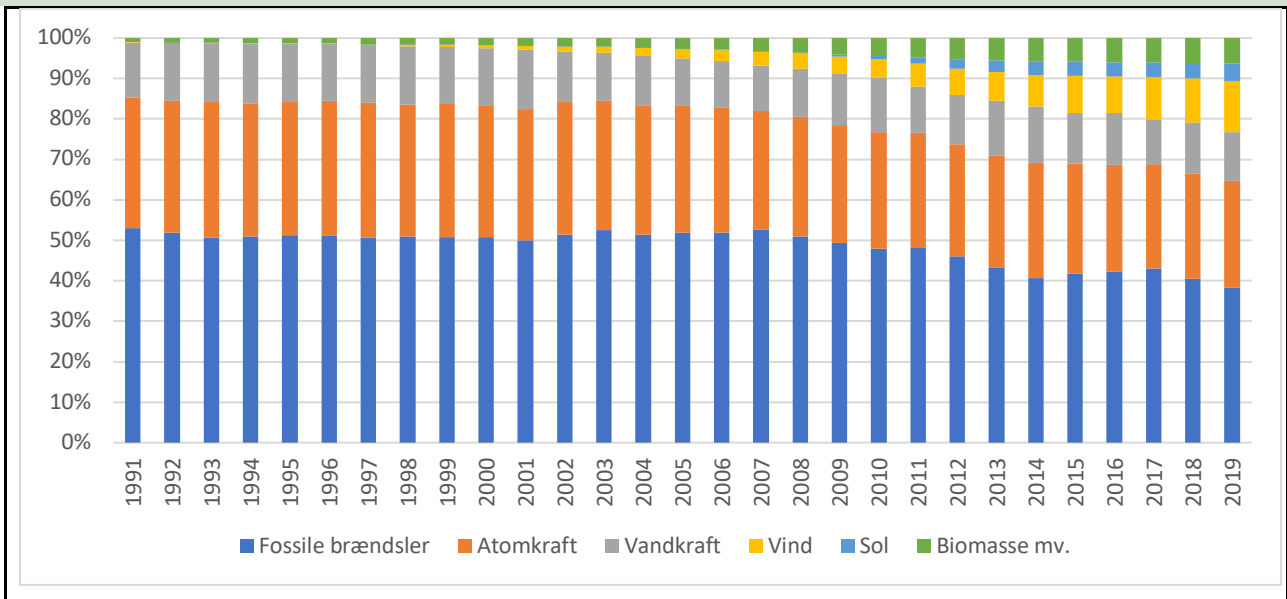
Kilde: SEB

Udviklingen kan også illustreres ved den såkaldte S-kurve, jf. ovenfor. S-kurven er den normale udvikling for disruptive teknologier, der starter i det helt små og efterfølgende udvikler sig til at dominere et marked fuldstændigt. Eksempelvis afløste bilen hestevognen, den personlige computer skrivemaskinen - og internettet afløste almindelig post, postordre, telefax og en masse andet. Det tager ca. 30 år at udvikle og modne en disruptiv teknologi, men kurven knækker i 1985 efter Tjernobyl, efter at den i de forudgående 10 år havde fulgt det "normale" forløb.

Kurven knækkede lige inden teknologien var moden til skalering, og det har betydet, at den fremfor at fylde hovedparten af verdens energiforsyning i dag ligger omkring 10%. Nye investeringer er sat i bero og mange levetidsforlængelser er droppet.

I figur 3 er energiarternes andel af elforsyningen i EU 27 vist.

FIGUR 3. ENERGIARTERNES ANDEL AF ELFORSYNINGEN I EU 27

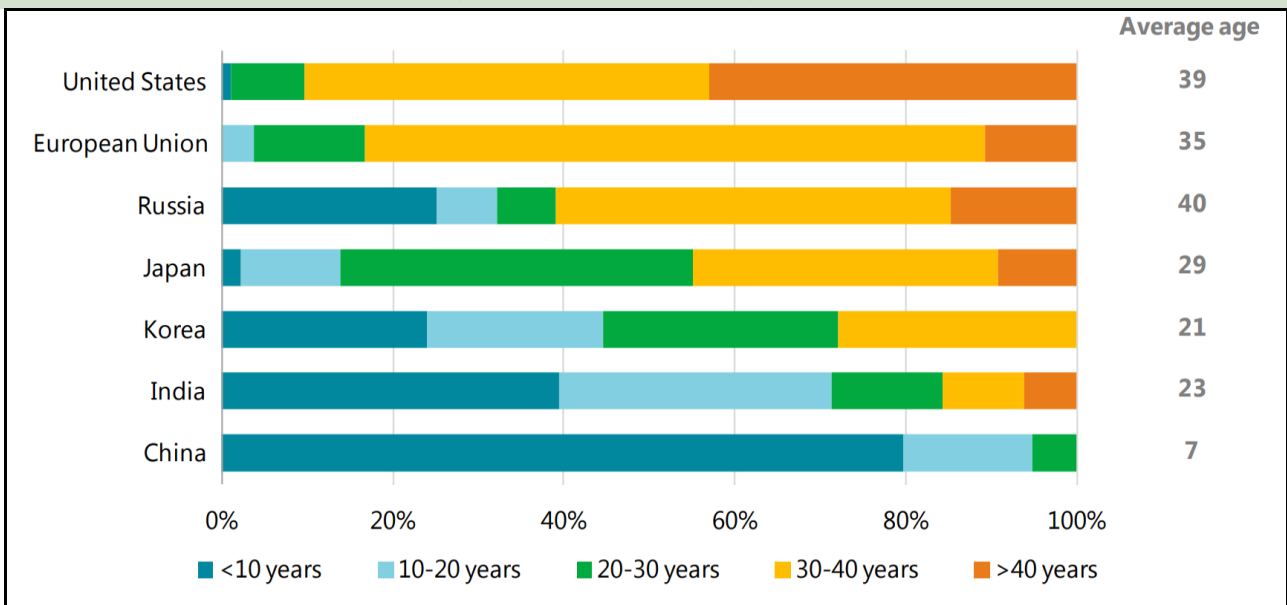


Kilde: Eurostat og egne beregninger

I EU 27 udgør de fossile brændsler andel kun ca. 40 pct., og atomkraften er dobbelt så stor som i det globale billede, nemlig over 20 pct.

