



EUROPEISKA
KOMMISSIONEN

Bryssel den 26.10.2021
COM(2021) 952 final

RAPPORT FRÅN KOMMISSIONEN TILL EUROPAPARLAMENTET OCH RÅDET

Framsteg avseende konkurrenskraft för ren energiteknik

{COM(2021) 950 final} - {SWD(2021) 307 final}

INNEHÅLL

1.	INLEDNING	2
2.	ÖVERGRIPANDE KONKURRENSKRAFT HOS EU:S SEKTOR FÖR REN ENERGI	3
2.1	Bakgrund: den senaste utvecklingen, effekter av covid-19, återhämtning, humankapital och mervärde	3
2.1	Tendenser inom forskning och innovation	9
2.2	Finansieringssystemet för ren teknik i EU	12
3.	FOKUS PÅ CENTRALA TYPER AV TEKNIK OCH LÖSNINGAR FÖR REN ENERGI	15
3.1	Havsbaserad och landbaserad vindkraft	16
3.2	Solceller	19
3.3	Värmepumpar för byggnadstillämpningar	22
3.4	Batterier	24
3.5	Produktion av förnybar vätgas genom elektrolys	26
3.6	Smarta nät (automatisering av distributionsnät, smart mätning, energistyrningssystem för hushåll och smart laddning av elfordon)	28
3.7	Förnybara drivmedel för luftfart och sjöfart	31
4.	SLUTSATSER	33

1. INLEDNING

Den europeiska gröna given är den övergripande ramen för EU:s politik för ren energi. Det är en ny tillväxtstrategi som syftar till att göra Europa till världens första klimatneutrala kontinent, på ett rättvist, resurseffektivt, kostnadseffektivt och konkurrenskraftigt sätt. För att genomföra klimatmålen i den europeiska gröna given har EU:s klimatlagstiftning¹ förankrat den politiska prioriteringen för att unionen ska bli klimatneutral senast 2050 och att utsläppen av växthusgaser ska minska med 55 % till 2030 jämfört med 1990 års nivåer.

Den politiska ramen kompletteras av tillskott av finansiella medel på unionsnivå, som både består av en ny EU-budget² samt paketet NextGenerationEU för återhämtning och resiliens som antogs 2020³. Dessa medel är till stor hjälp för att nå målen med den europeiska gröna given, och 30 % av medlen har avsatts till klimatutgifter. Genom att erkänna forskningens och innovationens roll fullt ut för att uppnå dessa mål har EU:s program för forskning och innovation Horisont Europa förstärkts ytterligare⁴, på samma sätt som andra finansieringsprogram som Innovationsfonden och Life.

I juli 2021 presenterade dessutom Europeiska kommissionen ett omfattande paket inom den europeiska gröna given, där man föreslår en översyn av befintliga instrument samt införandet av nya⁵ för att EU ska kunna arbeta för att senast 2030 nå sina klimatmål. Paketet som innehåller förslag för klimat och energi är bland de mest omfattande som kommissionen någonsin har presenterat. Det kommer bland annat att bidra till utvecklingen av system för ren energi under det kommande årtiondet genom att främja innovation och investeringar samt skapa ny efterfrågan på marknaden inom EU, samtidigt som man säkerställer en socialt rättvis omställning och befäster EU:s globala ledarskap i kampen mot klimatkrisen.

De tekniska framstegen avseende system för ren energi⁶ är avgörande för att EU:s klimat- och energimål ska kunna uppnås senast 2050, vilket betonas i konsekvensbedömningen av klimatmålsplanen för 2030⁷. Det internationella energioorganet (IEA) förutspår att samtidigt som de minskade koldioxidutsläppen till 2030 mestadels kommer att möjliggöras genom teknik som

¹ Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2021/1119 av den 30 juni 2021.

² Den fleråriga budgetramen för perioden 2021–2027.

³ I 2018 års priser och över sju år uppgår EU:s budget till 1 074 miljarder euro och NextGenerationEU till 750 miljarder euro.

⁴ 95,5 miljarder euro 2021–2027 i löpande priser.

