

Bruxelles, den 14.10.2020
COM(2020) 953 final

RAPPORT FRA KOMMISSIONEN TIL EUROPA-PARLAMENTET OG RÅDET
om fremskridt med hensyn til konkurrenceevnen inden for ren energi

{SWD(2020) 953 final}

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	INDLEDNING	2
2.	SAMLET KONKURRENCEEVNE FOR EU'S RENE ENERGISEKTOR	5
	2.1 Energi- og ressourcetendenser.....	5
	2.2 EU-energisektorens andel af EU's BNP	6
	2.3 Menneskelig kapital	7
	2.4 Forsknings- og innovationstendenser.....	9
	2.5 Covid-19-genopretning	12
3.	FOKUS PÅ VIGTIGE TEKNOLOGIER OG LØSNINGER FOR REN ENERGI	13
	3.1 Vedvarende offshoreenergi — vind	13
	3.2 Vedvarende offshoreenergi — havenergi.....	16
	3.3 Solcelleenergi (PV)	18
	3.4 Produktion af vedvarende brint ved hjælp af elektrolyse.....	20
	3.5 Batterier	23
	3.6 Intelligente elektricitetsnet	27
	3.7 Yderligere resultater om andre rene og lavemitterende energiteknologier og -løsninger	31
	KONKLUSIONER.....	33

1. INDLEDNING

Formålet med den europæiske grønne pagt¹, Europas nye vækststrategi, er at omdanne Den Europæiske Union (EU)² til en moderne, ressourceeffektiv og konkurrencedygtig økonomi, som opnår klimaneutralitet inden 2050. EU's økonomi skal være mere bæredygtig, samtidig med at omstillingen skal være retfærdig og inkluderende for alle. Med Kommissionens seneste forslag³ om at nedbringe drivhusgasemissionerne med mindst 55 % inden 2030 slår Europa ind på denne ansvarlige vej. I dag tegner produktion og anvendelse af energi sig for mere end 75 % af EU's drivhusgasemissioner. Gennemførelsen af EU's klimamål vil kræve, at vi gentænker vores politikker for ren energiforsyning i hele økonomien, For energisystemet betyder dette en stejl dekarbonisering og et integreret energisystem, som hovedsagelig er baseret på vedvarende energi. Allerede inden 2030 skal EU's produktion af el fra vedvarende energikilder nå op på mindst det dobbelte af det nuværende niveau, dvs. fra 32 % til ca. 65 % eller derover⁴, og inden 2050 skal mere end 80 % af al elektricitet komme fra vedvarende energikilder⁵.

Det kræver en større omlægning af energisystemet at nå disse 2030- og 2050-mål. Dette afhænger dog kraftigt af udbredelsen af nye rene teknologier og øgede investeringer i de nødvendige løsninger og den nødvendige infrastruktur. Det afhænger imidlertid også af forretningsmodeller, færdigheder og adfærdssændringer at kunne udvikle og anvende dem. Industrien indtager en central rolle i disse sociale og økonomiske forandringer. Den nye industristrategi for Europa⁶ giver europæisk industri en nøglerolle i den dobbelte grønne og digitale omstilling. I betragtning af EU's store hjemmemarked vil et hurtigere omstillingstempo bidrage til at modernisere hele EU's økonomi og dermed give bedre muligheder for, at EU kan indtage en førerposition på markedet for rene teknologier.

Denne første årlige statusrapport om konkurrenceevne⁷ sigter mod at vurdere statussen for de rene energiteknologier og EU's rene energiindustris konkurrenceevne for at fastslå, om udviklingen heraf er på rette spor i forhold til, at den grønne omstilling og EU's langsigtede klimamål skal blive til virkelighed. Denne vurdering af konkurrenceevnen er også særligt afgørende for den økonomiske genopretning i forbindelse med covid-19-pandemien, som det er skitseret i meddelelsen "*Next Generation EU*"⁸. Forbedret konkurrenceevne har potentialet til at modvirke de økonomiske og sociale virkninger af krisen på kort og mellemlang sigt, samtidig med at der også tages fat på den langsigtede udfordring med den grønne og digitale omstilling på en socialt retfærdig måde. Både i forhold til krisen, men også på længere sigt, kan forbedret konkurrenceevne imødegå bekymringer med hensyn til energifattigdom, reducere omkostningerne til energiproduktion og omkostningerne i forbindelse med investeringer i energieffektivitet⁹.

¹ COM(2019) 640 final.

² I forbindelse med denne rapport skal EU forstås som EU-27 (dvs. uden Det Forenede Kongerige). Når Det Forenede Kongerige er medtaget, henviser denne rapport til EU-28.

³ COM(2020) 562 final.

⁴ COM(2020) 562 final.

⁵ COM(2018) 773 final.

⁶ COM(2020) 102 final.

⁷ Udarbejdet i overensstemmelse med kravene i artikel 35, litra m), i forordning (EU) 2018/1999 (forvaltningsforordningen).

⁸ COM(2020) 456 final.

⁹ Se også "A Renovation Wave for Europe — greening our buildings, creating jobs, improving lives" COM(2020) 662 ledsaget af SWD(2020) 550 samt henstilling C(2020) 9600 om bekæmpelse af energifattigdom.

Det er muligt at vurdere den rene energiteknologis behov for at nå 2030- og 2050-målene på grundlag af den konsekvensanalyse, der er omhandlet i scenarierne i Kommissionens klimamålplan¹⁰. EU forventes i særdeleshed at investere i vedvarende el, navnlig offshoreenergi (især vindenergi) og solenergi^{11,12}. Den store stigning i andelen af variable vedvarende energikilder indebærer også en stigning i lagring¹³ og i evnen til at anvende elektricitet til transport og industri, særligt takket være batterier og brint, og dette kræver store investeringer i intelligente netteknologier¹⁴. På denne baggrund fokuserer nærværende rapport på de seks ovennævnte teknologier¹⁵, hvoraf de fleste er kernen i EU's flagskibsinitiativer^{16,17}, der har til formål at fremme reformer og investeringer til støtte for en robust genopretning baseret på den dobbelte grønne og digitale omstilling. De resterende rene teknologier og lavemissionsenergiteknologier, der er indeholdt i scenarierne, analyseres i arbejdsdokumentet med titlen "Rapport om ren energiomstilling — teknologier og innovation" (CETTIR), som ledsager denne rapport¹⁸.

I forbindelse med denne rapport defineres konkurrenceevne i den rene energisektor¹⁹ som evnen til at producere og anvende økonomisk overkommelig, pålidelig og tilgængelig ren energi ved hjælp af rene energiteknologier og konkurrere på markeder for energiteknologi med et overordnet mål om at sikre betydelige fordele for EU's økonomi og befolkning.

Konkurrenceevne kan ikke fastslås ved hjælp af en enkelt indikator²⁰. Derfor foreslår denne rapport et sæt af bredt accepterede indikatorer, der kan bruges til dette formål (se tabel 1 nedenfor), og som dækker hele energisystemet (produktion, transmission og forbrug) og analyseres på tre niveauer (teknologi, værdikæde og globalt marked).

¹⁰ Inden for 2050-tidshorizonten er der ingen væsentlige forskelle mellem 1,5 TECH-scenariet i EU's langsigtede 2050-strategi (COM(2018) 773) og scenarierne i klimamålplanen (COM(2020) 562 final), hvorfor der henvises til begge i denne rapport. I CTP-MIX-scenariet opnås der en reduktion af drivhusgasemissionerne på ca. 55 %, hvilket både udvider CO₂-prissætningen og betyder en moderat stigning i politikernes ambitionsniveau.

¹¹ ASSET-undersøgelse bestilt af GD ENERGI — Energy Outlook Analysis (udkast, 2020), som omfatter LTS 1,5 LIFE og TECH, BNEF NEO, GP ER, IEA SDS, IRENA GET TES samt JRC GECO 2C_M.

¹² Tsiropoulos I., Nijs W., Tarvydas D., Ruiz Castillo P., Towards net-zero emissions in the EU energy system by 2050 — Insights from scenarios in line with the 2030 and 2050 ambitions of the European Green Deal, JRC118592.

¹³ Study on energy storage — Contribution to the security of the electricity supply in Europe (2020) : <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a6eba083-932e-11ea-aac4-01aa75ed71a1>.

¹⁴ Investeringer i elnettet på mellem 71 og 110 mia. EUR/år i perioden fra 2031 til 2050 under de forskellige scenarier, "In-depth analysis in support of COM(2018) 773", tabel 10, s. 202.

¹⁵ Vedvarende offshoreenergi (vind- og havenergi), solcelleenergi, vedvarende brint, batterier og netteknologier. Dette udvalg afspejler ikke den rolle, som etablerede vedvarende energikilder spiller, navnlig bioenergi og vandkraft, inden for EU's portefølje af lavemissionsenergiteknologier. De er indeholdt i CETTIR og kan være indeholdt i de kommende årlige statusrapporter om konkurrenceevne.

¹⁶ Europæiske flagskibsinitiativer er blevet præsenteret i den seneste årlige strategi for bæredygtig vækst 2021 (COM(2020) 575 final) — afsnit iv).

¹⁷ Nylige og kommende initiativer omfatter den kommende strategi for offshoreenergi og brintstrategien (COM(2020) 301 final), herunder den europæiske alliance for ren brint, den europæiske batterialliance og EU-strategien for integration af energisystemet (COM(2020) 299 final). Disse teknologier er også beskrevet i en række nationale energi- og klimaplaner.

¹⁸ SWD(2020) 953 — Dette omfatter bygninger (inkl. opvarmning og køling), CCS, inddragelse af borgere og lokalsamfund, geotermisk energi, højspændingsjævnstrøm og effektelektronik, vandkraft, industriel varmegenvinding, atomkraft, landvindenergi, vedvarende brændsler, intelligente byer og lokalsamfund, intelligente net — digital infrastruktur og termisk solenergi.

¹⁹ I denne rapport og i arbejdsdokumentet anses ren energi for at være alle energiteknologier, der er indeholdt i EU's langsigtede strategi for at opnå klimaneutralitet i 2050.

²⁰ Baseret på konklusioner fra Rådet for Konkurrenceevne (28.7.2020).

Tabel 1 Net af indikatorer for at overvåge fremskridt i konkurrenceevnen

Konkurrenceevne i EU's industri for ren energi		
1. Teknologianalyse Nuværende situation og fremtidsperspektiver	2. Værdikædeanalyse af energiteknologisektoren	3. Global markedsanalyse
Installeret kapacitet, produktion (i dag og i 2050)	Omsætning	Handel (import, eksport)
Omkostninger/niveauopdelte omkostninger til energi (LCoE) (i dag og i 2050)	Bruttoværditilvækst Årlig, %-vis ændring	Globale markedsledere vs. EU- markedsledere (markedsandel)
Offentlige forsknings- og innovationsmidler	Antal virksomheder i forsyningskæden, inkl. EU- markedsledere	Ressourceeffektivitet og - afhængighed
Private forsknings- og innovationsmidler	Beskæftigelse	Realomkostninger pr. energienhed
Patenteringstendenser	Energiintensitet/arbejds- produktivitet	
Niveauinddeling af videnskabelige publikationer	Fællesskabets produktion²¹ Årlige produktionsværdier	

Analysen af den rene energisektors konkurrenceevne kan udvikles og uddybes yderligere over tid, og fremtidige rapporter om konkurrenceevnen kan fokusere på forskellige vinkler. Dette kan eksempelvis ske ved at se nærmere på politikker og instrumenter til at støtte forskning og innovation samt konkurrenceevne på medlemsstatsniveau, og hvordan disse bidrager til energiunionen og målsætningerne i den grønne pagt, og ved at kigge på konkurrenceevnen på delsektor-²², nationalt eller regionalt niveau eller ved at analysere synergier og afvejninger med miljømæssige eller sociale virkninger i overensstemmelse med målsætningerne i den europæiske grønne pagt.

På grund af manglende data for en lang række konkurrenceindikatorer^{23,24} anvendes der et vist skøn af mere indirekte karakter (f.eks. investeringsniveauet). Kommissionen opfordrer medlemsstater og interessenter til at arbejde sammen inden for rammerne af de nationale energi- og klimaplaner (NECP'er)²⁵ og den strategiske energiteknologiplan om fortsat at udvikle en fælles tilgang til vurdering og fremme af energiunionens konkurrenceevne. Dette er også vigtigt for de nationale genopretnings- og resiliensplaner, der vil blive udarbejdet under genopretnings- og resiliensfaciliteten.

²¹ Denne forkortelse står for "Production Communautaire" (PRODCOM-datasæt).

²² Eksempelvis alternative forretningsmodellers omfang og rolle samt SMV'ers og lokale aktørers rolle.

²³ For en samlet kortlægning af definitioner for konkurrenceevne henvises til JRC116838, Asensio Bermejo, J.M., Georgakaki, A, Competitiveness indicators for the low-carbon energy industries — definitions, indices and data sources, 2020.

²⁴ For et overblik over manglende data, se CETIR (SWD(2020) 953) kapitel 5.

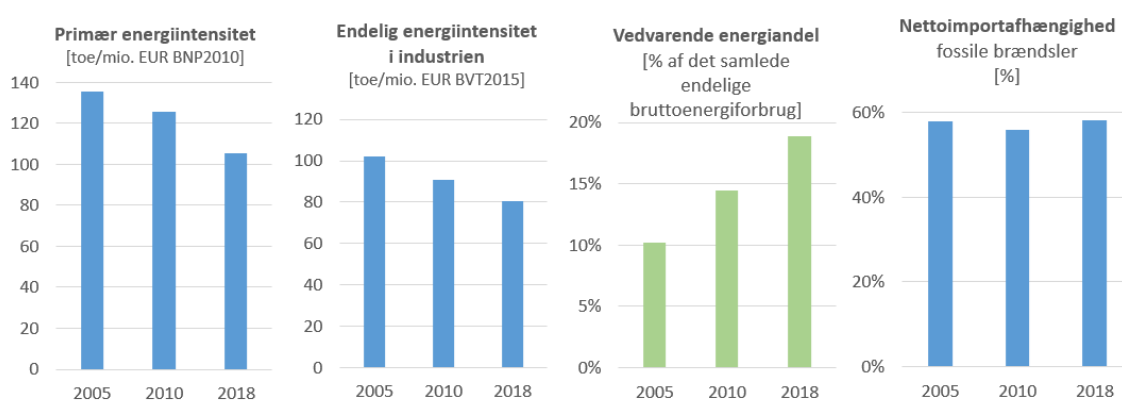
²⁵ Denne rapport er baseret på og supplerer vurderingen og den landespecifikke vejledning i de nationale energi- og klimaplaner (COM(2020) 564 final), hvilket omfatter emnerne "forskning, innovation og konkurrenceevne".

2. SAMLET KONKURRENCEEVNE FOR EU'S RENE ENERGISEKTOR

2.1 Energi- og ressourcetendenser

I perioden 2005-2018 faldt den primære energiintensitet i EU med en gennemsnitlig årlig rate på næsten 2 %, hvilket viser afkoblingen af energiefterspørgslen fra den økonomiske vækst. Den endelige energiintensitet i industrien og bygge- og anlægssektoren fulgte den samme tendens, selv om det skete med en lidt langsommere gennemsnitlig årlig rate på 1,8 %, hvilket afspejler sektorens bestræbelser på at reducere sit energifodaftryk. I kraft af energipolitikken steg andelen af vedvarende energi i det endelige energiforbrug fra 10 % hen imod 2020-målet på 20 %. Andelen af vedvarende energi i elektricitetssektoren steg til lige over 32 %. Den steg til lige over 21 % i sektoren for opvarmning og køling, mens tallet for transportsektoren var lidt over 8 %. Dette viser, at energisystemet gradvist er skiftet i retning af rene energiteknologier (se figur 1).

Figur 1 EU's primære energiintensitet, endelige energiintensitet i industrien, vedvarende energiandel og -mål samt nettoimportafhængighed (fossile brændsler)²⁶



Kilde 1 EUROSTAT

I løbet af det seneste årti har elpriserne for industrien i EU²⁷ været relativt stabile, og de er i øjeblikket lavere end Japans, men dobbelt så høje som USA's og højere end i de fleste G20-lande uden for EU. Selv om industrigaspriserne²⁸ er faldet og er lavere end i Japan, Kina og Korea, er de fortsat højere end i de fleste G20-lande uden for EU. Relativt høje ikkerefunderbare skatter og afgifter i EU og prisregulering og/eller subsidier i G20-lande uden for EU spiller en vigtig rolle i denne forskel.

Til trods for en kortvarig forbedring og reduktion af afhængigheden af energiimport mellem 2008 og 2013 har EU sidenhen oplevet en stigning²⁹. I 2018 var nettoimportafhængigheden 58,2 %, hvilket var lige over 2005-niveauet og næsten på højde med de højeste værdier i perioden. Ressourceeffektivitet og økonomisk modstandsdygtighed er vigtige for at være konkurrencedygtige og øge EU's åbne strategiske autonomi³⁰ på markedet for ren energiteknologi. Mens rene energiteknologier reducerer afhængigheden af at importere fossile brændsler, risikerer de at erstatte denne afhængighed med en afhængighed af råmaterialer. Dette skaber en ny type

²⁶ Indikatorer for energiunionen EE1-A1, EE3, DE5-VEK og SoS1.

²⁷ EU-vægtet gennemsnit (se COM(2020) 951).

²⁸ EU-vægtet gennemsnit (se COM(2020) 951).

²⁹ Sandsynlige årsager omfatter udtømmning af EU-gaskilder, skiftende vejrforhold, de økonomiske kriser og omlægning af brændsel.

³⁰ COM(2020) 562 final.

forsyningsrisiko³¹. I modsætning til fossile brændsler har råmaterialer potentialet til at forblive i økonomien takket være gennemførelsen af cirkulære tilgange³² såsom udvidede værdikæder, genanvendelse, genbrug og design med henblik på cirkularitet, der påvirker kapitaludgifterne og reducerer behovet for udvinding og forarbejdning af nye materialer, men som ikke har indvirkning på driftsomkostningerne i forbindelse med energiproduktion. EU er meget afhængig af tredjelande for så vidt angår råmaterialer og forarbejdede materialer. Hvad angår nogle teknologier, har EU imidlertid en førende position inden for fremstillingen af komponenter og slutprodukter eller højteknologiske komponenter. Mere specifikt viser højteknologiske materialer høj forsyningskoncentration i en håndfuld lande (eksempelvis producerer Kina over 80 % af de tilgængelige sjældne jordarter til permanente magnetgeneratorer)³³.