Et forhold, som aktualiserer problemstillingen, er at de fleste atomkraftværker både i EU og i USA er gamle, jf. figur 3. I Indien og Kina, der bygger mange atomkraftværker i disse år, er værkerne væsentligt yngre.

FIGUR 4. ALDERSFORDELINGEN AF VERDENS ATOMKRAFTVÆRKER



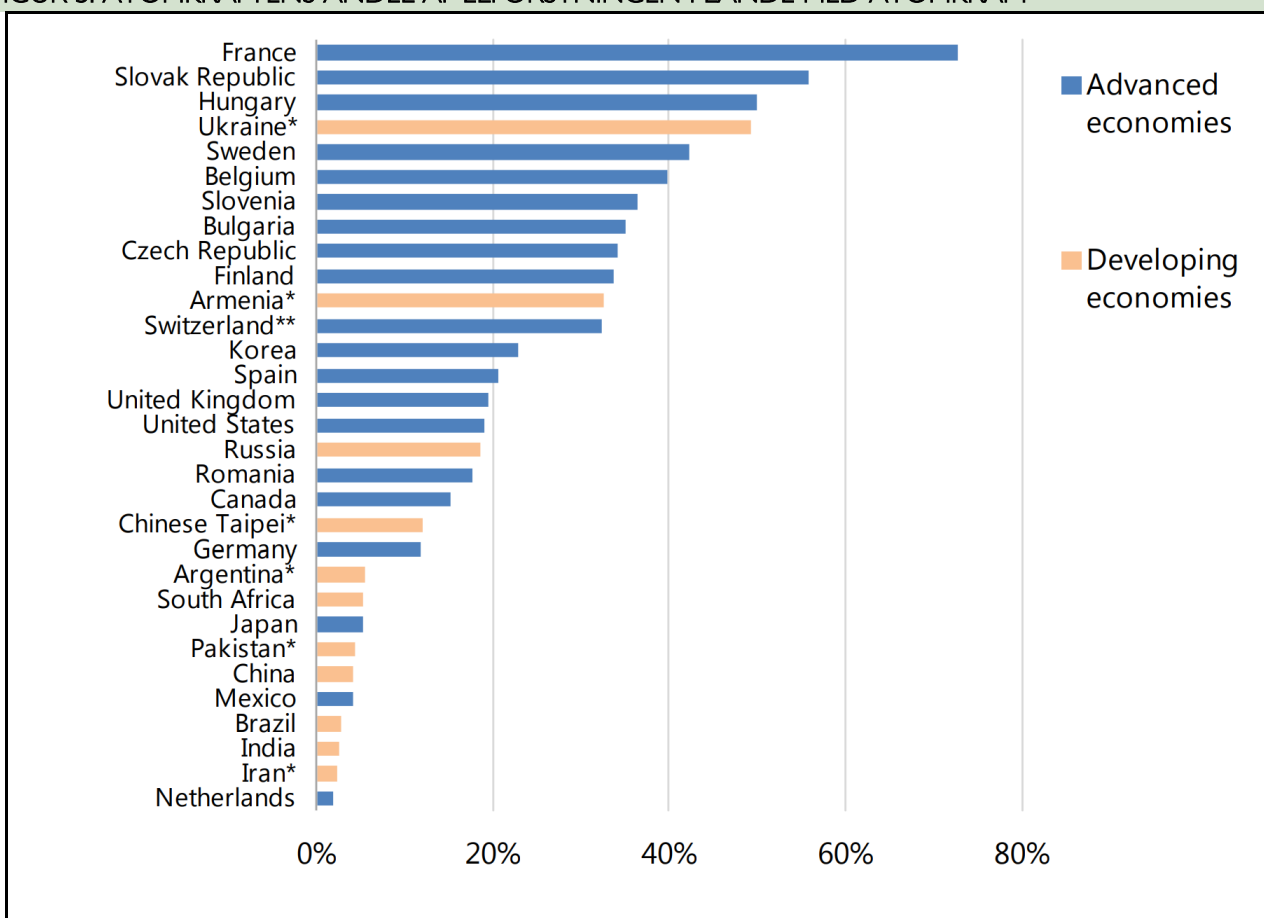
Kilde: IAEA 2019, Power Reactor Information System

I de fleste lande sikkerhedsgodkendes atomkraftværker normalt for en 40-års periode, når de opføres. Herefter kan værkerne søge om en godkendelse til levetidsforlængelse i 10 eller 20 år, evt. flere gange.

En meget stor andel af værkerne i USA og EU står derfor over for et vigtigt strategisk valg hos både ejere og myndigheder, nemlig om værkerne skal investere i levetidsforlængelser, og om myndighederne skal give dem en sådan tilladelse. I mange lande er det besluttet af udfase alle værkerne på grund af folkelig modstand.

Verdens atomkraftværker er "skævt fordelt". De fleste lande, især mindre lande, har ingen, mens et fåtal har mange. Stort set alle lande, der har atomvåben, har a-kraftværker². I figur 4 er vist en oversigt over, hvor meget atomkraft fylder i alle de lande, der har atomkraft.