⁵ Lagstiftningsärendena inkluderar förslag om en översyn av direktivet om förnybar energi, direktivet om energieffektivitet, direktivet om byggnaders energiprestanda, energiskattedirektivet, direktivet om EU:s utsläppshandelssystem, översynen av det tredje energipaketet för gas, förordningen om ansvarsfördelning, direktivet om infrastruktur för alternativa bränslen, förordningen om markanvändning, skogsbruk och jordbruk, normerna för koldioxidutsläpp för personbilar och lätta nyttofordon, samt förslag för att skapa ny utsläppshandel för vägtransporter och byggsektorn, en gränsjusteringsmekanism för koldioxid, initiativen *ReFuelEU Aviation* och *FuelEU Maritime*, EU:s skogsstrategi och ett förslag för att skapa den nya sociala klimatfonden.

⁶ I den här rapporten omfattar system för ren energi tre marknadssegment: 1) förnybar energi, inklusive tillverkning, installation och produktion, 2) energieffektivitet och styrsystem där teknik och metoder som smarta mätare, smarta nät, lagring och renovering av byggnader ingår, 3) elektromobilitet som inkluderar komponenter som batterier och bränsleceller som krävs för elfordon, samt laddinfrastruktur.

⁷ Konsekvensbedömning som åtföljer kommissionens meddelande *Höjning av Europas klimatambition för 2030 Investering i en klimatneutral framtid till förmån för våra medborgare*, SWD(2020) 176 final.

redan finns på marknaden i dag, kommer nära hälften av de minskningar som krävs till 2050 att ske tack vare teknik som för närvarande är i demonstrations- eller prototypfasen⁸. I den här andra årliga rapporten om konkurrenskraft⁹ beskrivs aktuell status samt prognos för olika typer av teknik för ren energi samt insikter om hur system för ren energi bidrar till att göra EU klimatneutralt senast 2050, samtidigt som man följer den europeiska gröna given princip om att inte orsaka skada. Rapporten tar upp olika aspekter av konkurrenskraft och pekar ut styrkor, utmaningar och fokuspunkter avseende EU:s system för ren energi. I rapporten är det tydligt att trenderna för både bruttoföreläggingsvärdet och sysselsättning inom ren energi, trots skillnaderna i sektorn, överskrider de för den totala EU-ekonomin, samtidigt som offentliga investeringar i forskning och innovation inom ren energi fortsätter att öka så som de gjort under de senaste fem åren, även om de ännu inte nått upp till nivåerna för 2010. Det europeiska innovationsekosystemet har en ledande position när det gäller högvärdiga patent samt stöd till nya företag inom klimatteknik. Dock ligger vi långt efter andra geografiska regioner när det gäller att öka kapaciteten. Ur ett tekniskt perspektiv bibehåller EU en stark ställning inom vindkraftsindustrin, samtidigt som man kanske står vid ett vägskäl inom flera andra branscher, t.ex. solcellsteknik, förnybar vätgas, värmepumpar och förnybara bränslen.

Bedömningen av konkurrenskraften hos EU:s system för ren energi har i den här rapporten gjorts i enlighet med artikel 35.1 m i förordningen om styrningen av energiunionen och av klimatåtgärder, som en del av rapporten om tillståndet i energiunionen. Eftersom konkurrenskraft är ett komplext och mångfacetterat begrepp som inte kan definieras med enbart en indikator¹⁰, föreslås i den här rapporten en uppsättning allmänt accepterade indikatorer¹¹ som omfattar hela energisystemet (generering, överföring och användning) och som analyseras på tre nivåer (teknik, värdekedja och global marknad). De underbyggande uppgifterna för varje indikator ingår i det åtföljande arbetsdokumentet.

2. ÖVERGRIPANDE KONKURRENSKRAFT HOS EU:S SEKTOR FÖR REN ENERGI

2.1 Bakgrund: den senaste utvecklingen, effekter av covid-19, återhämtning, humankapital och mervärde

2.1.1 Den senaste utvecklingen

I likhet med många andra regioner i världen märker Europeiska unionen nu av en kraftig ökning av energipriserna. Prisökningarna drivs främst på av en ökad global efterfrågan på energi i allmänhet och på gas i synnerhet, vilket kopplas till återhämtningen från covid-19-krisen. De

⁸ IEA, *Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sections*. Flaggskeppsrapport, maj 2021.