2.2 EU-energisektorens andel af EU's BNP

Omsætningen i EU's energisektor³⁴ var 1,8 bio. EUR i 2018, næsten det samme niveau som i 2011 (1,9 bio. EUR). Sektoren bidrager med 2 % af den samlede bruttoværditilvækst i økonomien, et tal, som har ligget nogenlunde konstant siden 2011. Omsætningen i sektoren for fossile brændsler faldt fra 36 % (702 mia. EUR) af den samlede omsætning i energisektoren i 2011 til 26 % (475 mia. EUR) i 2018. Samtidig steg omsætningen fra vedvarende energikilder i den samme periode fra 127 mia. EUR til 146 mia. EUR^{35,36}. Merværdien af den rene energisektor (112 mia. EUR i 2017) var mere end dobbelt så stor som merværdien af udvinding af fossile brændsler og fremstillingsaktiviteter (53 mia. EUR), og den er tredoblet siden 2000. Den rene energisektor genererer således større merværdi, som forbliver i Europa, end sektoren for fossile brændsler.

I perioden 2000-2017 lå den gennemsnitlige årlige vækst i bruttoværditilvæksten for den vedvarende energiproduktion på 9,4 %, mens den i forbindelse med energieffektivitetsaktiviteter gennemsnitligt udgjorde 22,3 % og dermed lå klart over resten af økonomien (1,6 %). Arbejdsproduktiviteten i EU (bruttoværditilvækst pr. medarbejder) er også blevet væsentligt forbedret i den rene energisektor, navnlig i den vedvarende energiproduktionssektor, hvor den er steget med 70 % siden 2000.

³¹ COM(2020) 474 final og "Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU — A Foresight Study", <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42882>.

³² Handlingsplanen for den cirkulære økonomi sætter fokus på etableringen af et marked for sekundære råmaterialer og design med henblik på cirkularitet (COM(2015) 614 final og COM(2020) 98 final).

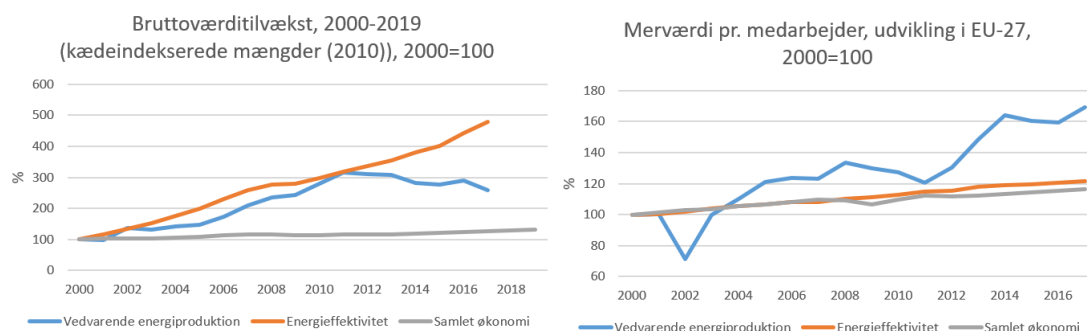
³³ D. T. Blagoeva, P. Alves Dias, A. Marmier, C.C. Pavel (2016) Assessment of potential bottlenecks along the materials supply chain for the future deployment of low-carbon energy and transport technologies in the EU. Wind power, photovoltaic and electric vehicles technologies, time frame: 2015-2030; EUR 28192 EN; doi:10.2790/08169

³⁴ Dette er baseret på Eurostats strukturelle erhvervsstatistikundersøgelse. Følgende koder er medtaget: B05 (udvinding af kul og brunkul), B06 (udvinding af råolie og naturgas), B07.21 (brydning af uran- og thoriummalme), B08.92 (udvinding af tørv), B09.1 (serviceydelser i forbindelse med indvinding af råolie og naturgas), C19 (fremstilling af koks og raffinerede olieprodukter) samt D35 (el, gas- og fjernvarmeforsyning).

³⁵ Eurostat [sbs_na_ind_r2].

³⁶ EurObserv'ER.

Figur 2 Bruttoværditilvækst og merværdi pr. medarbejder, 2000-2019, 2000=100



Kilde 2 JRC baseret på data fra Eurostat: [env_ac_egss1], [nama_10_a10_e], [env_ac_egss2], [nama_10_gdp].

2.3 Menneskelig kapital

Rene energiteknologier og -løsninger skaber direkte fuldtidsbeskæftigelse til 1,5 mio. personer i Europa³⁷, heraf mere end en halv million³⁸ inden for vedvarende energikilder (voksende til 1,5 mio., hvis indirekte arbejdspladser også medregnes) og omtrent en mio. personer i forbindelse med energieffektivitetsaktiviteter (i 2017)³⁹. Antallet af direkte arbejdspladser inden for vedvarende energiproduktion i EU voksede fra 327 000 i 2000 til 861 000 i 2011 og faldt til 502 000 i 2017. Som det fremgår af figur 3, var der et fald efter 2011⁴⁰, hvilket sandsynligvis kan forklares med konsekvenserne af den økonomiske

³⁷ For at sætte tingene lidt i perspektiv lå den direkte beskæftigelse inden for udvinding og fremstilling af fossile brændsler (NACE B05, B06, B08.92, B09.1 og C19) på 328 000 personer i EU-27 i 2018, mens den var 1,2 mio. personer i el-, gas- og fjernvarmeforsyningssektoren (NACE D35), som leverer el fra både vedvarende og fossile energikilder. Det samlede tal for den brede energisektor er forblevet stort set stabilt, selv om beskæftigelsen er faldet med omkring 80 000 personer inden for udvinding af kul og brunkul og med omkring 30 000 personer inden for udvinding af råolie og naturgas. Jf.: JRC120302, Employment in the Energy Sector Status Report 2020, EUR 30186 EN, Den Europæiske Unions Publikationskontor, Luxembourg, 2020.

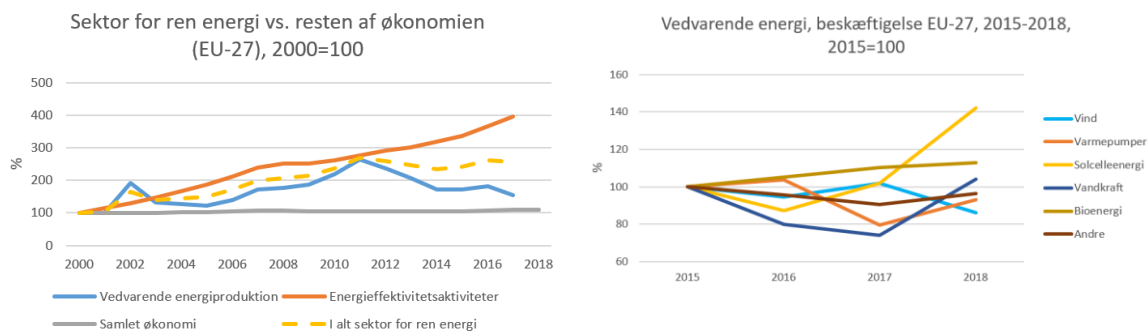
³⁸ Hvis der også tages højde for indirekte arbejdspladser, beskæftiger den vedvarende energisektor ifølge EurObserv'ER tæt på 1,4 mio. personer i EU-27. EurObserv'ER inkluderer både den direkte og indirekte beskæftigelse i sit skøn. Direkte beskæftigelse omfatter fremstilling af vedvarende energiudstyr, opførelse af vedvarende energianlæg, ingeniør- og forvaltningsydelser, drift og vedligeholdelse, forsyning med biomasse og udnyttelse. Indirekte beskæftigelse henviser til sekundære aktiviteter såsom transport og andre tjenesteydelser. Den afledte beskæftigelse ligger uden for denne analyses omfang. EurObserv'ER benytter en formaliseret model til at vurdere beskæftigelse og omsætning.

³⁹ Eurostat-data for sektoren for miljøvenlige varer og tjenesteydelser (EGSS) skønnes ved at kombinere data fra forskellige kilder (SBS, PRODCOM og nationalregnskaber). I EGSS indberettes oplysninger om produktionen af varer og tjenesteydelser, der er designet og produceret specielt med henblik på miljøbeskyttelse eller ressourcestyling. Analyseenheden i EGSS er et "establishment". Et "establishment" er et foretagende eller en del af et foretagende, der er beliggende på en enkel lokalitet, og hvor der udføres en enkel aktivitet, eller i hvilken den primære produktionsaktivitet tegner sig for størstedelen af merværdien. Den kan også spores på tværs af alle NACE-koder. Vi anvender CREMA 13A — produktion af vedvarende energi og CREMA 13B — varme-/energibesparelser og varme-/energihåndtering.

⁴⁰ Dette fald kan sandsynligvis forklares med konsekvenserne af den økonomiske krise, herunder den efterfølgende udflytning af produktionskapacitet samt den øgede produktivitet og et fald i jobintensiteten (kilder: JRC120302 Employment in the Energy Sector Status Report, 2020). Solcelleenergi og i mindre grad geotermisk energi tegnede sig for de største fald. Konsekvenserne af krisen kunne observeres ved et fald i antallet af solcelleanlæg og udflytning af produktion til Asien. For onshore- og offshorevindenergiesektoren kan der konstateres øget produktivitet og dermed navnlig faldende jobintensitet. En sammenligning af den direkte beskæftigelse med den kumulative installerede kapacitet i det seneste årti afslører et fald på henholdsvis 47 % og 59 % i specifik beskæftigelse for onshore- og offshorevindsektoren (kilder: GWEC 2020, Global Offshore Wind Report, 2020, WindEurope 2020, Update of employment figures based on WindEurope, Local Impact GI). Ifølge EurObserv'ER faldt jobintensiteten (arbejdspladser/MW) med 19 % i vindenergiesektoren og med 14 % i solcelleenergiesektoren i perioden 2015-2018. Dynamikken i energieffektivitetssektoren er anderledes (f.eks. har energibesparelse og -effektivitet en direkte positiv indvirkning i kraft af reducerede omkostninger), og væksten i arbejdspladser relateret til energieffektivitet kan delvist forklares med en stærk vækst i antallet af arbejdspladser i

krise, herunder den efterfølgende udflytning af produktionskapacitet, den øgede produktivitet og et fald i jobintensiteten. Antallet af direkte arbejdspladser i forbindelse med energieffektivitet steg støt fra 244 000 i 2000 til 964 000 i 2017. Direkte arbejdspladser i disse sektorer (vedvarende energikilder (VEK) og energieffektivitet (EE)) udgør ca. 0,7 % af den samlede beskæftigelse i EU,⁴¹ men væksten heri har overgået resten af økonomien med en gennemsnitlig årlig vækst på henholdsvis 3,1 % og 17,4 %⁴².

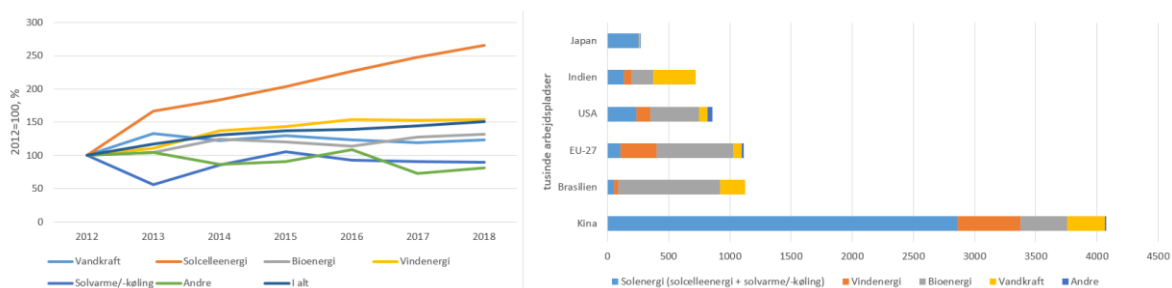
Figur 3 Direkte beskæftigelse i den rene energisektor vs. resten af økonomien i perioden 2000-2018, 2000=100, og beskæftigelse i den vedvarende energisektor efter teknologi, 2015-2018



Kilde 3 (JRC baseret på data fra Eurostat [env_ac_egss1], [nama_10_a10_e]⁴³ og EurObserv'ER)

Den voksende tendens til beskæftigelse i den rene energisektor er global, selv om de teknologier, der tilbyder flere beskæftigelsesmuligheder, varierer efter region. Generelt er der hovedsagelig blevet skabt arbejdspladser i solenergi- og vindenergisektorerne. Kina, som har næsten 40 % af alle globale arbejdspladser inden for vedvarende energikilder, beskæftiger flest personer inden for solcelleenergi, solvarme og -køling samt vindenergi. Brasiliens beskæftigelse ligger i bioenergisektoren EU beskæftiger flest personer inden for bioenergi (omkring halvdelen af alle VEK-arbejdspladser) og vindenergi (ca. en fjerdedel), se figur 4.

Figur 4 Global beskæftigelse i vedvarende energiteknologi (2012-2018)⁴⁴



Kilde 4 (JRC baseret på IRENA, 2019⁴⁵)

varmepumpesektoren siden 2012 (EurObserv'ER). Overordnet set kan vi på grundlag af EurObserv'ER, som giver en oversigt over direkte og indirekte arbejdspladser, se en stigende tendens til VEK-beskæftigelse i EU-27.

⁴¹ Eurostat, EGSS.

⁴² I resten af økonomien har den gennemsnitlige årlige vækst været 0,5 %.

⁴³ Vedvarende energiproduktion henviser til Eurostats EGSS-kode CREMA 13A og energieffektivitetsaktiviteter til CREMA 13B.

⁴⁴ Beskæftigelsestallene pr. land er for 2017.

⁴⁵ IRENA. 2019. Renewable Energy and Jobs — Annual Review 2019.

Den rene energiteknologisektor har fortsat udfordringer, navnlig med tilgængeligheden af kvalificerede arbejdstagere de steder, hvor der er behov for dem^{46,47}. De efterspurgte færdigheder omfatter især ingeniørmæssige og tekniske færdigheder, IT-færdigheder og evnen til at udnytte de nye digitale teknologier, viden om sundheds- og sikkerhedsmæssige aspekter, specialiserede færdigheder med henblik på udførelse af arbejde under ekstreme fysiske forhold (f.eks. i højden eller dybden) og bløde færdigheder såsom teamwork og kommunikation samt kendskab til engelsk.

Hvad angår køn, udgjorde kvinder i gennemsnit 32 % af arbejdsstyrken i den vedvarende energisektor i 2019⁴⁸. Dette tal er højere end i den traditionelle energisektor (25 %⁴⁹), men lavere end andelen på tværs af økonomien (46,1 %⁵⁰), og desuden er der større forskelle i kønsfordelingen for visse jobprofiler.

2.4 Forsknings- og innovationstendenser

I de senere år har EU i gennemsnit investeret næsten 20 mia. EUR om året i forskning og innovation inden for ren energi i overensstemmelse med energiunionens prioriteter^{51,52}. EU-fonde bidrager med 6 %, offentlig finansiering fra nationale regeringer tegner sig for 17 %, og erhvervslivet bidrager med anslået 77 %.

Det FoI-budget, der tildeles energi i EU, udgør 4,7 % af de samlede udgifter til forskning og innovation⁵³. I absolutte tal har medlemsstaterne imidlertid reduceret deres nationale FoI-budgetter til ren energi (figur 5); i 2018 anvendte EU en halv mia. EUR mindre end i 2010. Denne tendens er global. Den offentlige sektors FoI-udgifter til lavemissionsenergiteknologier var lavere i 2019 end i 2012, mens nogle lande fortsætter med at tildele store beløb af FoI-midlerne til fossile brændsler⁵⁴. Dette er det modsatte af, hvad der er nødvendigt: FoI-investeringerne i rene teknologier skal øges, hvis EU og verden skal opfylde sine dekarboniseringsmål. I dag har EU den laveste investeringsrate af alle de større globale økonomier målt på andelen af BNP (figur 5). EU's forskningsmidler har bidraget med en større andel af den offentlige finansiering og har været en afgørende faktor i fastholdelsen af investeringsniveauerne for forskning og innovation i løbet af de seneste fire år.

⁴⁶ Strategibasisscenarie for at slå bro over forskellene i uddannelsesstilbud og industriens krav i værdikæden for marine teknologier, september 2019 — MATES-projektet. <https://www.projectmates.eu/wp-content/uploads/2019/07/MATES-Strategy-Report-September-2019.pdf>.

⁴⁷ Alves Dias et al. 2018. EU coal regions: opportunities and challenges ahead. <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/eu-coal-regions-opportunities-and-challenges-ahead>.

⁴⁸ IRENA 2019: <https://www.irena.org/publications/2019/Jan/Renewable-Energy-A-Gender-Perspective>

⁴⁹ Eurostat (2019), hentet fra <https://ec.europa.eu/eurostat/web/equality/overview>.

⁵⁰ Eurostat [Ifsa_egan2], 2019.

⁵¹ COM(2015) 80; vedvarende energikilder, intelligente systemer, effektive systemer, bæredygtig transport, CCUS og nuklear sikkerhed.

⁵² JRC SETIS <https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-innovation-data>;

JRC112127 Pasimeni, F.; Fiorini, A.; Georgakaki, A.; Marmier, A.; Jimenez Navarro, J. P.; Asensio Bermejo, J. M. (2018): SETIS Research & Innovation country dashboards. EU-Kommissionens Fælles Forskningscenter (JRC) [datasæt] PID: <http://data.europa.eu/89h/jrc-10115-10001>, i henhold til:

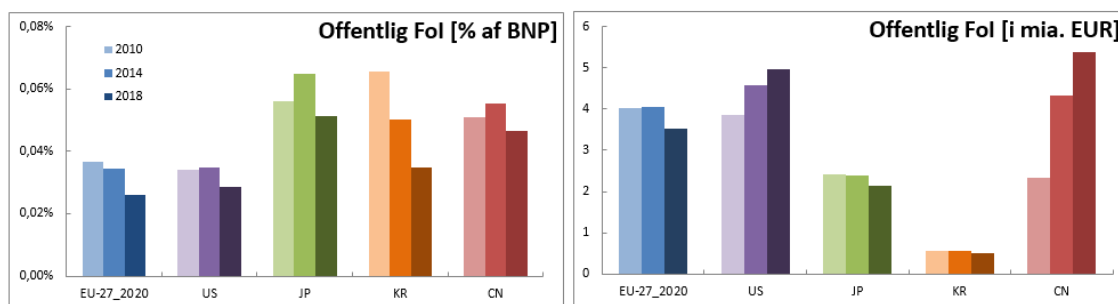
JRC Fiorini, A., Georgakaki, A., Pasimeni, F. and Tzimas, E., Monitoring R&I in Low-Carbon Energy Technologies, EUR 28446 EN, Den Europæiske Unions Publikationskontor, Luxembourg, 2017.