FIGUR 5. ATOMKRAFTENS ANDEL AF ELFORSYNINGEN I LANDE MED ATOMKRAFT

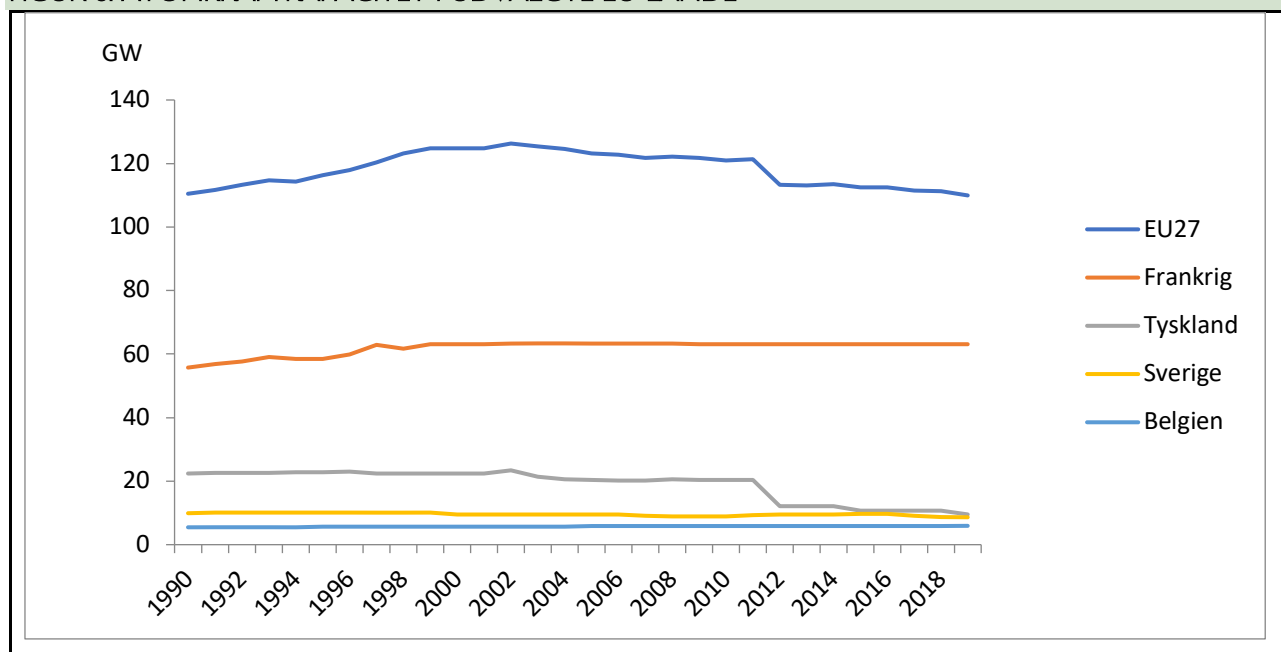


Kilde. IEA, 2019: Nuclear Power in a clean energy system. Note: lande med * er 2016-data, lande med ** er 2017-data. For øvrige lande er data fra 2018

EU har en stor andel af verdens atomkraftkapacitet. I Europa uden for EU27 har bl.a. Rusland, Ukraine og UK betydelig atomkraftkapacitet. En del europæiske lande har atomkraft, men atomkraft har været stærkt omdiskuteret i de fleste lande siden 1980'erne, og det er i dag få lande, der tegner sig for størstedelen af EU's atomkraft-kapacitet, jf. figur 5.

² Bortset fra Israel og Nordkorea

FIGUR 6. ATOMKRAFTKAPACITET I UDVALGTE EU-LANDE



Kilde: Eurostat og egne beregninger

Frankrig tegner sig således i dag for to tredjedele af den europæiske kapacitet, efterfulgt af Tyskland, Sverige og Belgien. Reduktionen af den tyske kapacitet er en central del af den såkaldte tyske *Energiewende* fra 2014, mens kapaciteten i de øvrige viste lande har været stort set konstant. Energiewende-beslutningen indebærer, at de resterende tyske a-værker skal lukke i 2022.

Selv i de lande, der fortsat er positive over for atomkraft, har der været bygget meget få nye værker i de seneste 20 år. I Europa er der nye værker på vej i UK (Hinkley Point C på 3,2 GW i det sydvestlige England), i Finland (Olkiluoto, reaktor 3, på 1,6 GW) og i Frankrig (Flamanville, reaktor 3, på 1,65 GW). Alle tre værker har været mere end 10 år undervejs og kommer formentlig til at koste mindst det tredobbelte af det projekterede beløb³.

³ Energy Storage News, June 2021

3. ARGUMENTER FOR OG IMOD ATOMKRAFT

Argumenterne for og imod atomkraft drejer sig om miljø, klima, sikkerhed og økonomi.

Argumenterne imod

Mange atomkraftværker kan ikke starte og lukke meget hurtigt, men kun inden for timer – ofte op til 12-24 timer afhængigt af typen. Disse værker kan derfor være svære at kombinere med vind- og solkraft, som lettere kan kombineres med fx biomasse- eller gasfyrede værker, der er mere fleksible mht. kapacitet.

Dette argument gælder dog ikke alle værker. Tyskland, og især Frankrig, har moderne atomkraftværker, der kan variere produktionen med +/- 10 pct. inden for få minutter. Frankrig, der har en samlet atomkraftkapacitet på 66 GW, kan op- og nedskalere den samlede elproduktion på disse værker med +/- 21 GW på ca. en halv time⁴. Det er kun de færreste atomkraftværker, der er så fleksible, og ifølge IEA følger der normalt en meromkostning med at udforme værkerne, så de har denne kapacitet.

Et andet – folkeligt og politisk – argument mod atomkraftværk er risici for meget alvorlige ulykker som den amerikanske ulykke på Tremileøen i USA i 1979 og i Tjernobyl i 1986. Den seneste større ulykke på området er Fukushima-ulykken fra 2011, som var den afgørende årsag til den tyske beslutning om at udfase atomkraft. Selv om moderne atomkraftanlæg er væsentligt sikrere end disse anlæg, er der stadig en betydelig folkelig skepsis mod værkerne i mange lande.

Et tredje argument mod atomkraftværk er affaldsproblemet. Noget af affaldet kan genbruges, men en del har meget lang halveringstid og kan i værste fald misbruges til terrorformål (hvilket der dog ikke er historiske eksempler på er sket).

Argumenterne for

Argumenterne for atomkraft er især, at de er pålidelige og den sikreste vej til at have et CO₂-frit såkaldt *baseload*, der kan fungere året rundt. Andre påpeger, at atomkraftværker er væsentligt mindre pladskrævende end vindmølleparker og især solcelleparker (som for en given kapacitet fylder ca. 1000 gange mere).