⁹ Den första rapporten om framstegen avseende konkurrenskraft inom ren energi var COM(2020) 953 final.

¹⁰ Enligt slutsatser från rådet (konkurrenskraft) den 28 juli 2020.

¹¹ Indikatorerna som bedöms i avsnitt 2 av rapporten är primär och slutlig energiintensitet, andel förnybara energikällor, importberoende, el- och gaspriser i industrin, omsättningen i EU-sektorn (ren energi jämfört med fossil energi) jämfört med resten av ekonomin, bruttoföreläggingsvärdet för den förnybara energiproduktionen, sysselsättning i EU-sektorn jämfört med resten av världen inklusive konsuppledd statistik samt störningar på grund av covid-19.

Indikatorerna i avsnitt 3 i rapporten bedöms för varje teknik och i EU om inget annat anges. Dessa inkluderar installerad kapacitet (i dag och 2050), kostnad och/eller utjämnad energikostnad, offentlig finansiering för forskning och innovation, privat finansiering för forskning och innovation, patentutveckling och nivån för vetenskapliga publikationer. Analysen av värdekedjan bedöms av omsättningen, tillväxten i bruttoföreläggingsvärdet, antalet EU-företag i värdekedjan, sysselsättningen i värdekedjans segment, energiintensiteten och arbetsproduktiviteten och produktionen i gemenskaper. Slutligen bygger den globala marknadsanalysen på bedömningar av handel, globala marknadsledare jämfört med EU:s marknadsledare samt resurseffektivitet och beroende inom segment i värdekedjan som är beroende av råvaror av avgörande betydelse.

höga priserna som har noterats under de senaste månaderna¹² är ett resultat av flera olika faktorer som främst drivs av den globala efterfrågan på gas som leder till högre elpriser. Dessutom har elpriserna också ökat på grund av säsongsmässiga väderförhållanden (långt vattenstånd och lite vind under sommaren). Detta har lett till minskad produktion av förnybar energi i Europa. Det europeiska koldioxidpriset har också stigit kraftigt under 2021¹³, om än mycket mindre än gaspriset. Gasprisets effekt på elpriset är nio gånger större än koldioxidprisökningens effekt¹⁴.

Dessa faktorer har inneburit en ökning av elpriset för grossister och distributörer i de flesta av världens stora ekonomier sedan andra halvåret 2020. De höga grossistpriserna på el finns i samtliga EU:s medlemsländer, även om vissa har drabbats hårdare än andra, vilket främst beror på andelen fossila bränslen som används i elproduktionen. Den hastighet med vilken ökningarna av gaspriserna i grossistledet överförs till slutkundspriser beror också på slutkundens avtalsvillkor (dvs. avtalets löptid, fasta eller rörliga priser osv.). Europeiska kommissionen oroas över hur hushåll och företag påverkas negativt av prisökningen. Efter samråd med medlemsstaterna och Europaparlamentet har kommissionen presenterat ett meddelande för att utarbeta och ge stöd till lämpliga åtgärder för att begränsa effekterna av de tillfälliga energiprisökningarna och för att ytterligare stärka resiliensen mot framtida chocker¹⁵.