JRC117092 Pasimeni, F., Letout, S., Fiorini, A., Georgakaki, A., Monitoring R&I in Low-Carbon Energy Technologies, Revised methodology and additional indicators, 2020 (forthcoming).

⁵³ Eurostat, Total GBAORD by NABS 2007 socio-economic objectives [gba_nabsfin07]. Det socioøkonomiske energimål omfatter forskning og innovation inden for konventionel energi. Energiunionens forsknings- og innovationsprioriteter ville også falde ind under andre socioøkonomiske mål.

⁵⁴ IEA ETP <https://www.iea.org/reports/clean-energy-innovation/global-status-of-clean-energy-innovation-in-2020#government-rd-funding>.

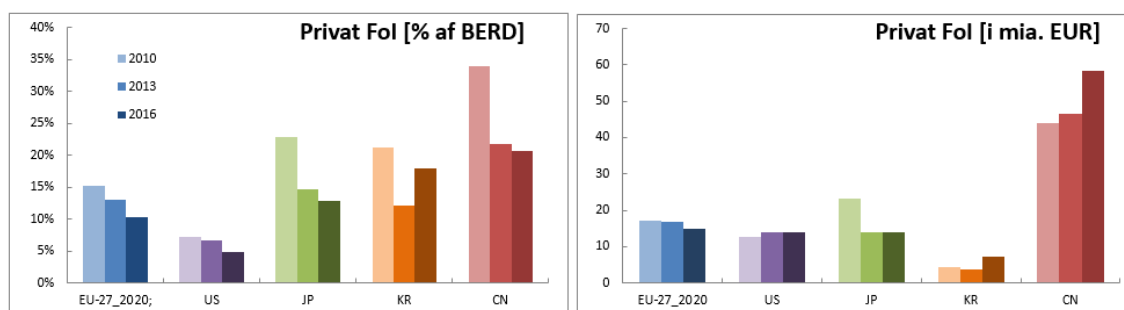
Figur 5 Offentlig FoI-finansiering af energiunionens forsknings- og innovationsprioriteter⁵⁵



Kilde 5 JRC⁴⁹ baseret på IEA⁵⁶, MI⁵⁷.

I den private sektor er det kun en lille del af indtægterne, der i øjeblikket anvendes til forskning og innovation i de sektorer, som har mest brug for anvendelsen af lavemissionsteknologier i stor skala⁵¹. EU har skønnet, at private investeringer i energiunionens FoI-prioriteter har været faldende: De tegner sig i øjeblikket for omkring 10 % af virksomhedernes samlede udgifter til forskning og innovation⁵⁸. Dette er højere end i USA, sammenligneligt med niveauet i Japan og lavere end i Kina og Korea. En tredjedel af investeringerne går til bæredygtig transport, mens vedvarende energikilder, intelligente systemer og energieffektivitet modtager ca. en femtedel hver. Mens fordelingen af private FoI-investeringer i EU kun har ændret sig lidt i de senere år, er der sket en markant ændring på globalt plan hen imod industriel energieffektivitet og intelligente forbrugerteknologier⁵⁹.

Figur 6 Skøn over privat FoI-finansiering af energiunionens forsknings- og innovationsprioriteter⁶⁰



Kilde 6 JRC⁴⁹, Eurostat/OECD⁵⁵

I gennemsnit udgør store, børsnoterede virksomheder og deres datterselskaber 20-25 % af de primære investorer, men tegner sig for 60-70 % af patenteringsaktiviteten og -

⁵⁵ Omfatter ikke EU-midler.

⁵⁶ Tilpasset på baggrund af 2020-udgaven af IEA Energy Technologys budgetdatabase for forskning, udvikling og demonstration.

⁵⁷ Mission Innovation Tracking Progress <http://mission-innovation.net/our-work/tracking-progress/>.

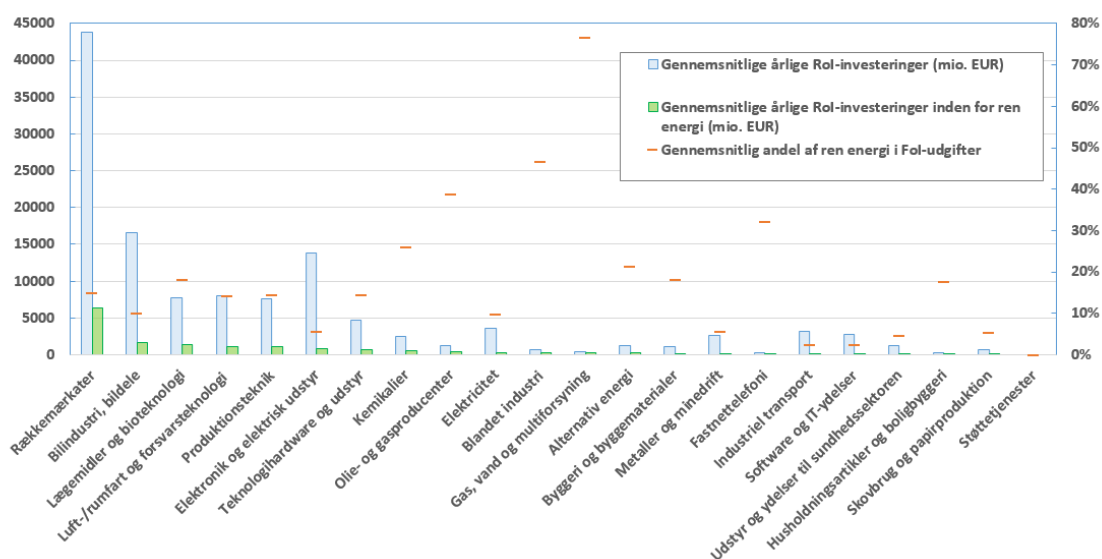
⁵⁸ Sammenlignet med BERD-statistikker: Eurostat/OECD-virksomhedsudgifter til FoU (BERD) efter NACE rev. 2-aktivitet og finansieringskilde [rd_e_berdfundr2]. Forsyningssektoren omfatter vandopsamling, vandrensning og forsyningstjenester. Der foreligger ikke oplysninger fra alle lande.

⁵⁹ JRC118288 input to Mission Innovation (2019) "Mission Innovation Beyond 2020: challenges and opportunities."

⁶⁰ Skøn for Kina er særligt udfordrende og usikre i betragtning af forskelle i beskyttelsen af intellektuelle ejendomsrettigheder (se også <https://chinapower.csis.org/patents/>) samt vanskelighederne i forbindelse med kortlægning af virksomhedsstrukturer (f.eks. statsstøttede virksomheder) og regnskabsaflæggelse.

investeringerne. I EU er bilindustrien den største private FoI-investor i absolutte tal i forbindelse med energiunionens forsknings- og innovationsprioriteter⁶¹, efterfulgt af bioteknologi og farmaceutiske produkter. Figur 7 viser, at blandt energiindustriene er olie- og gassektoren den største investor i forskning og innovation. Andre energisektorer, f.eks. elskaber eller alternative energiselskaber, har meget mindre budgetter til forskning og innovation, selv om de anvender en større andel heraf på ren energi. Det er bekymrende, at en stor andel af det private budget til forskning og innovation i energisektoren ikke anvendes på rene energiteknologier. Ifølge IEA er gennemsnitligt mindre end 1 % af olie- og gasselskabernes samlede kapitaludgifter blevet anvendt uden for deres kerneforretningsområder^{62,63}, og kun 8 % af deres patenter vedrører ren energi⁶⁴.

Figur 7 EU-investeringer i forskning og innovation i forbindelse med energiunionens forsknings- og innovationsprioriteter, efter industrisektor⁶⁵



Kilde 7 JRC⁴⁹

Venturekapitalinvesteringer i ren energi har været stigende i de senere år, men forbliver på et lavt niveau (lige over 6-7 %) sammenlignet med private investeringer i forskning og innovation. Indtil nu markerer 2020 en signifikant global afmatning i venturekapitalinvesteringer i rene energiteknologier⁶⁶.

Patenteringsaktiviteten i rene energiteknologier⁶⁷ toppede i 2012 og har siden været faldende⁶⁸. Inden for rammerne af denne tendens har visse teknologier, der er stadig

⁶¹ Dette er en bredere definition af, hvad ren energiteknologi omfatter, end den, der er anvendt i denne rapport. Eksempelvis inkluderer denne bredere definition forskning og innovation inden for energieffektivitet i industrien.

⁶² Med nogle enkelte førende virksomheder, som anvender ca. 5 % på ren energi.

⁶³ The oil and gas industry in energy transitions, world energy outlook special report, IEA, januar 2020, <https://www.iea.org/reports/the-oil-and-gas-industry-in-energy-transitions>.

⁶⁴ The Energy Transition and Oil Companies' Hard Choices — Oxford Institute for Energy Studies, juli 2019; Rob West, grundlægger, Thundersaid Energy & Research Associate, OIES og Bassam Fattouh, direktør, OIES, side 4.

⁶⁵ Vigtigste bidragende sektorer. Femårigt gennemsnit (2012-2016) pr. sektor; en tredjedel af virksomhederne (ikkebørsnoterede, mindre investorer) kan ikke henføres til en specifik sektor.

⁶⁶ JRC⁵² og JRC-analyse baseret på Pitchbook samt IEA-data for CleanTech VC-investeringer.

⁶⁷ Lavemissionsenergiteknologier i henhold til energiunionens FoI-prioriteter.

⁶⁸ Med undtagelse af Kina, hvor antallet af lokale ansøgninger fortsat stiger uden at søge international beskyttelse. (Se også: "Are Patents Indicative of Chinese Innovation?" <https://chinapower.csis.org/patents/>).

vigtigere for omstillingen til ren energi (f.eks. batterier), imidlertid fastholdt eller endog øget deres niveauer af patenteringsaktivitet.

EU og Japan er førende blandt internationale konkurrenter inden for patenter af høj værdi⁶⁹ på rene energiteknologier. Rene energipatenter tegner sig for 6 % af alle opfindelser af høj værdi i EU. EU's andel svarer til Japans, er højere end den tilsvarende andel i Kina (4 %), USA og resten af verden (5 %), og overgår kun af andelen i Korea (7 %) for så vidt angår konkurrerende økonomier. EU er hjemsted for en fjerdedel af de virksomheder, der ligger på top 100-listen over patenter af høj værdi inden for ren energi. Hovedparten af de opfindelser, der finansieres af multinationale virksomheder med hovedsæde i EU, produceres i Europa og for størstedelens vedkommende af datterselskaber, der er beliggende i samme land⁷⁰. USA og Kina er de vigtigste IPO-kontorer — og markeder — hvor der ansøges om beskyttelse af EU-opfindelser.

2.5 Covid-19-genopretning⁷¹

Under pandemien har det europæiske energisystem vist sig at være modstandsdygtigt over for pandemiafledte stød⁷², og der er opstået et grønnere energimiks med en kulkraftproduktion i EU, der er faldet med 34 %, og hvor vedvarende energikilder står for 43 % af elproduktionen i andet kvartal af 2020, hvilket er den højeste andel til dato⁷³. Samtidig har det set ud som om, resultaterne på aktiemarkedet for den rene energisektor har været mindre påvirket og har rettet sig hurtigere end sektorerne for fossile brændsler. Digitalisering har hjulpet virksomhederne og sektorerne med at reagere effektivt på krisen, hvilket også har fremmet fremkomsten af nye digitale applikationer.

Selv om EU's energiværdikæder er ved at komme sig, har krisen sat fokus på spørgsmålet om optimering og potentielt regionalisering af forsyningskæder for at reducere eksponeringen for fremtidige afbrydelser og forbedre modstandsdygtigheden. Som en reaktion ønsker Kommissionen at identificere de kritiske forsyningskæder for energiteknologier, analysere potentielle sårbarheder og forbedre deres modstandsdygtighed⁷⁴. De centrale energiprioriteter i forbindelse med genopretningen er energieffektivitet, navnlig via den såkaldte renoveringsbølge, vedvarende energikilder, brint og integration af energisystemet. Der er yderligere bekymring for, at pandemien påvirker investeringerne i og de tilgængelige ressourcer til forskning og innovation, som det bevisligt har været tilfældet under tidligere økonomiske kriser.

Genopretningsforanstaltninger kan nyde godt af det jobskabelsespotentiale, der ligger i energieffektivitet og vedvarende energi⁷⁵, herunder i FoI-sektoren, til at fremme beskæftigelsen, samtidig med at der sker en bevægelse hen imod bæredygtighed. Støtte til FoI-investeringer, herunder virksomhedernes forskning og innovation, har en større positiv indvirkning på beskæftigelsen i mellem- til højteknologiske sektorer såsom renere

⁶⁹ Patentfamilier af høj værdi (opfindelser) er dem, der indeholder ansøgninger til mere end et kontor, dvs. dem, der søger beskyttelse i mere end et land/på mere end et marked.

⁷⁰ Incitamerter, sprog og geografisk nærhed forklarer nogle vigtige undtagelser.

⁷¹ Baseret på JRC's arbejde med konsekvenserne af covid-19 for energisystemet og værdikæderne.

⁷² SWD(2020) 104 — Energy security: good practices to address pandemic risks.

⁷³ Quarterly Report on European Electricity Markets, vol. 13, udgave 2. https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/market-analysis_en?redir=1.

⁷⁴ Analysen understøttes af en undersøgelse, hvis konklusioner efter planen skal forelægges i april 2021.

⁷⁵ Det anslås, at det samme udgiftsniveau vil generere næsten tre gange så mange arbejdspladser som i industrier, der anvender fossilt brændsel. Kilde: Heidi Garrett-Peltier, Green vs. brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model, *Economic Modelling*, vol. 61, 2017, 439-447.

energiteknologi⁷⁶. Samtidig er der behov for banebrydende lavemissionsteknologier, f.eks. i energiintensive industrier, hvilket vil kræve hurtigere FoI-investeringer med henblik på demonstrationen og implementeringen heraf.

3. FOKUS PÅ VIGTIGE TEKNOLOGIER OG LØSNINGER FOR REN ENERGI

I afsnittet nedenfor analyseres de mest relevante værdier for konkurrenceevne for hver af de seks teknologier, der er analyseret ovenfor, samt *statussen, værdikæden og det globale marked* på grundlag af de indikatorer, der er skitseret i tabel 1. EU's resultater sammenlignes så vidt muligt med andre nøgleregioner (f.eks. USA og Asien). En mere detaljeret vurdering af andre vigtige teknologier for ren energi og lavemissionsenergi, der er nødvendige for at opnå klimaneutralitet, er indeholdt i den ledsagende rapport om ren energiomstilling — teknologier og innovation⁷⁷.

3.1 Vedvarende offshoreenergi — vind

Teknologi: Den kumulativt installerede kapacitet i EU for offshorevind udgjorde 12 GW i 2019⁷⁸. Inden for den samme 2050-tidshorisont forventer EU-scenarier en offshorevindkapacitet på 300 GW i EU⁷⁹. På globalt plan er omkostningerne faldet brat i de senere år, og efterspørgslen er blevet stimuleret af nye udbud, der er blevet iværksat globalt, og af opførelsen af vindmølleparker uden tilskud. Offshorevind har virkelig nydt godt af udviklingen inden for onshorevindsektoren, navnlig stordriftsfordele (f.eks. materialeudvikling og fælles komponenter), hvilket har gjort det muligt at fokusere på teknologiens mest innovative segmenter (såsom flydende havvindmøller, nye materialer og komponenter). I forbindelse med offshorevindprojekter er der observeret stærkt øgede effektfaktorer. Vindmøllernes gennemsnitlige kapacitet er steget fra 3,7 MW (2015) til 6,3 MW (2018) takket være en vedholdende FoI-indsats.

Forskning og innovation inden for offshorevindsektoren vedrører hovedsagelig øget vindmøllestørrelse, flydende applikationer (navnlig design af bærende underkonstruktioner), udvikling af infrastruktur og digitalisering. Ca. 90 % af EU's forsknings- og innovationsmidler kommer fra den private sektor⁸⁰. På EU-plan er der ydet støtte til forskning og innovation i offshorevindenergi siden 1990'erne. Offshorevindenergi, navnlig flydende, har modtaget væsentlig støtte i de senere år (Figure 8). Disse FoI-mønstre understreger, at EU vil kunne opnå en konkurrencefordel gennem udviklingen af nye markedssegmenter — eksempelvis en selvstændig EU-forsyningskæde for offshorevind (udvidet til også at omfatte uudnyttede EU-havområder), en førerposition inden for flydende offshoreindustri rettet mod markeder med dybere farvande eller nye koncepter som f.eks. luftbårne vindsystemer eller udvikling af en havneinfrastruktur, der kan opfylde de ambitiøse mål (og synergier til andre sektorer, f.eks. brintproduktion i havne). Tendenserne inden for patentering bekræfter Europas konkurrencedygtighed i vindenergisektoren. EU-aktører er førende

⁷⁶ EC work for MI Tracking Progress: The Economic Impacts of R&D in the Clean Energy Sector and COVID-19, 2020, MI Webinar, 6. maj 2020.

⁷⁷ SWD(2020) 953.

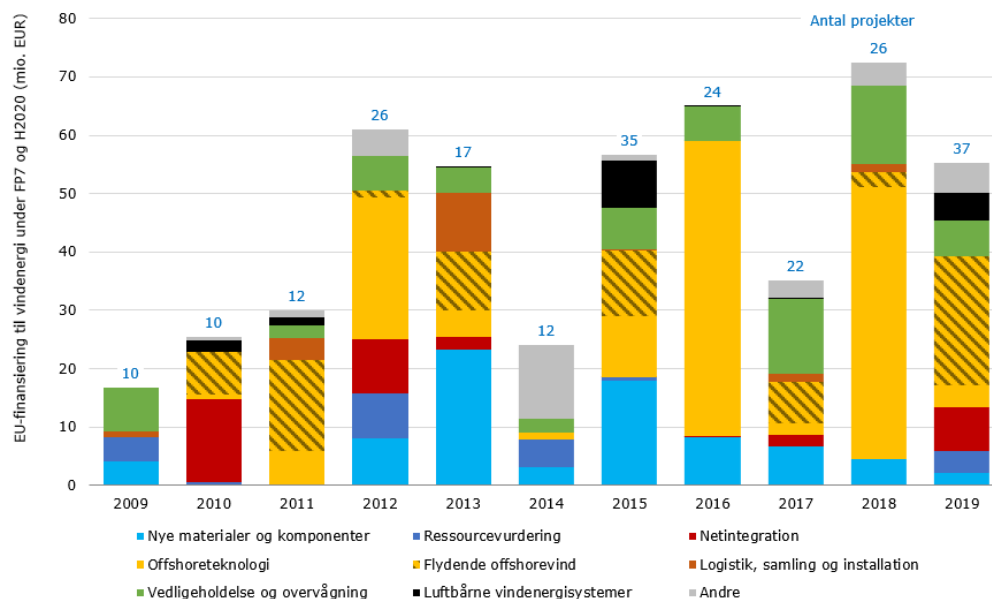
⁷⁸ GWEC, Global Wind Energy Report 2019 (2020).