De afgørende argumenter for og imod atomkraft samler sig omkring de økonomiske forhold, dvs. de samlede omkostninger ved atomkraft ift. ved andre teknologier. Den mest troværdige kilde er på dette område de 5-årige analyser fra IEA, det Internationale Energiagentur, hvor den seneste oversigt er fra 2020.⁵ IEA's omkostningsvurderinger er baseret på indsamling af bidrag fra alle IEA's medlemslande. Der kan være en vis nedadgående bias i omkostningsvurderingerne, idet IEA anmoder landene om at angive skøn for værker opført i 2025 - dvs. med den bedst kendte, nuværende teknologi. På de områder, hvor der foreligger særlige risici, som på atomkraftområdet, afspejles disse således ikke fuldt i

⁴ IEA, 2019: Nuclear power in a clean energy system

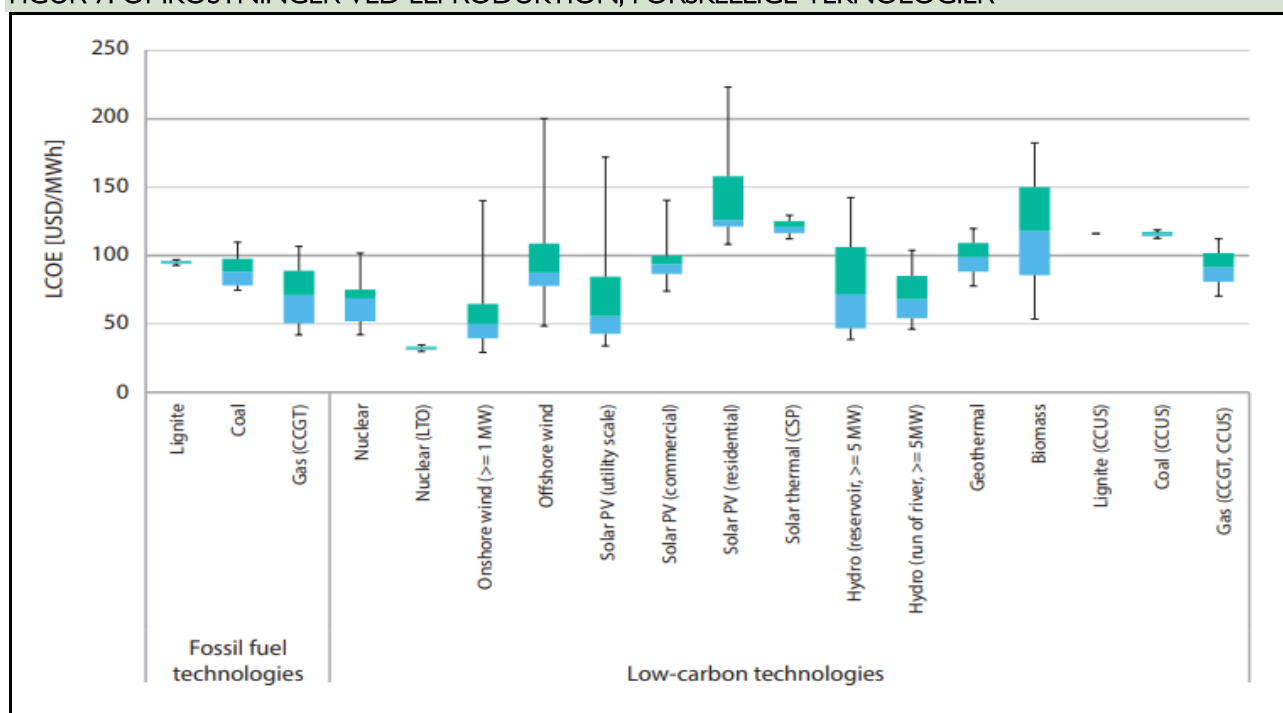
⁵ Projected costs of generating electricity. IEA, 2020.

omkostningsvurderingerne.⁶

Som det fremgår af figur 6, er der betydelig spredning på omkostningerne for hver enkelt teknologi (figuren angiver midten af 1. og 4. kvartil for hver teknologi, og de grønne og blå områder angiver 2. og 3. kvartil). Det er interessant, at IEA angiver omkostningerne til nye A-værker til at ligge på stort set samme niveau som de øvrige teknologier, men under fx off-shore vind og biomasseværker. Den dyreste energiform er solceller i forbindelse med boligbyggeri, som er ca. dobbelt så dyr som andre teknologier på grund af disse projekters begrænsede skala.

IEA har i analysen bag figuren antaget et reelt forrentningskrav (en WACC) på 7 pct. pa. Dette må anses for at være et højt forrentningskrav, som fx ligger væsentligt over den forrentning Forsyningstilsynet tillader i den danske, regulerede energisektor. Da atomkraftværker - lige som vind- og solcelleparker - er kapitaltunge, og med kapitalomkostninger udgørende mere end 70 pct. af de samlede omkostninger, er der anvendt en antagelse, der er ugunstig over for atomkraft og VE. Det kan dog begrundes i en højere risiko.

FIGUR 7. OMKOSTNINGER VED ELPRODUKTION, FORSKELLIGE TEKNOLOGIER



Kilde: IEA, 2020: Projected costs of generating electricity. IEA, 2020.

IEA sonderer mellem nye A-værker og levetidsforlængelse af eksisterende værker (som er vist i figuren som hhv. nr. 4 og 5 fra venstre). Levetidsforlængelse af eksisterende værker vurderes at have omkostninger på kun ca. det halve af omkostningerne til at bygge nye reaktorer eller værker, hvilket også bekræftes af andre kilder.⁷

⁶ De afspejles dog delvist, idet der på atomkraftområdet tillægges et særligt risikotillæg for uforudsete udgifter på 15 pct. af opførelsesomkostningerne - mod 5 pct. for andre teknologier.