Ökningen av elpriset på grossistmarknaden kan vara en signal på en starkt konkurrenskraft för förnybara bränslen. Detta kan skapa incitament för ökade investeringar inom sektorn, som på längre sikt kan bidra till att sänka elpriserna med tanke på de lägre produktionskostnaderna/driftsutgifterna, undantaget från koldioxidprissättning och den förväntade minskningen av kapitalkostnaden. Den nuvarande prisökningen i EU:s energisektor visar också på vikten av att minska EU:s beroende av importerade fossila bränslen. En blick framåt visar att de nya klimat- och energimålen kommer att innebära nya investeringsbehov. Under de kommande tio åren kommer det krävas ytterligare investeringar på 390 miljarder euro per år jämfört med de belopp som investerats årligen under de senaste tio åren¹⁶. Det krävs betydligt snabbare driftsättning för att uppnå målet om 32 % förnybar energi 2030, och en ännu snabbare utveckling för att möta det nya förslaget på 40 % i julipaketet för att uppfylla kraven i den europeiska gröna given. Eftersom förseningar utgör ett stort hinder för omställningen till ett koldioxidfritt energisystem och innebär senarelagd driftsättning och investering i infrastruktur och teknik för ren energi under många år kommer kommissionen att 2022 utfärda riktlinjer för hur tillståndsprocesserna för förnybar energi ska kunna påskyndas samtidigt som man vill samarbeta med nationella förvaltningar för att identifiera och utbyta exempel på god praxis. Dessa tillståndsförfaranden bör förenklas och anpassas skyndsamt för att skapa en gemensam marknad för förnybar energi som underlättar en effektiv och kostnadseffektiv utbyggnad samt säkerhet för investerare, även med tanke på de omfattande investeringar som krävs.

¹² I september nådde de genomsnittliga grossistpriserna för el mer än 125 euro per MWh, gaspriserna nådde nästan 65 euro per MWh och utsläppsrätterna i EU:s utsläppshandelssystem nådde mer än 60 euro per ton koldioxid.

¹³ Kolkraft har fortfarande en andel på 14 % i EU.

¹⁴ Från januari 2021 till september 2021 ökade priset på utsläppsrätter med cirka 30 euro/ton koldioxid, vilket innebär en kostnadsökning på cirka 10 euro/MWh el producerad från gas (om man antar en verkningsgrad på 50 %) och cirka 25 euro/MWh för el producerad från kol (verkningsgrad på 40 %). Detta överträffas med råge av ökningen av gaspriset på cirka 45 euro/MWh under samma period, vilket innebär en extra elproduktionskostnad på cirka 90 euro/MWh.

¹⁵ COM(2021) 660 *Ta itu med stigande energipriser: en verktygslåda för åtgärder och stöd*.

¹⁶ COM(2021) 557 final, tabell 7, MIX-scenariot, sida 133.

En integrerad och välfungerande energimarknad inom unionen skulle vara det kostnadseffektivaste sättet att garantera säker och prisvärd energiförsörjning för alla typer av kunder. Det håller priserna i schack genom att skapa konkurrens, som innebär att kunderna kan välja mellan olika energileverantörer. I meddelandet om energipriser¹⁷ föreslås kortsiktiga åtgärder som medlemsstaternas akuta inkomststöd till hushåll, statligt stöd för företag och riktade skattesänkningar. På medellång sikt föreslår kommissionen bland annat investeringsstöd till förnybar energi och energieffektivitet, undersökning av åtgärder för energilagring samt köp av gasreserver. Även om det än så länge inte finns något som tyder på att en annan utformning av marknaden skulle ge lägre priser och bättre incitament har kommissionen gett byrån för samarbete mellan energitillsynsmyndigheter (Acer) i uppdrag att bedöma för- och nackdelar med dagens utformning av elmarknaden samt lägga fram rekommendationer senast i april 2022.

Därför arbetar EU för att förbättra sammanlänkningarna mellan medlemsstaterna för att säkerställa att så stor del som möjligt av sammanlänkningarnas kapacitet är tillgänglig för handeln. EU övervakar tillämpningen av nu gällande regelverk (t.ex. nätföreskrifter) och andra föreslagna verktyg för att säkerställa likvida marknader som till exempel översynen av direktivet om förnybar energi, inklusive ytterligare främjande av energiköpsavtal, samt förslaget om översyn av direktivet om energieffektivitet, som sätter energin främst när det gäller unionens ekonomi.

2.1.2 Effekterna av covid-19 och återhämtningen

Samtidigt som den politiska ramen för den europeiska gröna given kommer att öka efterfrågan på teknik för ren energi innebär covid-19-pandemin med all säkerhet att tillgång, utveckling och konkurrenskraft inom området blir en utmaning. Genomförandet av energi- och klimatpolitiken är beroende av tillgången på förnybar teknik och värdekedjor utan avbrott samt att företagen bibehåller sin konkurrenskraft och sin kompetenta arbetskraft. Å ena sidan riskerar pandemins ekonomiska effekter att innebära ett stort bakslag för konkurrenskraften inom teknik för ren energi. Å andra sidan innebär politiken för ekonomisk återhämtning att det finns en möjlighet att ändra fokus och förbättra investeringarna i sektorn för ren energi, tack vare faciliteten NextGenerationEU.