⁷⁹ I henhold til CTP-MIX-scenariet fra COM(2020) 562 final.

⁸⁰ JRC Technology Market Report — Wind Energy (2019).

inden for opfindelser af høj værdi⁸¹, og de beskytter deres viden i andre patentkontorer uden for deres hjemmemarked.

Figur 8 Udvikling i EU's FoI-finansiering, kategoriseret efter FoI-prioriteter for vindenergi under FP7- og H2020-programmer og antallet af finansierede projekter i perioden 2009-2019



Kilde 8 JRC 2020⁸²

Andre nylige innovationer er målrettet mod logistik-/forsyningskæden — f.eks. udviklingen af vindmøllegearkasser, der er tilstrækkeligt kompakte til at passe ind i en standardcontainer⁸³ — samt anvendelse af cirkulære tilgange i installationernes livscyklus. Andre innovationer og tendenser, der forventes at blive forstærket mest i de kommende ti år, omfatter superledende generatorer, avancerede tårnmaterialer og merværdien af offshorevindenergi (systemværdien af vind). Styregruppen for SET-planen vedrørende offshorevind identificerede de fleste af disse områder som vigtige for Europa med henblik på at fastholde konkurrenceevnen i fremtiden. I øjeblikket er Europa førende inden for alle dele af værdikæden for sensor- og overvågningsteknologi til havvindmøller, herunder forskning og produktion⁸⁴.

Værdikæde: På markedssiden er EU-virksomheder foran deres konkurrenter med hensyn til at kunne levere offshoregeneratorer for alle effektområder, hvilket afspejler et veletableret europæisk offshoremarked, og at nyligt installerede vindmøller i stigende grad er større end før⁸⁵. I øjeblikket produceres omkring 93 % af den samlede

⁸¹ Det betyder, at patenterne er beskyttet i andre patentkontorer uden for det udstedende land og henviser til patentfamilier, som omfatter patentansøgninger hos mere end ét patentkontor. Omkring 60 % af alle vindrelaterede EU-opfindelser var beskyttet i andre lande (til sammenligning var kun 2 % af kinesiske opfindelser beskyttet hos andre patentkontorer uden for Kina).

⁸² JRC 2020, Low Carbon Energy Observatory, Wind Energy Technology Development Report 2020, EU-Kommissionen, 2020, JRC120709.

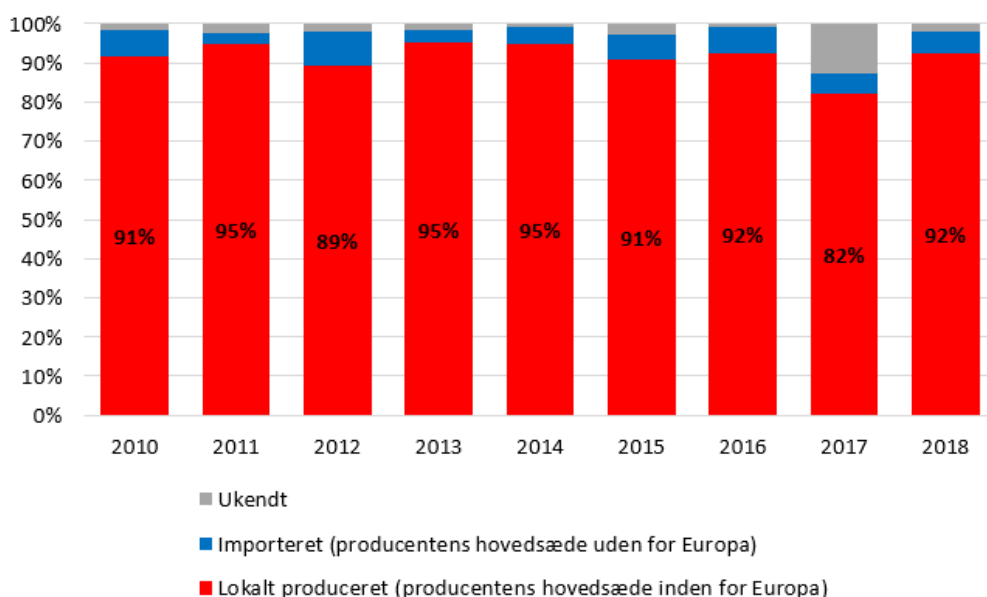
⁸³ SET-Plan, Offshore Wind Implementation Plan (2018).

⁸⁴ ICF, bestilt af GD Grow — Climate neutral market opportunities and EU competitiveness study (2020).

⁸⁵ JRC Technology Market Report — Wind Energy (2019).

offshorekapacitet, der er installeret i Europa i 2019, lokalt af europæiske producenter (Siemens, Gamesa Renewable Energy, MHI Vestas og Senvion⁸⁶).

Figur 9 Nyligt installeret vindkapacitet (onshore og offshore) — lokalt vs. importeret, under antagelse af et indre europæisk marked



Kilde 9 JRC 2020⁸⁷

Det globale marked: EU's⁸⁸ andel af den globale eksport steg fra 28 % i 2016 til 47 % i 2018, og 8 ud af de 10 største globale eksportører var EU-lande med Kina og Indien som de to vigtigste globale konkurrenter. Mellem 2009 og 2018 forblev EU's⁸⁹ handelsbalance positiv med en stigende tendens.

Hvad angår globale markedsprognoser, forventes offshorevindkapaciteten i Asien (herunder Kina) at nå op på 95 GW inden 2030 (ud af en forventet global kapacitet på næsten 233 GW inden 2030)⁹⁰. Næsten halvdelen af de globale investeringer i offshorevindsektoren i 2018 fandt sted i Kina⁹¹. Inden for den samme 2030-tidshorisont forventer CTP-MIX-scenariet en offshorevindkapacitet på 73 GW i EU. I øjeblikket forventer de nationale energi- og klimaplaner en offshorevindkapacitet på 55 GW inden 2030.

Flydende applikationer ser ud til at blive en levedygtig valgmulighed for EU-lande og -regioner, som mangler mere lavvandede områder (flydende havvindmølleparker til dybder på mellem 50 og 1 000 meter) og vil kunne åbne nye markeder baseret på områder som f.eks. Atlanterhavet, Middelhavet og potentielt Sortehavet. En række planlagte eller igangværende projekter vil medføre installation af en flydende kapacitet på 350 MW i europæiske farvande inden 2024. Derudover sigter EU's vindindustri mod at installere flydende havvindmølleparker med en kapacitet på 150 GW inden 2050 i

⁸⁶ Der kan forventes en endnu kraftigere markedsconcentration i kølvandet på Senvions insolvens og lukningen af virksomhedens vindmøllefabrik i Bremerhaven i slutningen af 2019.

⁸⁷ JRC 2020, Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe, JRC121366 (upcoming).

⁸⁸ EU inklusive Det Forenede Kongerige.

⁸⁹ EU inklusive Det Forenede Kongerige.

⁹⁰ GWEC 2020, Global Offshore Wind Report, 2020.

⁹¹ IRENA — Future of wind (2019, s. 52).

europæiske farvande med henblik på at opnå klimaneutralitet⁹². Det globale marked for energi fra flydende havvindmølleparker udgør en væsentlig kommerciel mulighed for EU-virksomheder. Der forventes en samlet kapacitet på ca. 6,6 GW fra denne kilde inden 2030 med en betydelig kapacitet i visse asiatiske lande (Sydkorea og Japan) foruden de europæiske markeder (Frankrig, Norge, Italien, Grækenland og Spanien) mellem 2025 og 2030. Da Kina har udtømmelige ressourcer i lavvandede farvande, forventes landet ikke at opføre flydende havvindmølleparker med betydelig kapacitet på mellemlang sigt⁹³. Flydende applikationer kan også reducere indvirkninger på det undersøiske miljø, navnlig i anlægsfasen.

Offshorevindenergi er en konkurrencedygtig industri på det globale marked. Nye efterspørgselsmønstre på det globale marked, f.eks. efterspørgslen efter energi produceret af flydende vindmølleparker, kan blive afgørende for EU's industri, hvis den skal være og forblive konkurrencedygtig i den voksende offshorevindindustri. En vigtig overvejelse er, hvorvidt medlemsstaterne vil forpligte sig til vindenergi. Det aktuelle misforhold mellem NECP-prognosen for 2030 (55 GW for offshorevind) og EU's scenarie (73 GW⁹⁴) betyder, at investeringerne skal intensiveres. Den positive indvirkning, som udviklingen inden for offshorevind har på forsyningskæderne i havområder, er relevant for den regionale udvikling (produktionslokalitet, samling af vindmøller tæt på markedet og indvirkning på havneinfrastruktur). Strategien for vedvarende offshoreenergi⁹⁵ vil definere et sæt af foranstaltninger for at overvinde udfordringerne og fremme offshoreudsigterne.

3.2 Vedvarende offshoreenergi — havenergi

Teknologi: Tidevands- og bølgeenergiteknologier er de mest avancerede af havenergiteknologierne med et betydeligt potentiale i en række medlemsstater og regioner⁹⁶. Tidevandsteknologier kan betragtes som værende på et prækommercielt stadie. Designkonvergens har bidraget til at udvikle teknologien og producere en betydelig mængde el (over 30 GWh siden 2016⁹⁷). En række projekter og prototyper har været anvendt på tværs af Europa og globalt. Størstedelen af de bølgeenergiteknologiske tilgange er imidlertid på teknologisk modenhedsniveau (TRL) 6-7 med stærk fokus på forskning og innovation. De fleste forbedringer i bølgeenergieresultaterne stammer fra igangværende projekter i EU. I de seneste fem år har sektoren vist modstandsdygtighed⁹⁸, og der er opnået væsentlige teknologiske fremskridt takket være den succesfulde anvendelse af demonstrations- og pioner anlæg⁹⁹.

LTS-scenarierne forudsiger begrænset udbredelse af havenergiteknologi. De høje udgifter til bølge- og tidevandsenergiomformere og de begrænsede oplysninger, der er tilgængelige om ydeevne, begrænser medtagelsen af havenergi i modellen¹⁰⁰. Samtidig fremhæver den europæiske grønne pagt den vigtige rolle, som vedvarende marin energi

⁹² ETIPWind, Floating Offshore Wind. Delivering climate neutrality (2020).

⁹³ GWEC 2020, Global Offshore Wind Report, 2020.

⁹⁴ CTP-MIX-scenariet fra COM(2020) 562 final.

⁹⁵ Det forventes offentliggjort senere i 2020.

⁹⁶ Der er et betydeligt potentiale for at udvikle tidevandsenergi i Frankrig, Irland og Spanien samt lokaliseret potentiale i andre medlemsstater. Hvad angår bølgeenergi, findes der et stort potentiale i Atlanterhavet samt lokaliseret potentiale i Nordsøen, Østersøen, Middelhavet og Sortehavet.

⁹⁷ Ofgem Renewable Energy Guarantees Origin Register. <https://www.renewablesandchp.ofgem.gov.uk/>.

⁹⁸ EU-Kommissionen (2017) Study on Lessons for Ocean Energy Development, EUR 27984.

⁹⁹ Magagna & Uihlein (2015) 2014 JRC Ocean Energy Status Report.

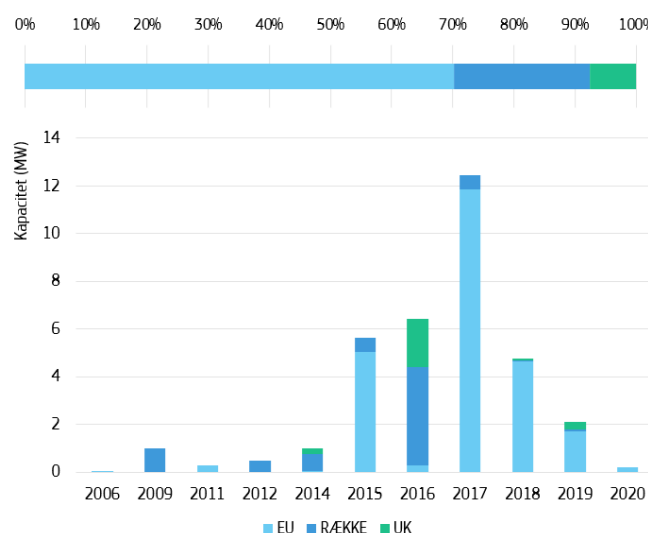
¹⁰⁰ I årene fremover kan det forventes, at EU's energimodelleringsresultater vil afspejle valideringen af og omkostningsreduktionen for disse teknologier.

vil spille i omstillingen til en klimaneutral økonomi, hvor der forventes et væsentligt bidrag under de rette markedsmæssige og politiske forhold (2,6 GW inden 2030¹⁰¹ og 100 GW i europæiske farvande inden 2050¹⁰²). Igangværende demonstrationer viser, at omkostningerne hurtigt kan reduceres: Data fra Horisont 2020-projekter viser, at omkostningerne til tidevandsenergi faldt med over 40 % mellem 2015 og 2018^{103,104}.

Værdikæde: Det europæiske lederskab spænder over hele forsyningskæden for havenergi¹⁰⁵ og innovationssystemet¹⁰⁶. Den europæiske klynge, der er dannet af specialiserede forskningsinstitutioner og udviklere, samt tilgængeligheden af forskningsinfrastruktur har gjort det muligt for Europa at udvikle og bevare sin konkurrencemæssige position.

Det globale marked: EU fastholder sit globale lederskab til trods for Det Forenede Kongeriges udtræden af Unionen og ændringer på markedet for bølge- og tidevandsenergiteknologier. 70 % af den globale havenergikapacitet er udviklet af EU-baserede virksomheder¹⁰⁷. I løbet af det næste årti vil det være afgørende for EU-udviklere at bygge videre på denne konkurrencemæssige position. Den globale havenergikapacitet forventes at stige til 3,5 GW inden for de næste fem år, og der kan forventes en stigning på op til 10 GW inden 2030¹⁰⁸.

Figur 10 Installeret kapacitet efter teknologiens oprindelse



Kilde 10 JRC 2020¹⁰⁹

¹⁰¹ EU-Kommissionen (2018) Market study on ocean energy. 2.2GW of tidal stream and 423MW of wave energy.

¹⁰² EU-Kommissionen (2017) Ocean energy strategic roadmap: building ocean energy for Europe.

¹⁰³ JRC (2019) Technology Development Report LCEO: Ocean Energy.

¹⁰⁴ Derudover vil forskning og innovation inden for områderne avancerede og hybride materialer, nye fremstillingsprocesser og additiv produktion, der anvender innovative 3D-teknologier, kunne muliggøre en yderligere omkostningsreduktion. Det vil også kunne bidrage til at sænke energiforbruget, reducere leveringstiderne og forbedre den kvalitet, der forbindes med produktion af store støbte komponenter.

¹⁰⁵ JRC (2017) Supply chain of renewable energy technologies in Europe.

¹⁰⁶ JRC (2014) Overview of European innovation activities in marine energy technology.

¹⁰⁷ JRC (2020) — Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe, JRC121366 (upcoming).

¹⁰⁸ EURActive (2020) <https://www.euractiv.com/section/energy/interview/irena-chief-europe-is-the-frontrunner-on-tidal-and-wave-energy/>.

¹⁰⁹ JRC (2020) — Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe, JRC121366 (upcoming).

Inden for EU¹¹⁰ ansøgte 838 virksomheder i 26 lande om patenter eller var involveret i ansøgningen om patenter vedrørende havenergi mellem 2000 og 2015¹¹¹. EU har længe bevaret sit teknologiske forspring med hensyn til udvikling af havenergiteknologier takket være den støtte, der fortsat ydes til forskning og innovation. Mellem 2007 og 2019 beløb de samlede FoI-udgifter til bølge- og tidevandsenergi sig til 3,84 mia. EUR, hvoraf hovedparten (2,74 mia. EUR) kom fra private kilder. I den samme periode bidrog de nationale FoI-programmer med 463 mio. EUR til udviklingen af bølge- og tidevandsenergi, mens EU-fonde støttede forskning og innovation med næsten 650 mio. EUR (herunder NER300- og Interreg-projekter (medfinansieret af Den Europæiske Fond for Regionaludvikling))¹¹². I gennemsnit affødte 1 mia. EUR offentlig finansiering (EU¹¹³ og nationalt) 2,9 mia. EUR private investeringer i løbet af rapporteringsperioden.

Der er stadig behov for en omkostningsreduktion i forbindelse med tidevands- og bølgeenergiteknologier for at udnytte deres potentiale i energimikset, for hvilke det er nødvendigt med intensiverede (dvs. øget antal projekter i vandsektoren) og fortsatte (dvs. kontinuitet i projekter) demonstrationsaktiviteter. Til trods for fremskridt inden for teknologisk udvikling og demonstration kæmper sektoren med at skabe et levedygtigt marked. Den nationale støtte synes at være lav, hvilket afspejles i det begrænsede tilsagn om havenergikapacitet i de nationale energi- og klimaplaner i forhold til 2010 og manglen på en klar målrettet støtte til demonstrationsprojekter eller til udviklingen af innovative royaltyordninger for nye vedvarende teknologier. Dette begrænser muligheden for at udvikle en "business case" og for at identificere levedygtige måder at udvikle og anvende teknologien på. Der skal derfor fokuseres mere på specifikke "business cases" for havenergi, navnlig hvis forudsigeligheden heraf kan øge dens værdi samt dens potentiale for dekarbonisering af små lokalsamfund og EU's øer¹¹⁴. Den kommende strategi for vedvarende offshoreenergi giver mulighed for at støtte udviklingen af havenergi og gør det muligt for EU at udnytte sine ressourcer fuldt ud på tværs af EU.