⁷ Se fx Sargent & Lundy, 2018: Nuclear Plant Life Extension Cost Development Methodology. www.epa.gov

Det bemærkes endvidere, at der i IEA's studie er regnet med en samfundsøkonomisk omkostning ved CO₂-emissionen på 30 USD pr tons, hvilket er lavt sat (mindre end det halve af det nuværende prisniveau i EU's ETS-system).

Som noget nyt og yderst interessant har IEA også i 2020-analysen indregnet de omkostninger og effekter, nye elværker har på det øvrige energisystem. IEA kalder disse beregninger for VALCOE - Value-Added Leveraged Cost of Energy. IEA indregner her tre effekter:

- En energi-værdi korrektion. Herved tages der højde for det tab, som især sol- og vindkraft har ved, at markedsprisen er lavest, netop når elproduktionen er højest fra disse kilder
- En kapacitetskorrektion. Uforudsigelige kilder, som især solkraft, efterfulgt af landvind og herefter off-shore vind, kræver opbygning af en reservekapacitet, som kan medføre betydelige kapitalomkostninger
- En fleksibilitetskorrektion, hvor energikilder, der meget hurtigt kan sættes ind, når der ellers er mangel på strøm, tillægges en ekstra værdi for dette. I analysen er det især gasfyrede værker (CCGT, nr. 3 fra venstre), der får et tillæg for dette

Summen af disse korrektioner giver et plus i de opgjorte omkostninger til vind- og solenergi på op til ca. 10 USD/MWh og et minus til gasværker på op til 20 USD/MWh (disse tillæg er ikke med i figuren ovenfor).

Det er ydermere IEA's vurdering, at atomkraft har et væsentligt potentiale for billigørelse i kraft af læring og erfaringsindsamling, hvis der igen bygges A-værker i større omfang end i de seneste årtier.

Et stærkt argument for dette synspunkt er, at opførelsesomkostningerne for nye atomkraftværker angiveligt er væsentligt lavere i Asien end i Europa og USA, også når der tages højde for forskellige omkostningsniveauer i forskellige dele af verden.

4. KAPITALOMKOSTNINGERNE ER EN AFGØRENDE FAKTOR FOR ATOMKRAFTVÆRKERNES ØKONOMI

Kapitalomkostningerne udgør over 70 pct. af de samlede levetidsomkostninger ved et nyt atomkraftværk ved en lav diskonteringsrate (3 pct.), og endnu mere ved højere rater⁸. Nogle investorer ser risikoen ved atomkraftværker som så stor, at de kræver en realforrentning af deres investeringer på op til 10 pct., hvilket gør atomkraften endnu dyrere. Som en konsekvens heraf er en meget stor andel af de atomkraftværker, der i dag er under opførelse, enten statsejede eller skal sælge deres strøm under regulerede og/eller subsidierede vilkår, jf. tabel 1.

⁸ Kilde: IEA; 2019: Nuclear Power in a clean energy system.

TABEL 1. EJERSKAB AF ATOMKRAFTVÆRKER UNDER OPFØRELSE

Landetype	Antal anlæg i alt	Heraf statsejede	Heraf private, på regulerede markeder	Heraf private, på konkurrencemarkeder
OECD-lande	14	7	6	1
Udviklingslande	40	40	0	0
I alt	54	47	6	1

Kilde: IEA, 2019: Nuclear Power in a clean energy system

Som tabellen viser, foregår de fleste atomkraftprojekter i udviklingslande, og kun et enkelt værk bygges på rene markedsvilkår. Det er kun staterne, der kan holde kapitalomkostningerne nede - dels ved at bevilge billige statslån til byggeriet, men også ved at staten påtager sig en off-balance risiko-garanti - dvs. garantier, som ikke påvirker anlæggenes økonomi.

5. 3.- OG 4.-GENERATIONS ATOMKRAFTVÆRKER

IEA vurderer, at atomkraftværker er blevet væsentligt dyrere at bygge i EU og USA end for få årtier siden - stort set en fordobling af omkostningerne regnet i faste priser. Årsagerne hertil er manglende erfaringer, eller ligefrem "negativ læring". De få, store koncerner, der opfører atomkraftværker, har således mistet kompetence. De har også i nogle tilfælde mistet deres kapitalgrundlag, som fx Westinghouse, der ejede værket på Tremile-øen i USA. En anden grund til fordyrelser er skrappe regulering i kølvandet på de uheld, verden har set i de sidste 40 år.

På den anden side bærer disse fordyrelser som tidligere nævnt i sig selv en mulighed for at vende udviklingen, så atomkraftværker igen bliver billigere - og sikrere - at opføre. Midlerne hertil er international standardisering af sikkerhedskrav og ny læring hos producenterne. I diskussionerne om atomkraft peger mange endvidere på fordele ved nyere, såkaldte 3.- og 4.-generationsværker.

3.-generationsværker bruger let (dvs. almindeligt) vand under tryk og ikke såkaldt tungt vand, som mange tidligere anlæg anvendte, og som er dyrt. 4. generationsværker anvender som regel flydende salt, hvilket indebærer en række fordele. Endvidere har 4.-generationsværker såkaldte *passive sikkerhedssystemer*, som indebærer, at materialerne selv automatisk dæmper varmen, hvis et uheld sker. Dette indebærer et højere sikkerhedsniveau.

Den største mulige revolution på atomkraftområdet kan være introduktionen af såkaldte SMR's - Small Modular Reactors - på op til 300 MW. Disse reaktorer er så små, at de kan seriefremstilles på en fabrik frem for at blive bygget på stedet, hvilket kan muliggøre en væsentlig reduktion af anlægsomkostningerne (pr MW). Dette er hovedindholdet i den strategi for Frankrig, Macron har

offentliggjort i oktober 2021, og som indebærer nye franske investeringer i atomkraft på 30 mia. euro over de kommende 5 år.⁹

Kritikere peger dog på, at der endnu kun er få SMR-anlæg på markedet, og at det derfor er for tidligt at vurdere deres potentiale. Det er ifølge kritikerne ikke sikkert, at de kan holde, hvad de lover.