Faktum är att förnybar energi har påverkats i mindre utsträckning än andra energikällor¹⁸ av covid-19-pandemin. Det var endast biobränslen för transport som påverkades, till stor del på grund av att förbrukningen minskade till följd av minskat resande och låga oljepriser¹⁹. Sjunkande kapitalkostnader möjliggjorde installation av rekordmånga anläggningar för sol- och vindkraft i hela världen²⁰. Detta innebar att elproduktionen från kol, naturgas och kärnkraft minskade samtidigt som förnybara bränslen för första gången någonsin inom EU var den främsta energikällan 2020 (förnybara bränslen stod för 38 % av elektriciteten, 37 % kom från fossila bränslen och 25 % från kärnkraft)²¹.

Förordningen om faciliteten för återhämtning och resiliens efter covid-19-pandemin är den första i sitt slag för EU: ett prestationsbaserat program som kommissionen föreslagit som en

¹⁷ COM(2021) 660 final, *Ta itu med stigande energipriser: en verktygslåda för åtgärder och stöd*.

¹⁸ IEA, *World Energy Outlook*, 2020.

¹⁹ IEA, *Energy Technology Perspectives 2020, Special Report on Clean Energy Innovation*, 2020.

²⁰ BloombergNEF, *EnergyTransition Investment Trends, Tracking global investment in the low-carbon energy transition*, 2021.

²¹ Agora Energiewende och Ember, *The European Power Sector in 2020: Up-to-Date Analysis on the Electricity Transition*, 2021.

del av paketet NextGenerationEU. Medlemsstaterna har tillgång till finansiering med utgångspunkt i sina omfattande återhämtnings- och resiliensplaner. Medlen blir tillgängliga när länderna uppnår mätbara delmål och mål. Enligt förordningen ska medlemsstaterna fördela minst 37 % av de totala medlen inom faciliteten för återhämtning och resiliens till klimatomställningen i sin plan. Dessutom ska de inkludera åtgärder som överensstämmer med relevanta landsspecifika utmaningar och prioriteringar som fastställts inom den europeiska planeringsterminen och de nationella energi- och klimatplanerna.

Analysen av de 22²² återhämtnings- och resiliensplaner som godkänts av kommissionen fram till den 5 oktober 2021²³ visar att 177 miljarder euro har fördelats på klimatrelaterade investeringar, vilket utgör 40 % av det totala beloppet som medlemsstaterna tilldelats (bidrag och lån). Ungefär 43 % av detta belopp (76 miljarder euro) är öronmärkt för energieffektivitet (27,9 %) samt förnybar energi och energinät (14,8 %)²⁴, medan cirka 62 miljarder euro är avsatt för hållbar mobilitet (35 %).

Forskning och innovation stod också för en viktig andel, eftersom medlemsstaterna tilldelade nära 12,3 miljarder euro för investeringar i forskning och innovation för begränsning av och anpassning till klimatförändringar samt till den cirkulära ekonomin i sina återhämtnings- och resiliensplaner²⁵.

2.1.3 Humankapital och mervärde

Samtidigt som det är för tidigt att säga hur pandemin och återhämtningsfinansieringen påverkat humankapitalet visar de senaste uppgifterna från Eurostat att ren energi överträffade ekonomin som helhet kort före pandemin. Under 2018 uppgick den direkta sysselsättningen inom ren energi²⁶ till 1,7 miljoner personer, med en genomsnittlig årlig tillväxt på 2 %, medan sysselsättningen i ekonomin som helhet i genomsnitt växte 1 % per år. Samtidigt som den årliga genomsnittliga tillväxten för sysselsättning inom ”Energieffektivitet och -styrning” varit 6 % sedan 2010 minskade den direkta sysselsättningen inom ”Förnybar energi” och ”Elektromobilitet” med 3 % (2010–2018). Detta beror på den lägre tillväxten inom förnybar energi i vissa medlemsstater, till följd av t.ex. komplexa tillståndsförfaranden och rättsliga utmaningar som begränsar installation av nya vindkraftverk i Tyskland där den minskade sysselsättningen är mest framträdande (se även avsnitt 3.1). Dessutom har förbättringar inom teknik och produktivitet minskat arbetsintensiteten, särskilt på mogna marknader (dvs. vind-

²² AT, BE, CY, CZ, DE, DK, EE, EL, ES, FI, FR, HR, IE, IT, LT, LU, LV, MT, PT, RO, SI, SK.