3.3 Solcelleenergi (PV)

Teknologi: Solcelleenergi er blevet verdens hurtigst voksende energiteknologi med en efterspørgsel efter solcelleenergi, der spreder sig og øges, efterhånden som det bliver den mest konkurrencedygtige mulighed for produktion af el på et voksende antal markeder og i et stigende antal applikationer. Denne vækst understøttes af de faldende omkostninger til solcelleenergisystemer (EUR/W), og der er således et stigende konkurrencemæssigt pres på omkostningerne til produceret elektricitet (EUR/MWh).

Den¹¹⁵ kumulativt installerede kapacitet i EU for solcelleenergi udgjorde 134 GW i 2019, og den forventes at vokse til 370 GW i 2030 og til 1 051 GW i 2050¹¹⁶. I betragtning af den forventede betragtelige vækst i solcelleenergikapaciteten i EU og globalt bør Europa have en betydelig rolle i hele værdikæden. I øjeblikket klarer europæiske virksomheder sig forskelligt på tværs af de forskellige segmenter af solcelleindustriens værdikæde (Figure 11).

¹¹⁰ EU inklusive Det Forenede Kongerige.

¹¹¹ JRC (2020) Technology Development Report Ocean Energy 2020 Update.

¹¹² Beregning fra JRC, 2020

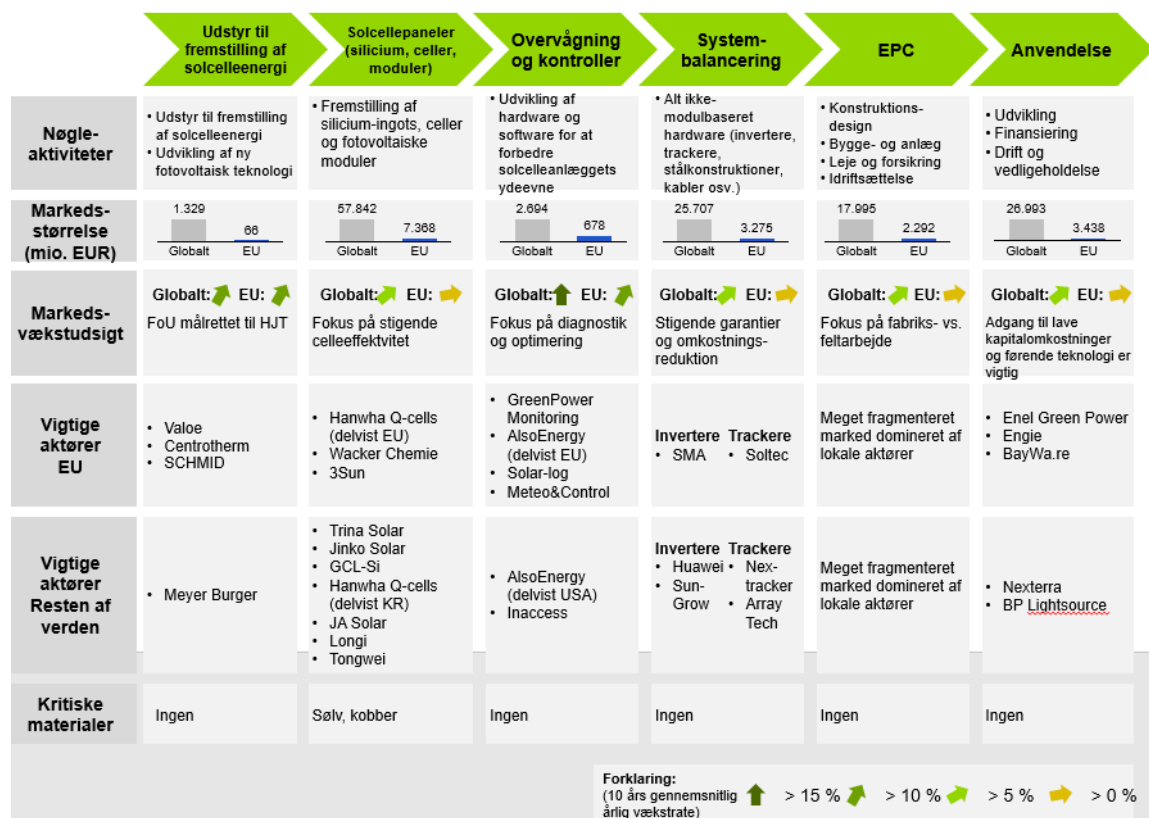
¹¹³ EU-midler tildelt indtil 2020 inkluderede modtagere i Det Forenede Kongerige.

¹¹⁴ EU-Kommissionen (2020), The EU Blue Economy Report, 2020.

¹¹⁵ EU inklusive Det Forenede Kongerige.

¹¹⁶ I henhold til prognoserne i den konsekvensanalyse, der ledsager klimamålplanen (COM(2020) 562 final.)

Figur 11 Europæiske aktører på tværs af solcelleindustriens værdikæde



Kilde 11 ASSET-undersøgelse om konkurrenceevne

Værdikæde: EU-virksomheder er hovedsagelig konkurrencedygtige i efterfølgende led af værdikæden. Navnlig har de formået at forblive konkurrencedygtige i forbindelse med overvågning, kontrol og systembalanceringssegmenter og omfatter nogle af de førende virksomheder inden for fremstilling af invertere og udvikling af såkaldte trackere (solsporingssystemer). EU-virksomheder har også bevaret en førerposition i udbredelsessegmentet, hvor etablerede aktører som f.eks. Enerparc, Engie, Enel Green Power og BayWa.re har været i stand til at erobre nye markedsandele på globalt plan¹¹⁷. Derudover har fremstilling af energiudstyr stadigvæk en stærk base i Europa (f.eks. Meyer Burger, Centrotherm og Schmid).

Det globale marked: EU har mistet sin markedsandel i nogle af de foregående led af værdikæden (f.eks. fremstilling af solceller og moduler). Den højeste merværdi findes både meget tidligt i værdikæden (inden for grundforskning og anvendt FoU samt design) og meget sent i værdikæden (inden for markedsføring, distribution og styring af mærkevarer). Selv om aktiviteterne med den laveste merværdi forekommer i midten af værdikæden (fremstilling og samling), har virksomhederne en interesse i at stå stærkt i disse segmenter for at reducere risici og finansieringsomkostninger. EU er fortsat hjemsted for en af de førende producenter af polysilicium (Wacker Polysilicon AG), hvis produktion alene er tilstrækkelig til at fremstille 20 GW-solceller, og som eksporterer en betydelig del af sin produktion af polysilicium til Kina¹¹⁸. I øjeblikket værdifastsættes den globale produktion af solcellepaneler til ca. 57,8 mia. EUR, hvoraf EU tegner sig for 7,4 mia. EUR (12,8 %) af dette beløb. EU tegner sig fortsat for en relativt høj andel af segmentets samlede værdi takket være produktionen af polysilicon ingots. EU har

¹¹⁷ ASSET-undersøgelse om konkurrenceevne, 2020.

¹¹⁸ JRC PV Status Report, 2011.

imidlertid tabt gevaldigt terræn med hensyn til fremstillingen af solceller og moduler. Alle top 10-producenterne af solceller og moduler producerer nu det meste af deres output i Asien¹¹⁹.

Kapitaludgifterne til anlæg, der producerer polysilicon, solceller og moduler, faldt dramatisk mellem 2010 og 2018. Sammen med innovationer inden for fremstillingssektoren bør dette give EU mulighed for at se på solcelleindustrien med friske øjne og vende situationen¹²⁰.

EU's tilstedeværelse i de tidlige og sene led af værdikæden vil godt kunne udgøre et grundlag for genopbygning af solcelleindustrien. Dette ville kræve fokus på specialisering eller produkter med høj ydeevne/af høj værdi, f.eks. udstyrs- og inverterfremstilling samt solcelleprodukter, der er skræddersyet til bygge- og anlægssektorens specifikke behov, transport (køretøjsintegrerede solceller) og/eller landbrug (dobbel arealanvendelse med solceller i landbruget), eller til efterspørgslen efter højeffektive/højkvalitative solenergianlæg med henblik på at optimere anvendelsen af tilgængelige overflader og ressourcer. Teknologiens modularitet gør det nemmere at integrere solcelleenergi i en række applikationer, navnlig i bymiljøet. Disse nye solcelleenergiteknologier, som nu kommer i den kommercielle fase, vil kunne tilbyde et nyt fundament for genopbygning af industrien¹²¹. EU-institutionernes solide viden, den højt uddannede arbejdsstyrke og de eksisterende og nye aktører i industrien giver grundlag for at genetablere en stærk europæisk solcelleforsyningskæde¹²². For at forblive konkurrencedygtige er en sådan industri nødsaget til at udvikle en global rækkevidde. Opbygningen af en betydelig solcelleindustri i EU ville også reducere risikoen for forsyningsafbrydelser og kvalitetsrisici.

3.4 Produktion af vedvarende brint ved hjælp af elektrolyse

Dette afsnit fokuserer på produktion af vedvarende brint og på konkurrenceevnen i det første segment af brintværdikæden¹²³. Brint er nøglen til at lagre energi, der er produceret af vedvarende el, og til at dekarbonisere sektorer, der er vanskelige at elektrificere. Formålet med EU's brintstrategi er at integrere elektrolyseceller til vedvarende brint¹²⁴ med en effekt på 40 GW og produktionen af op til 10 Mt vedvarende brint i EU's

¹¹⁹ Izumi K., PV Industry in 2019 from IEA PVPS Trends Report, ETIP PV conference "Readying for the TW era", maj 2019, Bruxelles

¹²⁰ Arnulf Jäger-Waldau, Ioannis Kougias, Nigel Taylor, Christian Thiel, How photovoltaics can contribute to GHG emission reductions of 55% in the EU by 2030, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 126, 2020, 109836, ISSN 1364-0321.

¹²¹ Her er nogle få eksempler på de mest relevante solcellefremstillingsinitiativer i Europa. i) H2020 "Ampere"-projektet, som støtter oprettelsen af en pilotlinje med henblik på produktion af solceller af silicium med heteroovergang og moduler. 3Sun-fabrikken (Catania, Italien) fremstiller en af de mest effektive solcelleteknologier baseret på denne tilgang. ii) Oxford-initiativet vedrørende fremstilling af solceller baseret på perovskit-materialer, der får et EIB-lån under InnovFin EDP-faciliteten. iii) Meyer Burgers patentbeskyttede heteroovergangs-/SmartWire-teknologi, som er mere effektiv end den nuværende standard mono-PERC samt andre heteroovergangsteknologier, der er tilgængelige i øjeblikket.

¹²² Assessment of Photovoltaics (PV) Final Report, Trinomics (2017).

¹²³ Brintproduktion på stedet med henblik på samplaceret forbrug til industrielle anvendelsesformål synes at være et lovende mønster, som kunne være udslagsgivende for, at den bredere indførelse af energibæreren i energisystemet nås hurtigt i overensstemmelse med ambitionen om en klimaneutral økonomi og brintstrategien. Denne rapport behandler ikke andre forsyningskædesegmenters konkurrenceevne, f.eks. transport og lagring af brint eller omdannelse af brint til endelige anvendelsesformål (f.eks. mobilitet, bygninger). Kommissionen har etableret den europæiske alliance for ren brint som en interessant platform med henblik på at samle de relevante aktører.

¹²⁴ Vedvarende brint (ofte kaldet "grøn brint") er brint, der er produceret af elektrolyseceller drevet af el fra vedvarende energikilder ved hjælp af en proces, hvor vand adskilles i brint og ilt.

energisystem inden 2030 med direkte investeringer på mellem 24 mia. EUR og 42 mia. EUR^{125,126}.

Teknologi: Kapitalomkostningerne til elektrolyseceller er faldet med 60 % i det seneste årti og forventes at blive halveret igen inden 2030 i forhold til i dag takket være stordriftsfordele¹²⁷. Omkostningerne til vedvarende brint¹²⁸ ligger i øjeblikket på mellem 3 EUR og 5,5 EUR pr. kilo, hvilket gør den dyrere end ikkevedvarende brint (2 EUR (2018) pr. kilo brint¹²⁹).

I dag kommer mindre end 1 % af verdens brintproduktion fra vedvarende energikilder¹³⁰. Ifølge prognoserne for 2030 vil omkostningerne til vedvarende brint ligge i intervallet 1,1-2,4 EUR/kg¹³¹, hvilket er billigere end fossilbaseret lavemissionsbrint¹³² og næsten konkurrencedygtigt med fossilbaseret brint¹³³.

Mellem 2008 og 2018 støttede fællesforetagendet for brændselsceller og brint (FCH JU) 246 projekter på tværs af flere brintrelaterede, teknologiske applikationer med et samlet investeringsniveau på 916 mio. EUR, hvilket blev suppleret med 939 mio. EUR i private og nationale/regionale investeringer. Under Horisont 2020-programmet (2014-2018) blev der tildelt mere end 90 mio. EUR til udvikling af elektrolyseceller, hvilket blev suppleret med 33,5 mio. EUR fra private fonde^{134,135}. På nationalt plan har Tyskland anvendt flest ressourcer med 39 mio. EUR¹³⁶ tildelt til projekter med fokus på udvikling af elektrolyseceller mellem 2014 og 2018¹³⁷. I Japan modtog Asahi Kasei et tilskud på mange millioner dollar til støtte af udviklingen af deres alkaliske elektrolysecelle¹³⁸.

¹²⁵ En strategi for brint med henblik på et klimaneutralt Europa, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf.

¹²⁶ Desuden vil det frem til 2030 være nødvendigt med et beløb på mellem 220 mia. EUR og 340 mia. EUR for at opskalere og tilslutte sol- og vindenergigeneratorer på 80-120 GW til elektrolysecellerne for at levere den påkrævede elektricitet.

¹²⁷ Fra brintstrategien: baseret på omkostningsvurderinger foretaget af IEA, IRENA og BNEF. Elektrolysecelleomkostningerne forventes at falde fra 900 EUR/kW til 450 EUR/kW eller mindre i perioden efter 2030 og 180 EUR/kW efter 2040. Omkostningerne til CO₂-opsamling og -lagring får omkostningerne til omformning af naturgas til at stige fra 810 EUR/kWh₂ til 1 512 EUR/kWh₂. For 2050 anslås omkostningerne til 1 152 EUR/kWh₂ (IEA, 2019).

¹²⁸ Det aktuelle tekniske niveau for en alkalisk elektrolysecelles effektivitet ligger på omkring 50 kWh/kgH₂ (ca. 67 % baseret på brints nedre brændværdi) og 55 kWh/kgH₂ (ca. 60 % baseret på brints nedre brændværdi) for PEM-elektrolyse. Energiforbruget for SOE er lavere (i en størrelsesorden af 40 kWh/kgH₂), men en varmekilde er påkrævet for at kunne levere de nødvendige høje temperaturer (> 600 °C), https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/MAWP%20final%20version_endorsed%20GB%2015062018%20%28ID%203712421%29.pdf.

¹²⁹ <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/hydrogen-production-costs-using-natural-gas-in-selected-regions-2018-2>. Oprindeligt tal 1,7 USD — omregningssats anvendt: (1 EUR = 1,18 USD).

¹³⁰ Det Internationale Energiagentur, Hydrogen Outlook, juni 2019, s. 32 — 2018-skøn.

¹³¹ COM(2020) 301 final.

¹³² Henviser til brint baseret på fossile brændstoffer med CO₂-opsamling, hvilket hører under brint baseret på fossile brændstoffer, men her opsamles de udledte drivhusgasser som led i brintproduktionsprocessen.

¹³³ Henviser til brint produceret ved hjælp af en række forskellige processer med fossile brændstoffer som råmateriale COM(2020) 301 final.

¹³⁴ JRC 2020, "Current status of Chemical Energy Storage Technologies", s. 63.

https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current_status_of_chemical_energy_storage_technologies.pdf.

¹³⁵ Sammenlignet med i alt 472 mio. EUR for FCH JU-finansiering og 439 mio. EUR for andre finansieringskilder.

¹³⁶ Dette omfatter både private og offentlige midler.

¹³⁷ JRC 2020 "Current status of Chemical Energy Storage Technologies", s. 63 https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current_status_of_chemical_energy_storage_technologies.pdf.

¹³⁸ Yoko-moto, K., Country Update: Japan, in 6th International Workshop on Hydrogen Infrastructure and Transportation, 2018.

Asien (hovedsagelig Kina, Japan og Sydkorea) har en dominerende position for så vidt angår det samlede antal patentansøgninger i perioden fra 2000-2016 for brint, elektrolyseceller og grupperinger af brændselsceller. Ikke desto mindre klarer EU sig rigtig godt og har anmeldt det største antal patentfamilier af "høj værdi" inden for områderne brint og elektrolyseceller. Japan har imidlertid anmeldt det største antal patentfamilier af "høj værdi" inden for området brændselsceller.

Værdikæde: De vigtigste teknologier for vandelektrolyse er alkalisk elektrolyse (AEL), polymer-elektrolyt-membran elektrolyse (PEMEL) og fast-oxid elektrolyse (SOEL)¹³⁹:

- AEL er en moden teknologi med driftsomkostninger, som drives af el-omkostninger og høje kapitaludgifter. Forskningsmæssige udfordringer er højtryksdrift og koblingen med dynamiske belastninger.
- PEMEL kan nå væsentligt højere strømtætheder¹⁴⁰ end AEL og SOEL og har potentiale til yderligere at reducere kapitalomkostningerne. I de senere år er der blevet installeret store (MW-skala) anlæg i EU (i Tyskland, Danmark og Nederlandene), hvilket har gjort det muligt for EU at vinde terræn på AEL-området. Det er en markedsparat teknologi med forskning, som hovedsagelig fokuserer på at øge den luftrelaterede effekttæthed, mens der garanteres en samtidig reduktion af anvendelsen af kritiske råmaterialer¹⁴¹ og holdbarhedsegenskaber.
- SOEL udviser størst effektivitet. Anlæggene er imidlertid relativt mindre, almindeligvis fortsat inden for effektintervallet på 100 kW, kræver stabil drift og skal kobles til varmekilder¹⁴². Overordnet set befinder SOEL sig stadig i udviklingsfasen, selv om det er muligt at bestille produkter på markedet.

I 2019 havde EU installeret en vandelektrolysekapacitet på ca. 50 MW¹⁴³ (omkring 30 % AEL og 70 % PEMEL), hvoraf ca. 30 MW var beliggende i Tyskland i 2018¹⁴⁴.

AEL har ingen kritiske komponenter i sin værdikæde. Takket være tekniske ligheder med sektoren for elektrolyse af alkaliske klorider, som anvender meget større anlæg, kan AEL-teknologien udnytte den teknologiske overlapning og drage fordel af veletablerede værdikæder¹⁴⁵. PEMEL og SOEL deler nogle omkostninger og forsyningsrisici med de respektive værdikæder for brændselsceller¹⁴⁶. Dette gælder navnlig for kritiske råmaterialer¹⁴⁷ i tilfælde af PEMEL og sjældne jordarter i tilfælde af SOEL.