6. EU'S VURDERING AF ATOMKRAFTVÆRKERS BÆREDYGTIGHED

EU giver en række fordele til energiinvesteringer, der betegnes som bæredygtige. Først og fremmest er EU's statsstøttegodkendelse nemmere, og for det andet kan investeringer, der ifølge EU's taxonomi er bæredygtige, også i praksis opnå billigere privat finansiering. Der er derfor været politisk opmærksomhed om dette forhold.

EU bad i 2019 JRC (Joint Research Center) om at udarbejde en detaljeret vurdering af atomkraftens bæredygtighed baseret på et "do no significant harm" princip. Denne rapport blev offentliggjort ultimo juni 2021 og konkluderer i det store og hele, at ikke bare baseret på udslip af klimagasser, men også på en lang række andre sikkerheds- og miljøparametre, må atomkraft anses for sikker og bæredygtig.¹⁰ Den endelige beslutning er imidlertid politisk og vil dermed et forhold, som der er uenighed om mellem lande med og uden atomkraft.

Det forlyder - jf. indledningen - at der ultimo 2021 tegner sig et kompromis, hvor atomkraft karakteriseres som bæredygtig, og at det samme gælder for naturgas i de situationer, hvor naturgassen anvendes for at udfase kul.

7. ATOMKRAFTPOLITIK I ANDRE EUROPÆISKE LANDE

For at opnå et dækkende billede af udviklingen i Europa kan det være interessant at se på udviklingen i atomkraft, og debatten herom, i andre europæiske lande.

Sverige er et af de lande, der dækker en stor del af sin elforsyning med atomkraft. Der har i flere årtier været debat om atomkraften i Sverige. Sverige gennemførte en folkeafstemning om spørgsmålet i 1980 – med tre strategier (linje 1, 2 og 3), man kunne stemme på. De to første, som indebar, at atomkraften

⁹ <https://www.france24.com/en/france/20211013-france-unveils-nuclear-power-overhaul-with-eye-on-china>

¹⁰ JRC Science for Policy Report, 2021: Technical Assessment of Nuclear Energy with respect to the "Do no significant harm" criteria of Regulation (EU) 2020852 ("Taxonomy Regulation")

skulle afvikles, i "det omfang, det er muligt med hensyn til behovet for el og opretholdelse af beskæftigelse og velfærd", fik til sammen flertal. Siden er det drøftet mange gange, hvordan dette skulle udmøntes i praksis. Efter lukning af flere værker, bla. Barsebäck ved Øresund, er der i dag atomkraft på Ringhalsværket (2 reaktorer), Forsmark (3 reaktorer) og Oskarshamn (1 reaktor). Det største borgerlige parti, Moderaterna, har skiftet synspunkt og går i dag for at opretholde de tilbageværende værker.¹¹

Også Schweiz, der har fem atomkraftværker, der leverer godt en tredjedel af landets elforbrug, har haft en folkeafstemning om atomkraft. I 2017 stemte 58 pct. for at afvikle atomkraften og opprioritere sol- og vindenergi. Der er dog endnu ikke sat dato på afviklingen.

Østrig byggede i 1970'erne et nyt atomkraftværk, i Zwentendorf. Men efter en folkelig debat blev der afholdt en folkeafstemning om atomkraft i november 1978 (dvs. før Fukushima-ulykken). Her stemte et snævert flertal, 50,5 pct., for et forbud mod atomkraft. Det helt færdige værk blev derfor aldrig taget i brug.

Belgien har en betydelig atomkraftkapacitet, som dækker ca. halvdelen af landets elforbrug. Regeringen og parlamentet har drøftet atomkraft flere gange, og flere gange vedtaget at afskaffe atomkraft. Den nuværende lovgivning indebærer, at alle værker skal være udfaset i 2025.

Spanien har pt. fem atomkraftværker og har truffet en principbeslutning om at afvikle disse senest i 2035.

I Østeuropa er stemningen for atomkraft generelt mere positiv – både i de lande, der har atomkraft, og i et land som Polen, der ikke har atomkraft, men som overvejer dette. I Litauen, der tidligere havde Ignalinaværket, har der været to folkeafstemninger (en i 2008 med flertal for atomkraft, og en i 2012 med flertal imod). Bulgarien, der har to atomkraftværker, holdt en folkeafstemning i 2013 om atomkraft med 61,5 pct. af stemmerne for at bevare atomkraften. Et af de argumenter, der blev fremført i debatten, og som generelt har større klangbund i Østeuropa end i Vesteuropa, er at atomkraft giver større uafhængighed af russisk gas.

8. ATOMKRAFT I DANMARK?

Der er kun få, spæde røster, der argumenter for, at Danmark bør opgive sin principielle modstand mod atomkraft. I det politiske spektrum er det partier som Liberal Alliance, Nye Borgerlige og Kristendemokraterne. V og K er mildt positive, mens S er markante modstandere. Læs evt. [her](#)¹². Efter drøftelser op gennem 1970'erne, hvor Elsam havde planer om at opføre et atomkraftværk i Danmark,

¹¹ www.moderaterna.se

¹² Det bemærkes dog, at Niels Fuglsang gør gældende, at der er en større indirekte CO₂-udledning fra opførelse af atomkraftværker end af vindmøller. Det er ikke korrekt. Ifølge IPCC er den indirekte CO₂-udledning af atomkraftværker og vindmøller på samme niveau, se https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf

og efter dannelsen af græsrodsbevægelsen OOA (Organisationen til Oplysning om Atomkraft), steg den folkelige modstand. I 1985 vedtog Folketinget, på socialdemokratisk initiativ, et beslutningsforslag om at tage atomkraft ud af dansk energiplanlægning.

Det har betydet, at danske virksomheders underleverancer og kompetencer på området er på et beskedent niveau, at dansk atomkraftforskning er meget begrænset, og at Danmark ikke har nogen atomkraft-infrastruktur, strækkende sig fra transport og berigelse af uran til produktion og håndtering af atomkraftaffald. En tænkt dansk beslutning om at opføre et atomkraftværk vil derfor blive meget dyr – formentligt væsentligt dyrere end de allerede dyre europæiske atomkraftværker, der er beskrevet ovenfor.