²³ Uppgifterna för faciliteten för återhämtning och resiliens är kommissionens uppskattningar på grundval av information om klimatspårning som offentliggjorts som del av kommissionens analyser av återhämtnings- och resiliensplanerna. De rapporterade uppgifterna omfattar de 22 nationella återhämtnings- och resiliensplaner som bedömts och godkänts av kommissionen senast den 5 oktober 2021, och beloppet kommer att utökas allt eftersom fler planer bedöms.

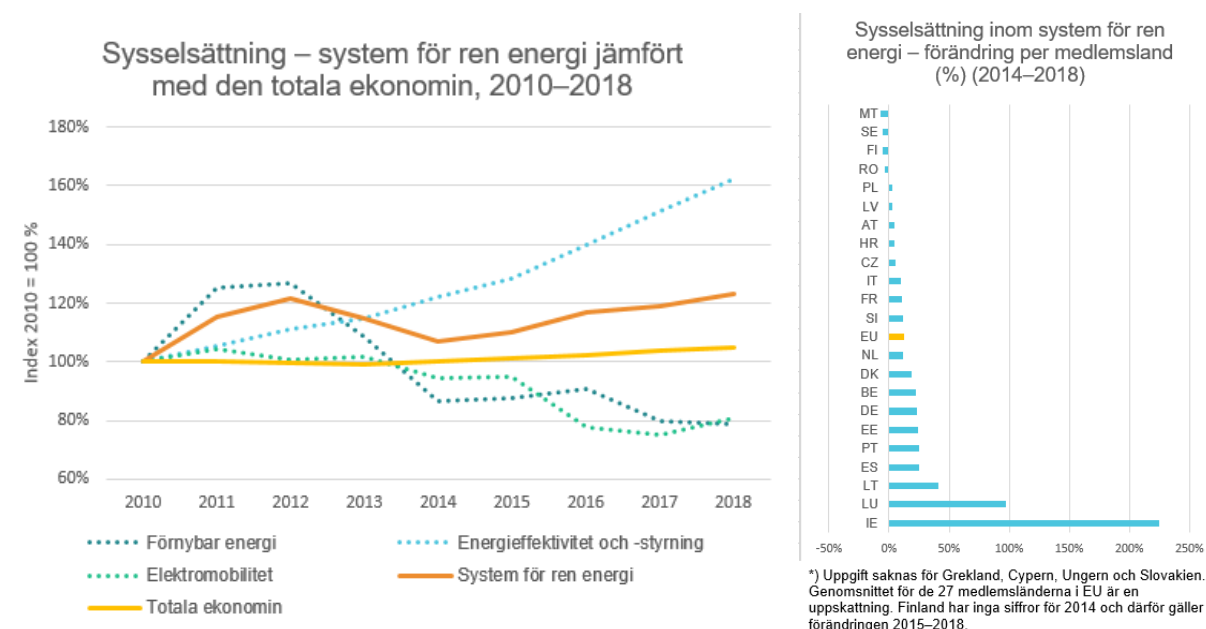
²⁴ Energieffektivitetsåtgärderna omfattar energieffektivitetsprojekt i små och medelstora eller stora företag, energirenoveringar i privata byggnader och offentlig infrastruktur och uppförande av byggnader. Åtgärder för ren energi omfattar i synnerhet produktion av förnybar energi, energinät och infrastruktur samt investeringar i vätgas.