¹³⁹ En ny type højtemperatur-elektrolysecelle med et meget lavt teknologisk parathedsniveau (TRL) er under udvikling: proton-keramiske elektrolyseceller (PCEL) med den potentielle fordel at kunne producere ren, tør brint under tryk ved elektrolysecellens maksimumstryk i modsætning til andre teknologier for elektrolyseceller.

¹⁴⁰ Elektrolyse er en overfladebaseret proces. Derfor kan opskalering af en elektrolysestak ikke drage fordel af et gunstigt forhold mellem overfladeareal og volumen, som det er tilfældet for volumenbaserede processer. Alt andet lige vil en fordobling eller tredobling af størrelsen af en elektrolysestak næsten fordoble eller tredoble investeringsomkostningerne med begrænsede direkte besparelser som et resultat af denne opskalering. Det er derfor, at den øgede arealrelaterede effekttæthed, der er tilladt i PEMEL-tilgangen, er relevant. Opnåelse af en højere brintproduktion for et givent overfladeområde af elektrolysecellen reducerer kapitalomkostningerne og anlæggets samlede fodaftryk.

¹⁴¹ Hovedsagelig platinmetaller (PGM'er), især iridium.

¹⁴² Formålet med et nyligt påbegyndt europæisk projekt er at installere 2,5 MW i et industrielt miljø.

¹⁴³ <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a02a0c80-77b2-462e-a9d5-1099e0e572ce/IEA-Hydrogen-Project-Database.xlsx>.

¹⁴⁴ <https://www.dwv-info.de/wp-content/uploads/2015/06/DVGW-2955-Brosch%C3%BCre-Wasserstoff-RZ-Screen.pdf>.

¹⁴⁵ <https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Evidence%20Report%20v4.pdf>.

¹⁴⁶ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC118394>.

¹⁴⁷ Iridium er i øjeblikket kun afgørende for PEM-elektrolyse, men ikke for brændselscellesystemer. Da det er en af de mest sjældne elementer i jordskorpen, er det sandsynligt, at ethvert pres, som måtte blive skabt af en øget yderligere efterspørgsel, vil have kraftige følgevirkninger for tilgængelighed og pris.

PEMEL skal kunne modstå korrosive miljøer og kræver derfor brugen af dyrere materialer som f.eks. titanium til bipolare plader. De primære systemomkostningsbidragydere er elektrolysestakken¹⁴⁸ (40-60 %) efterfulgt af effektelektronik (15-21 %). De kernekomponenter, der øger stakomkostningerne, er de lag af membranelektrodesamlinger (MEA'er), som indeholder ædle metaller¹⁴⁹. Cellekomponenter baseret på sjældne jordarter, der anvendes til SOEL-elektroder og -elektrolyt er de vigtigste bidragsydere til stakomkostninger. Det anslås, at stakke tegner sig for omkring 35 % af de samlede SOEL-systemomkostninger¹⁵⁰.

Det globale marked: Europæiske virksomheder er godt positioneret til at profitere af markedsvækst. EU har producenter af alle de tre vigtigste elektrolysecelleteknologier¹⁵¹ og er den eneste region, der tilbyder et veldefineret markedsprodukt for SOEL. De andre aktører er beliggende i Det Forenede Kongerige, Norge, Schweiz, USA, Kina, Canada, Rusland og Japan.

Den globale omsætning for vandelektrolysesystemer anslås i øjeblikket at ligge på mellem 100 mio. EUR og 150 mio. EUR om året. Ifølge 2018-skøn vil vandelektrolyseproduktionen kunne nå en kapacitet på 2 GW pr. år (globalt) inden for en meget kort tidshorisont (et til to år). Europæiske producenter kunne potentielt levere omkring en tredjedel af denne forøgede globale effekt¹⁵².

Målet for EU's brintstrategi er at opnå en betydelig kapacitet til produktion af brint inden 2030. Det vil kræve en kæmpe indsats at opskalere fra den vandelektrolysekapacitet på 50 MW, der er installeret i øjeblikket, til 40 GW inden 2030 i forbindelse med opbygningen af den kapacitet, der er nødvendig for en bæredygtig værdikæde i EU. Denne indsats bør baseres på det innovationspotentiale, der tilbydes af hele spektret af elektrolysecelleteknologier, og på den førerposition, som EU-virksomheder har inden for elektrolyse i forbindelse med alle teknologitilgange langs hele værdikæden, fra komponentforsyningen til den endelige integrationsevne. Der forventes væsentlige omkostningsreduktioner som følge af opskaleringen af den industrielle produktion af elektrolyseceller.

3.5 Batterier

Batterier er en vigtig katalysator for omstillingen til den klimaneutrale økonomi, som vi sigter mod at nå senest i 2050, for udrulningen af ren mobilitet og for energilagringen med henblik på at muliggøre integrationen af stigende andele af variable vedvarende energikilder. Denne analyse fokuserer primært på litium ion-batteriteknologi (Li-ion). Det er der flere grunde til:

- denne teknologis meget fremskredne tilstand og dens markedsparathed
- dens høje "rundturseffektivitet"
- dens betydelige forventede efterspørgsel og

¹⁴⁸ En stak er summen af alle cellerne.

¹⁴⁹ <https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Evidence%20Report%20v4.pdf>.

¹⁵⁰ https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/16014_h2_production_cost_solid_oxide_electrolysis.pdf.

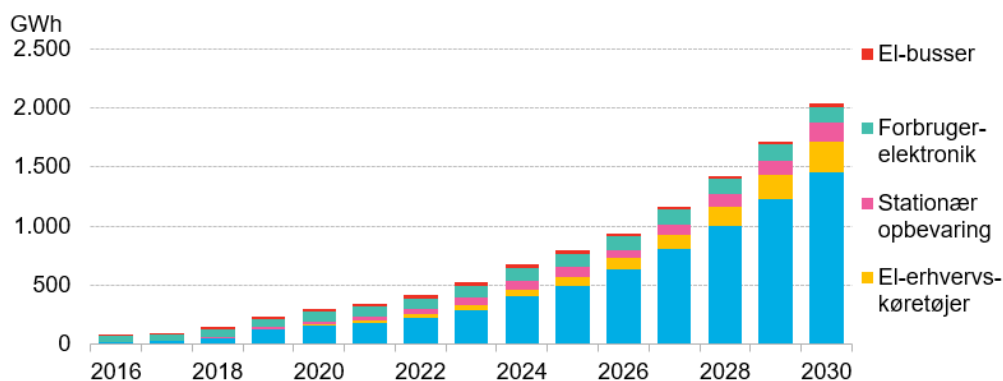
¹⁵¹ AEL leveres af ni EU-producenter (fire i Tyskland, to i Frankrig, to i Italien og en i Danmark), to i Schweiz og en i Norge, to i USA, tre i Kina og tre i andre lande (Canada, Rusland og Japan). PEMEL leveres af seks EU-leverandører (fire i Tyskland, en i Frankrig og en i Danmark), en leverandør fra Det Forenede Kongerige og en fra Norge, to leverandører fra USA og to leverandører fra andre lande. SOEL leveres af to leverandører fra EU (Tyskland og Frankrig).

¹⁵² https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/1-nip-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie/181204_bro_a4_indwede-studie_kurzfassung_en_v03.pdf.

- den forventede bredere anvendelse, hvad enten det er i elektriske køretøjer, fremtidige elektriske (marine og luftbårne) fartøjer og andre industrielle applikationer, hvilket indebærer betydelige markedsmuligheder.

Teknologi: Den globale efterspørgsel efter litium-ion-batterier forventes at stige fra ca. 200 GWh i 2019 til omtrent 800 GWh i 2025 og at overstige 2 000 GWh inden 2030. Under det mest optimistiske scenarie vil den kunne nå op på 4 000 GWh inden 2040¹⁵³.

Figur 12 Historisk og forventet årlig efterspørgsel efter litium-ion-batterier, efter anvendelsesformål



Kilde 12 Bloomberg Long-Term Energy Storage Outlook, 2019: Bloomberg NEF, Avicenne for consumer electronics

Den forventede vækst, hovedsagelig baseret på elkøretøjer (navnlig passagerkøretøjer), kommer fra de markante teknologiske forbedringer, der forventes, og yderligere fald i omkostningerne. Priserne på litium-ion-batterier, som lå over 1 100 USD/kWh i 2010, er faldet med 87 % i faste priser til 156 USD/kWh i 2020¹⁵⁴. Inden 2025 forventes gennemsnitspriserne at ligge tæt på 100 USD/kWh¹⁵⁵. Hvad angår ydeevne, er litium-ion-batteriers energidensitet steget væsentligt i de senere år, hvor der er sket en tredobling siden kommercialiseringen heraf i 1991¹⁵¹. Yderligere potentiale for optimering forventes med den nye generation af litium-ion-batterier¹⁵⁶.

Værdikæde: Figur 14 viser værdikæden for batterier sammen med EU's position i de forskellige segmenter. EU's industri investerer i minedrift, produktion og forarbejdning af råmaterialer og avancerede materialer (katode-, anode- og elektrolytmaterialer) samt i moderne produktion af celler, enheder og batterier. Målet er at blive mere konkurrencedygtig i kraft af kvalitet, målestok og navnlig bæredygtighed.

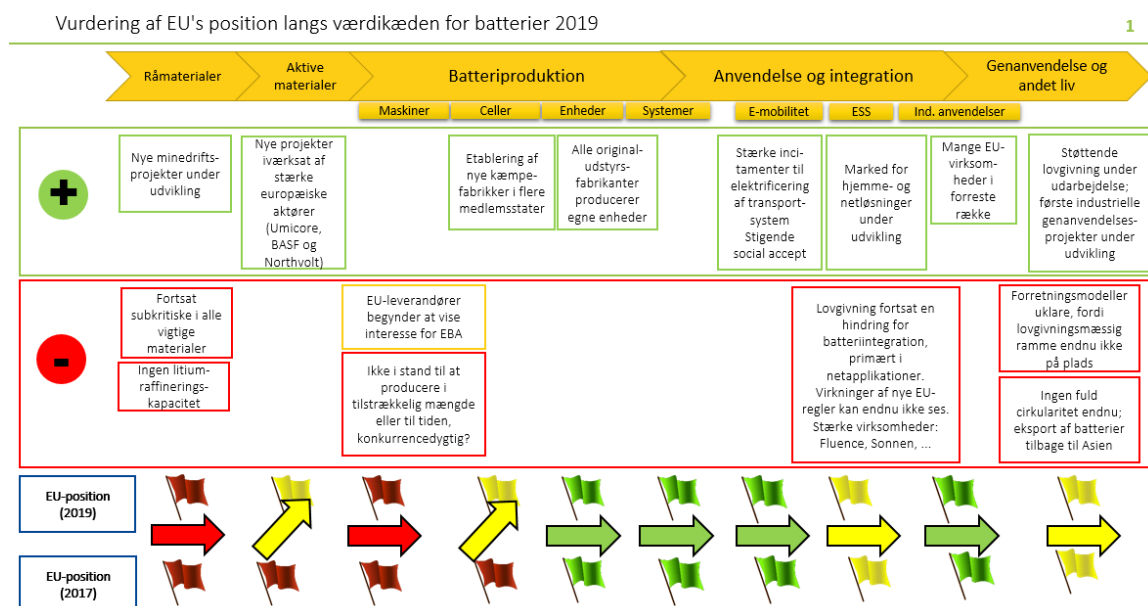
¹⁵³ Kilde: JRC Science for Policy Report: Tsiropoulos I., Tarvydas D., Lebedeva N., Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications — Scenarios for costs and market growth, EUR 29440 EN, Den Europæiske Unions Publikationskontor, Luxembourg, 2018, doi:10.2760/87175.

¹⁵⁴ L. Trahey, F.R. Brushetta, N.P. Balsara, G. Cedera, L. Chenga, Y.-M. Chianga, N.T. Hahn, B.J. Ingrama, S.D. Minter, J.S. Moore, K.T. Mueller, L.F. Nazar, K.A. Persson, D.J. Siegel, K. Xu, K.R. Zavadil, V. Srinivasan, og G.W. Crabtree, "Energy storage emerging: A perspective from the Joint Center for Energy Storage Research", PNAS, 117 (2020) 12550-12557.

¹⁵⁵ BNEF 2019 Battery Price Survey.

¹⁵⁶ Forthcoming JRC (2020) Technology Development Report LCEO: Battery storage.

Figur 13 Vurdering af EU's position langs værdikæden for batterier, 2019



Kilde 13 InnoEnergy (2019).

Det globale marked: Det globale marked for litium-ion-batterier til elbiler har i øjeblikket en værdi på 15 mia. EUR/år (hvoraf EU tegner sig for 450 mio. EUR/år (2017)¹⁵⁷). Ifølge et konservativt skøn vil markedet være 40-55 mia. EUR/år i 2025 og 200 mia. EUR/år i 2040¹⁵⁸. I 2018 havde EU kun ca. 3 % af den globale produktionskapacitet af litium-ion-celler, mens Kina havde ca. 66 %¹⁵⁹. Den europæiske industri blev opfattet som værende stærk i de værdidrevne segmenter i de efterfølgende led af værdikæden, f.eks. fremstilling og integration af batterienheder samt genanvendelse af batterier, og generelt svag i de omkostningsdrevne segmenter i de foregående led af værdikæden såsom materialer, komponenter og fremstilling af battericeller^{160,161}. Det marine batterimarked er voksende og skønnes at være mere end 800 mio. EUR/år værd inden 2025, heraf mere end halvdelen i Europa, og er en teknologisk sektor, hvor Europa i øjeblikket har en førerposition¹⁶².

Under anerkendelse af EU's presserende behov for at genoprette konkurrencedygtigheden på batterimarkedet lancerede Kommissionen den europæiske batterialliance i 2017 og vedtog en strategisk handlingsplan for batterier i 2018¹⁶³. Dette er en omfattende politisk

¹⁵⁷ https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc114616_li-ion_batteries_two-pager_final.pdf.

¹⁵⁸ Bloomberg Long Term Energy Storage Outlook 2019, s. 55-56.

¹⁵⁹ Manufacturing capacity; Bloomberg Long-Term Energy Storage Outlook, 2019, s. 55-56.

¹⁶⁰ JRC Science for Policy report: Steen M., Lebedeva N., Di Persio F., Boon-Brett L., EU Competitiveness in Advanced Li-ion Batteries for E-Mobility and Stationary Storage Applications — Opportunities and Actions, EUR 28837 EN, Den Europæiske Unions Publikationskontor, Luxembourg, 2017 doi:10.2760/75757.

¹⁶¹ JRC Science for Policy report: Lebedeva, N., Di Persio, F., Boon-Brett, L., Lithium ion battery value chain and related opportunities for Europe, EUR 28534 EN, Den Europæiske Unions Publikationskontor, Luxembourg, 2016, doi:10.2760/6060.

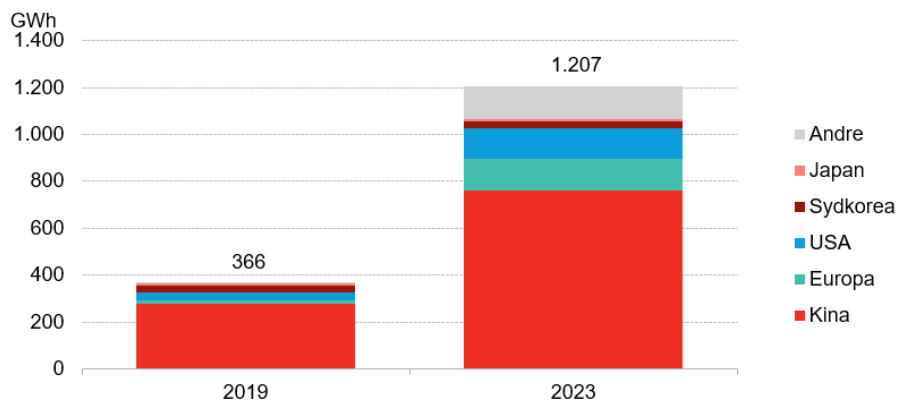
¹⁶² <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/marine-battery-market-210222319.html>.

¹⁶³ COM(2019) 176, Rapport om gennemførelsen af den strategiske handlingsplan om batterier: Opbygning af en strategisk batteriværdikæde i Europa. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2019/EN/COM-2019-176-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF>.

Foranstaltningerne omfatter a) styrkelse af Horisont 2020-programmet ved hjælp af yderligere midler til forskning i batterier, b) etablering af en specifik teknologiplatform, den europæiske teknologi- og innovationsplatform (ETIP), "Batteries Europe", som skal varetage koordineringen af FoUoI-indsatsen på regionalt, nationalt og europæisk plan, c) udarbejdelse af specifikke instrumenter til det kommende rammeprogram for forskning og innovation Horisont Europa, d) udarbejdelse af en ny forordning om bæredygtighed og e) stimulering af

ramme med lovgivningsmæssige og finansielle instrumenter til at støtte oprettelsen af et komplet økosystem i Europa for batteriværdikæden. Samtidig er producenter af batterier og battericeller i stor skala i gang med at etablere nye produktionsanlæg (f.eks. Northvolt). I øjeblikket er der annonceret investeringer i op til 22 batterifabrikker (hvoraf enkelte er under opførelse) med en forventet kapacitet på 500 GWh inden 2030¹⁶⁴.

Figur 14 Produktionskapacitet for litium-ion-celler efter anlægsplaceringsregion



Kilde 14 BloombergNEF, 2019

EU har styrker, som der kan bygges videre på for at indhente efterslæbet i batteriindustrien, navnlig med hensyn til avancerede materialer og kemiske stoffer til batterier samt genanvendelse, hvor banebrydende EU-lovgivning har gjort det muligt at udvikle en velstruktureret industri. Batteridirektivet er i øjeblikket ved at blive revideret. Men for at opnå en betydelig markedsandel af det nye og hurtigt voksende marked for genopladelige batterier er der behov for en vedholdende indsats i en udvidet periode for at sikre flere investeringer i produktionskapacitet. Dette skal støttes af forskning og innovation for at forbedre batteriernes ydeevne, samtidig med at det garanteres, at de lever op til kvalitets- og sikkerhedsstandarder på EU-plan samt for at garantere tilgængeligheden af råmaterialer og forarbejdede materialer og genbrug eller genanvendelse samt bæredygtigheden i hele batteriværdikæden. Der er også behov for en ny omfattende EU-lovgivningsramme, som fastsætter solide standarder for ydeevnen og bæredygtigheden af de batterier, der markedsføres på EU-markedet. Dette vil hjælpe industrien med at planlægge investeringer og sikre høje standarder for bæredygtighed i overensstemmelse med målsætningerne i den europæiske grønne pagt. Et kommissionsforslag vil blive vedtaget snart.