Det hindrer imidlertid ikke, at man i dansk energiforskning og energiplanlægning kan være mere åben over for at lade danske kompetencer på området udvikle sig. Eksempelvis er den danske opstart-virksomhed Seaborg i gang med at udvikle en fjerde-generations atomreaktor, jf. beskrivelsen ovenfor i afsnit 5, kaldet en flydende salt reaktor, der er så kompakt at den kan være i en 20-fods container. Seaborg, som tidligere havde DTU som medejer pga. en venture-investering foretaget af Preseed Ventures, har modtaget kapitaltilførsel på over 100 mio. kr. fra en kreds af investorer, herunder Bestseller-koncernen¹³. Virksomheden har etableret partnerskabsaftaler med et af verdens største skibsværfter i Sydkorea samt med en stor spiller indenfor atomindustrien. Seaborg har i dag ca. 80 ansatte, hvor knap halvdelen har en Ph.d.-grad, og ligger på Nørrebro i København. Firmaet regner med at ekspandere til 150 medarbejdere i løbet af 2022 og arbejder på at kunne levere sit første "miniatomkraft-værk" i 2026 til kunder i Asien.

Seaborgs atomkraftreaktor designes til at kunne anbringes på pramme og der indgå i et komplette kraftværk, der kan bugseres til sin destination, hvor det skal lægge til kaj i industrihavne, mens det er i drift. Seaborg gør gældende, at sikkerheden på et sådant miniværk vil være væsentligt højere end på et konventionelt værk, fordi den flydende salt, som rummer det radioaktive materiale, "fryser" til fast form, når temperaturen bliver mindre end 490 grader. Det radioaktive materiale bindes kemisk i salten, uanset om salten er kølet af og hård som sten, eller varm og flydende. Dette er en af de helt store forskelle til de konventionelle værker, hvor meget af det radioaktive materiale er på gasform, hvilket kræver mange dyre sikkerhedsforanstaltninger for at gøre sikkert. Radioaktiviteten i materialet er endvidere mindre end i uran brugt i konventionelle værker, hvilket også medvirker til at reducere affaldsproblemerne.

Der findes en yderligere dansk atomkraftvirksomhed, nemlig Copenhagen Atomics i Søborg, der har ca. 50 ansatte, heraf ca. halvdelen kandidater og Ph.d.'er fra DTU og fra andre lande. Indtil videre har virksomheden et mindre kapitalgrundlag end Seaborg. Copenhagen Atomics har en anden udviklingsfilosofi og arbejder i højere grad i første omgang på testning af de enkelte komponenter i samarbejde med andre atomkraftvirksomheder verden over. Copenhagen Atomics målsætning er at kunne få den første myndighedsgodkendelse til en prototype i 2025 og at kunne levere en sådan i 2028. Copenhagen Atomics atomkraftværk designes til at kunne være i en 40-fods container og have en kapacitet på 100 MW. Copenhagen Atomics har drøftet mulighederne for en kapitaltilførsel med Vækstfonden, som imidlertid var afskåret fra at kunne tilføre Copenhagen Atomics kapital på grund af det eksisterende danske forbud for statslige myndigheder og organisationer mod at arbejde med

¹³ [Danske atomkraft-iværksættere lander kæmpeaftale i Sydkorea: »Vi jager trecifret millionbeløb« - FINANS](#)

atomkraft, jf. beskrivelsen heraf ovenfor. Det er Axcelfutures vurdering, at det er forkert og urimeligt, at den danske regulering hindrer, at danske virksomheder udvikler teknologier, der kan reducere de globale klimaproblemer.

Det kan tilføjes, at det såkaldte Euratom-samarbejde, som blev etableret i 1958, parallelt med den såkaldte kul- og stålunion, stadig er aktivt. Danmark er medlem og betaler til Euratom, men modtager meget få midler til forskningsprojekter mv.

9. BETYDNINGEN FOR DANSK ERHVERVSLIV OG KLIMAPOLITIK AF EU'S ATOM-STRATEGI

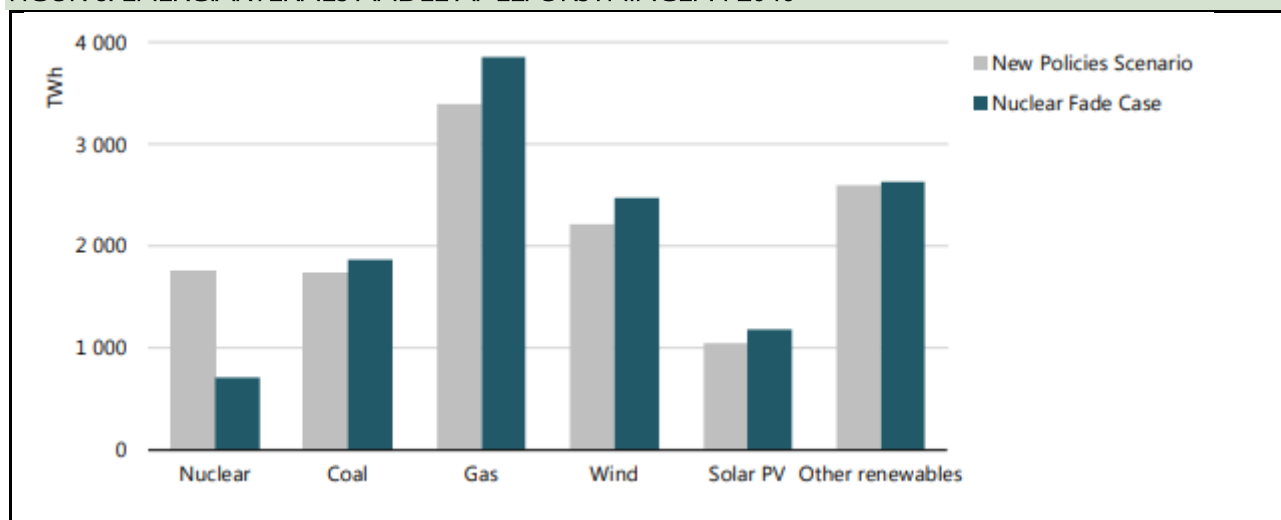
Selv om det ikke er aktuelt for Danmark at etablere atomkraft, er det værd at overveje, hvilken politik Danmark skal føre mht. diskussionerne i EU om atomkraft.