Mens forbedringen af positionen inden for litium-ion-teknologi sandsynligvis vil være en vigtig interessestrøm i de næste årtier, er der også et behov for at se nærmere på andre nye og lovende batteriteknologier (såsom all-solid state-, post Li-ion- og redox flow-teknologierne). Disse er vigtige for applikationer, hvis krav ikke kan opfyldes af litium-ion-teknologi.

investeringer via et vigtigt projekt af fælleseuropæisk interesse (IPCEI). Pressemeddelelse IP/19/6705, "Statsstøtte: Kommissionen godkender syv medlemsstaters offentlige støtte på 3,2 mia. EUR til et paneuropæisk forsknings- og innovationsprojekt i alle segmenter af værdikæden for batterier", 9. december 2019. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6705.

¹⁶⁴ EBA 2020.

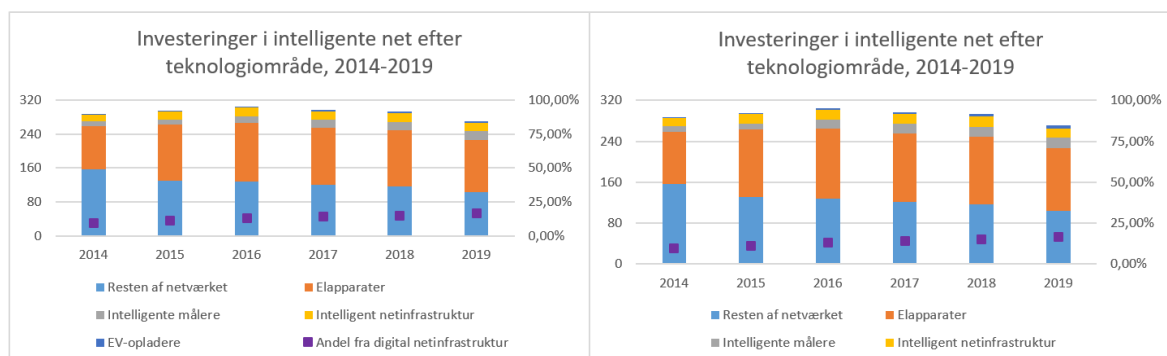
3.6 Intelligente elektricitetsnet

Elektrificeringen øges i alle scenarier for 2050¹⁶⁵, så et intelligent elektricitetssystem er afgørende, hvis EU skal leve op til ambitionerne i den grønne pagt. Et intelligent system muliggør en mere effektiv integration af stigende andele af vedvarende elektricitetsproduktion og øget lagring af elektricitet og/eller forbrugsenheder (f.eks. elkøretøjer) i energisystemet. Det samme gælder for det voksende antal enheder, der kører på elektricitet, f.eks. elkøretøjer. Ved hjælp af omfattende kontrol og overvågning af nettet skaber intelligente systemer også værdi ved at reducere behovet for begrænsninger af elektricitet fra vedvarende energikilder og muliggør konkurrencedygtige og innovative energitjenester til forbrugerne. Ifølge IEA ville investeringer i øget digitalisering reducere begrænsningen i Europa med 67 TWh inden 2040¹⁶⁶. Alene i Tyskland udgjorde begrænsningen 6,48 TWh i 2019, mens netstabiliseringsforanstaltninger koster 1,2 mia. EUR¹⁶⁷. Sådanne systemer skal være cybersikre, hvilket kræver sektorspecifikke foranstaltninger¹⁶⁸.

Investeringer i digital netinfrastruktur er domineret af hardware såsom intelligente målere og ladestationer til elbiler. I Europa forblev investeringerne på et stabilt niveau i 2019 med omtrent 42 mia. EUR¹⁶⁹, hvoraf en større andel blev anvendt til opgradering og renovering af den eksisterende infrastruktur.

Figur 15 (venstre) Globale investeringer i intelligente net efter teknologiområde, 2014-2019¹⁷⁰ (mia. USD)

Figur 16 (højre) Investeringer i intelligente net foretaget af europæiske transmissionssystemoperatører i de senere år, efter kategori (2018)¹⁷¹



¹⁶⁵ "Andelen af elektricitet i den endelige energiefteerspørgsel vil mindst være fordoblet (53 %), og elektricitetsproduktionen vil øges betydeligt for at nedbringe drivhusgasemissionerne til nul — dvs. op til 2,5 gange det aktuelle niveau afhængig af de muligheder, der vælges for energiomstillingen", meddelelse om "En ren planet for alle — En europæisk strategisk og langsigtet vision for en fremgangsrig, moderne, konkurrencedygtig og klimaneutral økonomi", s. 9.

¹⁶⁶ Med efterspørgselsreaktion, som tegner sig for 22 TWh og lagring, som tegner sig for 45 TWh — <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>.

¹⁶⁷ Inklusive omkostninger til begrænsning, omfordeling og indkøb af reserveeffekt. Disse omkostninger er højere i Tyskland end nogen andre steder i Europa, men giver ikke desto mindre en god indikation af de omkostninger, der er forbundet med begrænsningen. Zahlen zu Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen — Gesamtjahr 2019, BNetzA, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Netz_Systemsicherheit/Netz_Systemsicherheit_node.html, s. 3.

¹⁶⁸ Navnlig realtidskrav (f.eks. skal en kredsløbsafbryder reagere inden for få millisekunder), kaskadevirkninger og blandingen af gamle teknologier og intelligente/avancerede teknologier. Se Kommissionens henstilling om cybersikkerhed i energisektoren, C(2019) 2400 final.

¹⁶⁹ Kildetallet er 50 mia. USD, <https://www.iea.org/reports/tracking-power-2020>.

¹⁷⁰ <https://www.iea.org/reports/tracking-energy-integration-2020/smart-grids>.

¹⁷¹ <https://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/publications/dsoobservatory2018.pdf>.

Hovedkilden i forbindelse med støtte til FoI-investeringer i intelligente net på EU-plan er Horisont 2020, som ydede næsten 1 mia. EUR i støtte mellem 2014 og 2020. 100 mio. EUR blev investeret i specifikke digitaliseringsprojekter, og mange andre intelligente netprojekter tildeler en betydelig andel af deres budget til digitalisering¹⁷². Figure 16 viser, at offentlige investeringer i intelligente net, herunder dem, der er etableret gennem Horisont 2020, tegner sig for en væsentlig del af transmissionssystemoperatørernes samlede investeringer. Det er værd at bemærke, at transmissionssystemoperatørernes budgetter til forskning og innovation er lave, dvs. omkring 0,5 % af deres årlige budget^{173,174}.

TEN-E-forordningen støtter også investeringer i intelligente elektricitetsnet som en af de 12 prioritetsområder, men investeringer i (grænseoverskridende) intelligente net vil kunne have gavn af højere niveauer af støtte fra regulerende myndigheder gennem inkorporering i nationale netudviklingsplaner og berettigelse til finansiel EU-bistand i form af tilskud til undersøgelser og anlægsprojekter samt innovative finansielle instrumenter under Connecting Europe-faciliteten (CEF). Fra 2014 til 2019 har CEF ydet op til 134 mio. EUR i finansiel bistand i forbindelse med forskellige intelligente elnetprojekter på tværs af EU.

De følgende to nøgleteknologier vurderes mere detaljeret: Systemer med højspændingsjævnstrøm (HVDC) og digitale løsninger til netdrift og integration af vedvarende energi.

i) Systemer med højspændingsjævnstrøm

Teknologi: Større efterspørgsel efter omkostningseffektive løsninger til transport af el over lange afstande, i EU navnlig med henblik på at transportere strøm produceret af havvindmøller til land, øger efterspørgslen efter HVDC-teknologier. Ifølge Guidehouse Insights vil det europæiske marked for HVDC-systemer vokse fra 1,54 mia. EUR i 2020 til 2,74 mia. EUR i 2030 med en vækstrate¹⁷⁵ på 6,1 %^{176,177}. Det globale marked forventes at være ca. 12,5 mia. EUR (2020), og de vigtigste investeringer i HVDC vil finde sted i Asien, hvor en stor del af markedet udgøres af Ultra-HVDC¹⁷⁸. HVDC-udstyr er meget dyrt, og derfor er projekter med henblik på etablering af HVDC-forbindelser meget omkostningskrævende. I lyset af HVDC-systemers teknologiske kompleksitet udføres installationen heraf generelt af producenterne¹⁷⁹.

Værdikædeanalyse: Værdikæden for HVDC-net kan opdeles i overensstemmelse med de forskellige hardwarekomponenter, der er nødvendige for at etablere en HVDC-

¹⁷² Skønnes at være mindst halvdelen af den samlede støtte under Horisont 2020 til intelligente net.

¹⁷³ Dette underbygges yderligere af tal for delmarkeder som omhandlet i CETTIR (SWD(2020) 953), se afsnit 3.17.

¹⁷⁴ ENTSO-E RDI Roadmap 2020-2030, juli 2020, s. 25.

¹⁷⁵ Vækstrater i dette kapitel rapporteres som samlede årlige vækstrater (CAGR).

¹⁷⁶ Guidehouse Insights (2020) Advanced Transmission & Distribution Technologies Overview. Hentet på <https://guidehouseinsights.com/reports/advanced-transmission-and-distribution-technologies-overview>.

¹⁷⁷ EU's energimodeller (f.eks. Primes) modellerer ikke HVDC særskilt, så der findes ingen langsigtede tal. Det ligger imidlertid fast, at der forventes en stadig vækst på HVDC-markedet, navnlig i betragtning af væksten på offshoreenergimarkedet.

¹⁷⁸ UHVDC anvendes ikke i EU. Det kan navnlig bruges til at transportere el over meget lange afstande, hvilket er mindre vigtigt i EU. UHVDC er også mindre attraktivt i EU, idet godkendelsesprocessen er vanskeligere, f.eks. fordi transmissionstårnene er højere end normale transmissionstårne til højspændingsledninger. Det globale marked for UHVDC anslås til 6,5 mia. EUR, fortrinsvis i Kina.

¹⁷⁹ Til sammenligning leveres nøglefærdige HVAC-systemer ofte af ingeniør-, indkøbs- og byggefirmaer.

forbindelse¹⁸⁰. Omformere (ca. 32 %) og kabler (ca. 30 %) tegner sig for størstedelen af omkostningerne i forbindelse med HVDC-systemer¹⁸¹. I værdikæden for omformerstationer spiller effektelektronik¹⁸² en vigtig rolle med henblik på at fastslå udstyrets effektivitet og størrelse. Energispecifikke applikationer udgør kun en lille del af det globale marked for elektroniske komponenter¹⁸³, men offshoren et og vindmøller er afhængige af, at de fungerer godt under offshoreforhold. FoI-investeringer i HVDC-teknologier er overvejende private. Offentlig finansiering på EU-plan gennem Horisont 2020 ligger på et moderat niveau, men har fået et løft af det nyligt afsluttede Promotion-projekt¹⁸⁴.

Det globale marked: Det globale HVDC-marked styres primært af tre virksomheder, nemlig Hitachi ABB Power Grids, Siemens og GE¹⁸⁵. Siemens og Hitachi ABB Power Grids har omkring 50 % af markedet i de fleste markedssegmenter, mens kabelvirksomheder¹⁸⁶ sidder på ca. 70 % af markedet i EU, og de vigtigste konkurrenter er japanske. I Kina er det en anden leverandør, China XD Group, som dominerer markedet.

Indtil nu har leverandørerne solgt nøglefærdige systemer uafhængigt, idet de blev installeret som punkt-til-punkt-HVDC-forbindelser. I det fremover mere sammenkoblede offshoren et vil det være nødvendigt at forbinde HVDC-systemer fra forskellige producenter med hinanden. Dette skaber teknologiske udfordringer med at bevare netkontrollen¹⁸⁷ og især sikre interoperabiliteten mellem HVDC-udstyr og -systemer. Da alle komponenter skal installeres på offshoreplatforme, er det desuden vigtigt at reducere deres størrelse, og der er behov for at udvikle effektelektroniske løsninger specifikt til offshoreenergiapplikationer.

ii) Digitale løsninger til netdrift og integration af vedvarende energi

Teknologi og værdikæde: Markedet for netstyringsteknologier forventes at vokse meget hurtigt. IEA har anslået de potentielle besparelser fra disse specifikke teknologier til næsten 20 mia. USD på globalt plan i omkostningsreduktion ved drift og vedligeholdelse og næsten 20 mia. USD i undgåede netinvesteringer¹⁸⁸. Markedet består af forskellige

¹⁸⁰ Store komponenter til omformerstationer omfatter transformere, omformere, afbrydere og effektelektronik, som anvendes til at omforme fra vekselstrøm til jævnstrøm og tilbage igen. Linjekommutterede omformere (LCC'er), også kendt som strømkildeomformere (CSC'er) og spændingskildeomformere (VSC'er) er de primære kommercielle HVDC-omformerteknologier. Både LCC- og VSC-stationer, som er mere komplekse end HVAC-transformerstationer, er også dyrere¹⁸⁰. Til trods for integrationen af fælles teknologier er HVDC-transformere og -omformerstationer ikke standardiserede, og konstruktion og omkostninger er stærkt afhængige af lokale projektspecifikationer.

¹⁸¹ I EU er udgifterne til kabler typisk højere: Rapport om konkurrenceevne udarbejdet af ASSET for EU-Kommissionen.

¹⁸² Effektelektronik er en essentiel teknologi med henblik på at integrere produktion og forbrug af jævnstrøm (DC), som anvendes i mange dele af det (fremtidige) energisystem, f.eks. solcelleanlæg, vindmøller, batterier og HVDC-omformere. Effektelektronisk teknologi er baseret på halvlederteknologi og gør det muligt at kontrollere spænding eller strøm, f.eks. for at styre nettet og omforme elektricitet mellem vekselstrøm og jævnstrøm. Dette emne kunne derfor adresseres i mange dele af denne rapport, men på grund af en specifik udfordring, som vedrører offshorevind og -net, behandles det her.

¹⁸³ Det samlede marked for effektelektronik, dvs. passive, aktive elektromekaniske komponenter, blev anslået til 316 mia. EUR i 2019: Markedsandel for globalt aktive elektroniske komponenter, efter slutbruger, 2018. www.grandviewresearch.com.

¹⁸⁴ <https://www.promotion-offshore.net/>.

¹⁸⁵ Guidehouse Insights (2020) *Advanced Transmission & Distribution Technologies Overview*. Hentet på <https://guidehouseinsights.com/reports/advanced-transmission-and-distribution-technologies-overview>.

¹⁸⁶ Prysmian, Nexans og NKT Cables er de tre største europæiske kabelvirksomheder.

¹⁸⁷ Nøgleteknologier på dette område omfatter netdannende omformere og DC-kredsløbsafbrydere.

¹⁸⁸ <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>.

teknologier og tjenester i en værdikæde, som er vanskelig at adskille klart, og de synes at integrere med hinanden i takt med det stigende behov for integrerede løsninger for at styre lagring, efterspørgselsreaktion, distribuerede vedvarende energikilder og selve nettet. Denne rapport fremhæver to aspekter.

Software- og databaserede energitjenester, som er vigtige for at kunne optimere integrationen af vedvarende energikilder, herunder på lokalt plan, ved hjælp af fjernstyring af forskellige teknologier, navnlig vedvarende energikilder og virtuelle kraftværker¹⁸⁹. Det er et hastigt voksende marked, som forventes at vokse fra 200 mio. EUR (globalt¹⁹⁰) i 2020 til 1 mia. EUR i 2030^{191,192}. Det danner basis for en ny industri, som leverer energitjenesteydelser til energivirksomheder (herunder netoperatører) samt til energiforbrugere i virksomheder og husstande. Takket være en kombination af stigende andele af vedvarende energikilder og markedsunderstøttende politikker har Europa været drivkraften bag markeder for virtuelle kraftværker og tegnet sig for næsten 45 % af de globale investeringer i 2020. Størstedelen heraf i Nordvesteuropa, herunder de nordiske lande. I Europa forventes Tyskland at sætte sig på omkring en tredjedel af den årlige kapacitet på det samlede marked for virtuelle kraftværker inden 2028.

Digitale teknologier for forbedret netdrift og -vedligeholdelse, hvilket er et marked der særligt fokuserer på netoperatører. Det er også et voksende marked, som forventes at nå 0,2 mia. EUR i EU inden 2030 for softwareplatforme til prædiktiv vedligeholdelse og 1,2 mia. EUR for tingenes internet (IoT)-sensorer. IoT-markedet forventes at vokse med 8,8 % mellem 2020 og 2030.

Det globale marked: EU har en stærk position på begge markeder. Mange af de globale virksomheder er europæiske (Schneider Electric SE og Siemens). Konkurrencen er størst fra amerikanske virksomheder, herunder flere innovative nystartede virksomheder. Markedet for tingenes internet-sensorer og hardwareudstyr til overvågning består af adskillige store aktører med brede porteføljer og dusinvis af små og mellemstore virksomheder på nichemarkeder. En håndfuld globale virksomheder (Hitachi ABB¹⁹³, IBM, Schneider Electric SE, Oracle, GE, Siemens og C3.ai) dominerer markedet for softwareløsninger, som er vanskeligt for nye aktører at komme ind på. Det globale marked for digitale tjenesteydelser er vist i figur 17.

Figur 17: Nøglemarkedsaktører og markedsandel for digitale tjenester, Global, 2020

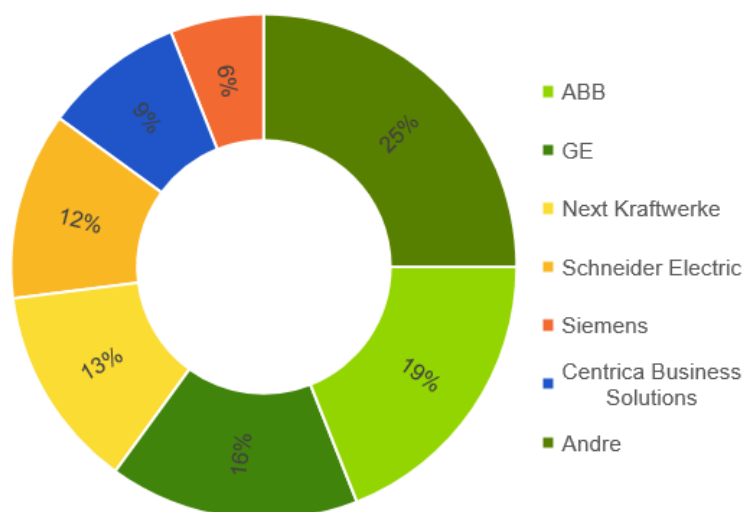
¹⁸⁹ Dette omfatter et system til styring af distribuerede energiressourcer (DERMS), virtuelle kraftværker og analyse af distribuerede energiressourcer (DER). Se afsnit 3.17.4 i CETTIR (SWD(2020) 953) for en mere detaljeret beskrivelse.

¹⁹⁰ Der foreligger desværre ikke tal for EU.

¹⁹¹ Rapport om konkurrenceevne udarbejdet af ASSET for EU-Kommissionen — kapitel 10.3.2 Grid management (Digital Technologies)

¹⁹² Der er betydelige markeder, hvilket bliver klart ved at sammenligne dette med mere etablerede markeder såsom EU's marked for energistyringssystemer i bygninger (BEMS), som har en størrelsesorden af 1,2 mia. EUR i 2020 (kilde: Rapport om konkurrenceevne udarbejdet af ASSET for EU-Kommissionen). I afsnit 3.17.4 i CETTIR (SWD(2020) 953) er denne teknologi beskrevet sammen med energistyringssystemet i hjemmet (HEMS) og markedet for energiaggregatører. Disse markeder vil også kunne forventes at blive integreret langsomt i de markeder, der er beskrevet her.

¹⁹³ Konsekvenserne af frasalg af ABB Power Grids til Hitachi (<https://new.abb.com/news/detail/64657/abb-completes-divestment-of-power-grids-to-hitachi>) mangler fortsat at blive analyseret yderligere.



Kilde 15 ASSET-undersøgelse om konkurrenceevne

Adskillige olie- og gas- samt andre energileverandører foretager strategiske investeringer i netstyringsteknologier, navnlig tjenesteydelser, og har investeret i eller erhvervet mindre nystartede virksomheder på det europæiske og amerikanske marked. Shell og Eneco har investeret i henholdsvis de tyske virksomheder Sonnen¹⁹⁴ og Next Kraftwerke¹⁹⁵, og Engie har investeret i den britiske virksomhed Kiwi Power¹⁹⁶. Denne tendens synes at blive bekræftet af den kendsgerning, at ud af de 200 venturevirksomheder, som olie- og gasselskaber senest har investeret i, var 65 inden for digitaliseringsområdet, som dermed var den tredje sektor efter konventionelle venturevirksomheder i foregående led og vedvarende energikilder¹⁹⁷.

Mens softwareplatforme er ved at være forældede, fortsætter applikationerne til digitale teknologier, der skal levere net tjenesteydelser, med at sætte skub i innovationen på markedet. Datamængderne er relativt små sammenlignet med andre sektorer, så innovationsudfordringen ligger ikke i datamængderne eller dataanalyseteknologierne¹⁹⁸. Den ligger derimod i tilgængeligheden af og adgangen til forskellige og distribuerede kilder af data, så softwareleverandørerne bliver i stand til at levere integrerede løsninger til deres kunder. Derfor er det vigtigt med markedsdækkende interoperable platforme for nem dataadgang og dataudveksling.

3.7 Yderligere resultater om andre rene og lavemitterende energiteknologier og -løsninger

Som beskrevet i det ledsagende arbejdsdokument indtager EU en stærk konkurrencemæssig position inden for **onshorevindsektoren** og **vandkraftteknologier**. Hvad angår onshorevindsektoren, skaber markedets store omfang¹⁹⁹ og stigende kapacitet uden for Europa lovende udsigter for en EU-industri, der er relativt velpositioneret i

¹⁹⁴ Shell ejer 100 % af aktierne i Sonnen: <https://www.shell.com/media/news-and-media-releases/2019/smart-energy-storage-systems.html>, 15 February 2019.

¹⁹⁵ Eneco ejer en minoritetsaktiepost på 34 %: <https://www.next-kraftwerke.com/news/eneco-group-invests-in-next-kraftwerke>, 8. maj 2017.

¹⁹⁶ Engie besidder lige under 50 % af aktierne, men er den største aktionær: <https://theenergyst.com/engie-acquires-dsr-aggregator-kiwi-power/>, 26. november 2018.

¹⁹⁷ The Energy Transition and Oil Companies' Hard Choices — Oxford Institute for Energy Studies, juli 2019; Rob West, grundlægger, Thundersaid Energy & Research Associate, OIES og Bassam Fattouh, direktør, OIES, s. 6.

¹⁹⁸ Se afsnit 3.17 i CETTIR (SWD(2020) 953) for yderligere oplysninger.

¹⁹⁹ EU-vindindustriens indtægter i 2019: 86,1 mia. EUR.

vindværdikæden²⁰⁰. På samme måde gælder det for **vandkraft**, at markedets vigtighed²⁰¹ og EU's betydning for den globale eksport (48 %) er centrale elementer for en konkurrencedygtig industri. Men for begge teknologier vil en hovedudfordring fremover være målrettet forskning for at gribe muligheden for ombygning/fornyelse af de ældste installationer med henblik på at øge deres sociale accept og opnå et reduceret fodaftryk. For **vedvarende brændsler** er den væsentligste udfordring omstillingen fra første-²⁰² til anden- og tredjegerationsbrændsler for at øge energikildens bæredygtighed og optimere anvendelsen heraf. Med henblik herpå vil opskalering og demonstrationsprojekter være vigtige i den videre proces.

På markederne for **geotermiske energiteknologier** (marked på ca. en mia. EUR) og **solvarmeteknologier** (marked på ca. tre mia. EUR) er udfordringen med henblik på at øge EU's markedsandel at fremme anvendelsen yderligere i eksisterende og nye varmeapplikationer til både bygninger (navnlig til geotermiske) og industrien (navnlig til solvarme) og fremme innovationspotentialet yderligere for at integrere disse teknologier i større målestok. Udviklingen af teknologier til **CO₂-opsamling og -lagring (CCS)** er i øjeblikket hæmmet af manglen på levedygtige forretningsmodeller og -markeder. Med hensyn til **nukleare** energiteknologier er EU-virksomheder konkurrencedygtige på tværs af hele værdikæden. I forbindelse med den nuværende konkurrenceevne sættes der fokus på udvikling og fremstilling til tiden og på at garantere sikkerheden for hele den nukleare livscyklus under særlig hensyntagen til bortskaffelsen af radioaktivt affald og nedlukningen af de anlæg, der skal lukkes. Der udvikles teknologiske innovationer såsom små modulreaktorer for at bevare EU's konkurrenceevne på nuklearområdet.

En nøglesektor, når det handler om at reducere energiforbruget, er **bygninger**, som udgør 40 % af EU's energiforbrug. EU har en stærk position inden for visse sektorer²⁰³ såsom præfabrikerede bygningskomponenter²⁰⁴, fjernvarmesystemer, varmepumpeteknologier og energistyringssystemer i hjemmet/bygninger (HEMS/BEMS). I den energieffektive belysningsindustri²⁰⁵ har EU en lang tradition for at designe og levere innovative og højeffektive belysningsystemer. Udfordringen ligger i masseproduktionen i stor skala, som er mulig for de solid state-baserede belysningsapparater. Asiatisk leverandører befinder sig i en gunstigere position, fordi de kan opskalere til en meget højere kapacitet (stordriftsfordele). Selv om et højt kvalifikationsniveau i innovativt design og nye tilgange traditionelt er en del af den europæiske industrisektor.

Endelig handler energiomstilling ikke alene om teknologier, men også om at tilpasse disse teknologier til systemet. For at udviklingen hen imod økonomier og samfund uden nettodrivhusgasemissioner skal lykkes, kræver det, at **borgerne** placeres i centrum for alle foranstaltninger²⁰⁶ ved nøje at undersøge de vigtigste motivationsfaktorer og -

²⁰⁰ Europæiske producenter udgør ca. 35 %; kinesiske producenter næsten 50 %.

²⁰¹ Nuværende EU-28-marked: 25 mia. EUR.

²⁰² Biobrændstofindustriens omsætning lå på 14 mia. EUR i 2017 i EU-27 — primært førstegenerationsråstoffer.

²⁰³ Ikke alle sektorer har været medtaget i denne første rapport på grund af begrænsninger i datatilgængeligheden. Andre sektorer, der skal analyseres, omfatter bygningers klimaskærm og konstruktionsteknikker/-modellering/-design.

²⁰⁴ EU-28's produktionsværdi steg fra 31,85 mia. EUR (i 2009) til 44,38 mia. EUR (i 2018). Inden for den samme periode steg EU28's eksport til resten af verden fra 0,83 mia. EUR til 1,88 mia. EUR. På den anden side har importen ligget relativt stabilt omkring 0,18 mia. EUR i 2009 til 0,26 mia. EUR i 2018 med et lavpunkt på 0,15 mia. EUR i 2012-13.

²⁰⁵ Det europæiske belysningsmarked forventes at vokse fra 16,3 mia. EUR i 2012 til 19,8 mia. EUR i 2020 — CBI Ministry of Foreign Affairs, Electronic Lighting in the Netherlands, 2014.

²⁰⁶ Inddragelsesstrategierne skal være både individuelle og fællesskabsorienterede og ikke udelukkende sigte mod at give økonomiske incitamenter, men også mod at ændre individuelle adfærdsmønstre, hvor ikkeøkonomiske faktorer udnyttes, f.eks. ved at give feedback om energiforbrug, der appellerer til sociale normer.

strategier for at inddrage dem og anbringe energiforbrugeren i en bredere social sammenhæng. De nuværende retlige rammer på EU-plan udgør en indlysende mulighed for energiforbrugere og borgere til at tage føringen og klart profitere af energiomstillingen. På grundlag af de observerede urbaniseringstendenser kan **byer** spille en nøglerolle i udviklingen af en holistisk og integreret tilgang²⁰⁷ til energiomstillingen og dens forbindelse med andre sektorer som f.eks. mobilitet, IKT samt affald eller vandforvaltning. Dette kræver igen forskning og innovation i teknologier samt i processer, viden og effektivitet under inddragelse af bymyndigheder, virksomheder og borgere.

KONKLUSIONER

Først og fremmest viser denne rapport det økonomiske potentiale, der ligger i den rene energisektor. Dette resultat underbygges også af den seneste konsekvensanalyse i 2030-klimamålplanen²⁰⁸. Det styrker argumentet for, at den europæiske grønne pagt har et klart potentiale for at blive EU's vækststrategi i hele energisektoren. I denne analyse viser dokumentationen, at den rene energiteknologisektor klarer sig bedre end de konventionelle energikilder og i sammenligning hermed skaber større merværdi for beskæftigelsen og den produktive arbejdsstyrke. Den rene energisektor får stadigt større betydning i EU's økonomi i kølvandet på den øgede efterspørgsel efter rene teknologier.

Samtidig falder de offentlige og private investeringer i forskning og innovation inden for ren energi, hvilket bringer udviklingen af de nøgleteknologier i fare, der er nødvendige for at dekarbonisere økonomien og nå de ambitiøse målsætninger for den europæiske grønne pagt. Dette fald ville også have en negativ indvirkning på den vækst i økonomien og beskæftigelsen, der er observeret indtil nu. Derudover investerer energisektoren ikke meget i forskning og innovation sammenlignet med andre sektorer, og inden for energisektoren er det olie- og gasselskaber, der investerer mest i forskning og innovation. Selv om der er positive tegn, hvor olie- og gasselskaber i stigende udstrækning investerer i rene energiteknologier (f.eks. vind, solceller, digitale), er sådanne teknologier stadig en mindre del af deres aktiviteter.

Denne udvikling er imidlertid ikke tilstrækkelig for EU til at blive det første klimaneutrale kontinent og leder af den globale omstilling til ren energi. Der er behov for en væsentlig stigning i investeringerne i forskning og innovation, både offentlige og private, for at holde EU på dets dekarboniseringsvej. De kommende investeringer i økonomisk genopretning vil skabe en særlig god mulighed herfor. På nationalt plan vil Kommissionen tilskynde medlemsstaterne til at overveje at fastsætte nationale mål for investeringer i forskning og innovation for at støtte rene energiteknologier som en del af den overordnede opfordring til øgede offentlige investeringer i forskning og innovation i forbindelse med klimaambitionen. Kommissionen vil også samarbejde med den private sektor for at optrappe investeringerne i forskning og innovation.

For det andet har EU's mål for CO₂-emissionsreduktion, vedvarende energikilder og energieffektivitet udløst investeringer i nye teknologier og innovationer, som har resulteret i globalt konkurrencedygtige industrier. Dette viser, at et stærkt hjemmemarked er en vigtig faktor i den industrielle konkurrenceevne i forbindelse med rene

²⁰⁷ Herunder teknologier, holistisk byplanlægning, en kombination af offentlige og private investeringer i stor skala samt samarbejde mellem beslutningstagere, økonomiske aktører og borgere.

²⁰⁸ COM(2020) 562 final.

energiteknologier, og at det vil drive investeringerne i forskning og innovation fremad. Centrale karakteristika ved energimarkedet (navnlig høj kapitalintensitet, lange investeringscykluser og ny markedsdynamik koblet med et lavt investeringsafkast) gør det vanskeligt at tiltrække et tilstrækkeligt investeringsniveau til sektoren, hvilket påvirker dens innovationsevne.

Erfaringer med fremstilling af solcelleenergi i EU viser, at et stærkt hjemmemarked alene ikke er nok. Ud over fastsættelse af mål for at skabe efterspørgsel efter nye teknologier skal der være politikker til at støtte EU-industriens evne til at reagere på denne efterspørgsel. Dette indbefatter udviklingen af industrielt baserede samarbejdsplatforme for specifikke teknologier (f.eks. vedrørende batterier og brint). Yderligere sådanne foranstaltninger kan være nødvendige i forbindelse med andre teknologier, hvilket skal ske i samarbejde med medlemsstaterne og industrien.

For det tredje kan der drages specifikke konklusioner af de seks analyserede teknologier, som forventes at spille en stigende rolle i EU's 2030- og 2050-energimiks. I solcelleindustrien findes der betydelige markedsmuligheder i de segmenter af værdikæden, hvor specialisering eller produkter med høj ydeevne/af høj værdi er vigtige. På samme måde for batterier, hvor EU's igangværende genopretning af konkurrenceevnen i cellefremstillingssegmentet i kraft af initiativer såsom den europæiske batterialliance supplerer den mere etablerede europæiske industris position i de værdidrevne segmenter i efterfølgende led, f.eks. batterienhedsfremstilling og -integration samt genanvendelse af batterier. Det er afgørende at genvinde en konkurrencefordel i begge teknologier i lyset af deres forventede efterspørgsel, modularitet og spillover-potentiale (f.eks. integration af solcelleenergi i bygninger, køretøjer eller anden infrastruktur).

Inden for havenergi, vedvarende brint og vindindustri har EU i øjeblikket en pionerfordel. Ikke desto mindre antyder den forventede mangedobling af kapacitetsstørrelsen på markederne, at industriens struktur nødvendigvis vil ændre sig: Erfaringer skal samles på tværs af virksomheder, og medlemsstaterne og den private sektor skal omstrukturere og samle deres værdikæder for at realisere de påkrævede stordriftsfordele og positive spillover-effekter. Eksempelvis rummer EU's nuværende førerposition på markedet for elektrolyseceller langs hele værdikæden fra komponentforsyningen til den endelige integrationsevne et signifikant spillover-potentiale mellem batterier, elektrolyseceller og brændselsceller. Den annoncerede europæiske alliance for ren brint vil yderligere styrke Europas globale lederskab på dette område. Hvad angår havenergi, mangler teknologierne endnu at blive kommercielt levedygtige, og der skal identificeres finansielle støtteordninger for at fastholde og udbygge EU's nuværende førerposition.

Offshorevindindustrien har med sin etablerede innovative kapacitet, som skubber teknologiens grænser (f.eks. flydende havvindmølleparker), brug for udsigten til et voksende hjemmemarked samt vedvarende FoI-støtte for at kunne drage nytte af vækst på de globale markeder. EU's intelligente net og HVDC-industrier klarer sig også godt, og selv om det er et lille marked i forhold til vind- eller solcelleenergi, er det vigtigt, fordi det skaber værdi for alt, hvad der er koblet til nettet. I betragtning af deres regulerede karakter spiller regeringer og regulerende myndigheder i EU en nøglerolle i forhold til at udnytte fordelene i denne industri.

For det fjerde vil en udvikling i retning af rene teknologier også dreje EU's importafhængighed væk fra fossile brændsler og hen imod brugen af kritiske råmaterialer

i energiteknologier. Afhængigheden heraf er imidlertid mindre direkte end det er tilfældet for fossile brændsler, fordi disse materialer har potentialet til at forblive i økonomien takket være genbrug og genanvendelse. Dette kan forbedre modstandsdygtigheden for forsyningskæderne i forbindelse med ren energiteknologi og dermed øge EU's åbne strategiske autonomi. Der er et klart behov for forskning og innovation samt investeringer med det formål at designe teknologikomponenterne til ren energi således, at de i højere grad kan genanvendes og genbruges med henblik på, at materialerne kan forblive i økonomien så længe som muligt til en så høj værdi/ydeevne som muligt. Med hensyn til at komme videre hen imod yderligere cirkularitet vil EU's deltagelse i internationale fora såsom G20, Clean Energy Ministerial og Mission Innovation gøre det muligt for EU at skabe miljøstandarder for nye teknologier og yderligere styrke sin globale førerposition og mindske risikoen for forsyningsafbrydelser, teknologiers bæredygtighed og kvalitet.

For det femte vil Kommissionen udvikle metoderne til vurdering af konkurrenceevnen yderligere i samarbejde med medlemsstaterne og interessenterne. Formålet er at forbedre den makroøkonomiske analyse af den rene energisektor, herunder forudsætningen om flere data. En forbedret metode vil støtte udformningen af en forsknings- og innovationspolitik på energiområdet, som bidrager til at skabe en konkurrencedygtig, dynamisk og modstandsdygtig ren teknologiindustri. Den årlige vurdering af konkurrenceevnen for den rene energisektor kan supplere rammen for de nationale energi- og klimaplaner, den strategiske energiteknologiplan og industriforummet for ren energi. Formålet med den fortsatte og forbedrede vurdering er for den rene energisektor at spille sin rolle fuldt ud med hensyn til at omsætte den europæiske grønne pagt til en EU-vækststrategi i praksis.