Et af EU's problemer er at sikre en tilstrækkelig udbygning med vind- og solenergi. Men det er også et problem at sikre tilstrækkelig reservekapacitet til de timer, hvor det ikke blæser, og hvor solen ikke skinner.

IEA har prøvet at etablere europæiske energiscenarier under forskellige forudsætninger om atomkraftens fremtid. IEA opererer med et scenarie, hvor der igen opstår tillid til atomkraft - bl.a. pga. egenskaberne i 3.- og 4.-generations værker beskrevet ovenfor, og hvor statslige aktører opnår funding og myndighedsgodkendelser. Dette scenarie kaldes "New policies scenario". Et scenarie, hvor der ikke bygges nye atomkraftværker i USA, Europa og Japan, bortset fra de tre igangværende byggerier, der er nævnt ovenfor, kaldes Nuclear Fade Case. De to scenarier er vist i figur 7.

IEA's scenarier indebærer, at en udbygning af atomkraften reducerer alle andre energikilder - dog mest gas. IEA har ikke offentliggjort beregninger af de samfundsøkonomiske omkostninger eller af den globale klimabelastning i scenarierne, men det er umiddelbart indlysende, at IEA antager en væsentligt højere klimabelastning uden atomkraft end med atomkraft. Den samlede CO₂-emission er forskellige i de to scenarier. IEA antager med andre ord, at store energiforbrugere som USA og Kina ikke har bindende klimamål, eller ikke vil leve op til dem, eller simpelt hen ikke har mulighed for at leve op til klimamålene uden atomkraft. Det indebærer, at en afskaffelse af atomkraft derfor ikke vil blive fulgt op af ekstra initiativer, der reducerer CO₂-udledningen.

FIGUR 8. ENERGIARTERNES ANDEL AF ELFORSYNINGEN I 2040



Kilde: IEA, 2019: Nuclear Power in a clean energy system

I et europæisk perspektiv er det vigtigt at have et godt og bredt energimix af teknologier, der kan opretholde elproduktionen, når solen ikke skinner, og det ikke blæser. Når der ses bort fra lagring i batterier og via PtX, som næppe kan nå at få reel betydning for den overordnede elforsyningsikkerhed før tidligst om 10 år, er de eksisterende back-up teknologier afbrænding af affald, biomasse, gas og kul – samt vandkraft og atomkraft. Men affaldsmængderne skal under alle omstændigheder reduceres, og vandkraften kan ikke øges nævneværdigt. Biomasse tæller som bæredygtigt ift. IPCC's og EU's standarder, men er under stigende kritik fra miljøeksperter, som sætter spørgsmål ved biomassens bæredygtighed. Og da stigende sol- og vind-forsyning kræver større og større reservekapacitet, står Europa over for et reelt dilemma med, hvordan denne reservekapacitet skal opnås.

Med en nedlæggelse af Europas atomkraftværker bliver konsekvensen, at gas- og kulkraftværker skal beholdes – dog kun som reservekapacitet, eller at andre lande skal gøre som Danmark og ombygge fossile elværker til at kunne køre på biomasse.

En række danske aktører er skeptiske over for fortsat atomkraft i andre europæiske lande¹⁴. Ud fra en snæver dansk betragtning kunne man se det som positivt, at de globale markeder for vindkraft, hvor Danmark er ledende, vokser mere uden atomkraft end med atomkraft. Det er dog efter Axcelfutures vurdering en snæversynet betragtning. Det bør tillægges større vægt, at en global reduktion af atomkraftkapaciteten sætter hele den globale grønne omstilling under pres. Men også ud fra europæiske sikkerhedsinteresser ift. især Rusland og EU's forsyningsikkerhed, som påvirker økonomierne i andre EU-lande, bør det tillægges positiv betydning, at EU ved fortsat brug af atomkraft kan opretholde en højere grad af selvforsyning end ellers.

Pointen illustreres ved energiprisudviklingen i efteråret 2021. Nedlæggelsen af de tyske atomkraftværker har medvirket til, at den samlede tyske elkapacitet er for lille, og at Tysklands følsomhed over for især

¹⁴ Jacob Østergaard, Børsen, oktober 2021: "Udviklingen med sol- og vindkraft buldrer derudad, og vi har et kæmpe industriapparat til at udrulle kapaciteten. Jeg tror, det er meget tvivlsomt, om atomkraft kommer til at spille en lignende rolle i den europæiske grønne omstilling indenfor en overskuelig fremtid".

stigende gaspriser er steget markant. Disse problemer vil forværres, hvis Tyskland holder fast i sin beslutning om at lukke de resterende A-kraftværker allerede inden udgangen af 2022. Det samlede europæiske energisystem bliver omvendt stærkere - og mindre afhængigt af Rusland - hvis atomkraftkapaciteten opretholdes eller evt. endda øges.

10. KONKLUSION

Vi vurderer, at med det danske energimix og de manglende danske erfaringer med atomkraft vil være særdeles økonomisk risikabelt og dyrt at bygge A-værker i Danmark. Det er derimod ikke i dansk interesse, at resten af Europa nedlægger deres atomkraftværker - tværtimod.

Der er således behov for, at vi i Danmark bliver bedre til at bidrage til udvikling af en fælles energipolitik i EU, hvor nationale dogmer nedtones. Uanset hvordan vi indretter vores energisystem er vi meget afhængige af den energi- og klimapolitik, der føres i resten af Europa. Hvis Tysklands forsyningsikkerhed sættes under pres, vil det således også påvirke Danmark i meget stort omfang.

På sigt er det endvidere muligt, at danske atomkraftvirksomheder kan medvirke til at opbygge en ny type af mindre, modulære, 4.-generations atomkraftværker, som kan reducere de globale klimaproblemer.