²⁵ Uppgifter om fördelningen av klimatrelaterade investeringar i medlemsstaternas återhämtnings- och resiliensplaner. Källa: Egen preliminär bedömning av de 22 återhämtnings- och resiliensplaner som antagits av kommissionen (till den 5 oktober), *State of the Energy Union 2021*, COM(2021) 950 final.

²⁶ Jämfört med förra året har CEPA 1 lagts till för att på ett bättre sätt spegla de teknikområden som rapporten omfattar. Sysselsättning, bruttoföreläggsvärde och uppgifter om arbetskraftens produktivitet i rapporten baseras på Eurostats EGSS-kategorier CReMA 13A, CReMA 13B och CEPA 1. CReMA 13A omfattar produktion av energi från förnybara källor, och även tillverkningsteknik som krävs för att producera förnybar energi (”Förnybar energi” i diagrammet). CReMA 13B omfattar värme-/energibesparingar och -hantering, och även värmepumpar, smarta mätare, energirenovering, isoleringsmaterial och delar av smarta nät (”Energieffektivitet och -styrning” i diagrammet). CEPA 1 omfattar skydd av luft och klimat och även el- och hybridbilar, bussar och andra renare och effektivare fordon och laddinfrastruktur som krävs för drift av elfordon. Detta inkluderar även komponenter, som batterier, bränsleceller och elektriska drivlinor som används i elfordon (”Elektromobilitet” i diagrammet).

och solenergi). Sysselsättningstillväxten sker allt mer inom andra tillämpningar av ren energi, t.ex. smarta mätare, smarta nät, lagring samt andra produkter och verksamheter som är kopplade till energieffektivitet och styrning.

Figur 1 Sysselsättning inom system för ren energi jämfört med ekonomin som helhet i EU:s 27 medlemsstater 2010–2018 och förändring i sysselsättning inom system för ren energi per medlemsstat under perioden 2014–2018.



Källa: JRC baserat på Eurostats ”[env_ac_egss1](#)”²⁷.

På samma sätt har bruttoföreläggsvärdet för system för ren energi, med en årlig tillväxttakt på 5 %²⁸, redan före pandemin överträffat ekonomin som helhet (3 % tillväxt) sedan 2010. Ren energi utgjorde 1 % (133 miljarder euro) av det totala mervärdet i EU 2018, vilket är mer än dubbelt så mycket som värdet från utvinning av fossila bränslen och tillverkningssektorn (59 miljarder euro)²⁹. Inom system för ren energi har bruttoföreläggsvärdet för ”Förnybar energi” (60 miljarder euro) ökat med en genomsnittlig årlig tillväxt på 2 % medan ”Energieffektivitet och -styrning” (67 miljarder euro) har ökat med 9 % under samma period. Bruttoföreläggsvärdet inom ”Elektromobilitet” på 7 miljarder euro har växt mindre än 1 % per år.

²⁷ I system för ren energi ingår CReMA 13A (produktion av energi från förnybara källor), och även tillverkningsteknik som krävs för att producera förnybar energi (”Förnybar energi” i diagrammet), CReMA 13B (värme-/energibesparingar och -hantering) som omfattar värmepumpar, smarta mätare, smarta nät, energirenovering av byggnader och lagring (”Energieffektivitet och -styrning” i diagrammet), samt CEPA 1 (skydd av luft och klimat) som omfattar elfordon och tillhörande komponenter samt viktig laddinfrastruktur som krävs för drift av elfordon (”Elektromobilitet” i diagrammet).

²⁸ Eurostat ”env_ac_egss2”. I system för ren energi ingår CReMA 13A (produktion av energi från förnybara källor), och även tillverkningsteknik som krävs för att producera förnybar energi (”Förnybar energi”), CReMA 13B (värme-/energibesparingar och -hantering) som omfattar värmepumpar, smarta mätare, smarta nät, energirenovering av byggnader och lagring (”Energieffektivitet och -styrning”), samt CEPA 1 (skydd av luft och klimat) som omfattar elfordon och tillhörande komponenter samt viktig laddinfrastruktur som krävs för drift av elfordon (”Elektromobilitet”).

²⁹ Uppgifter om utvinning av fossila bränslen och tillverkning kommer från Eurostats statistik över företagsstrukturer. Följande koder används: B05 (kol- och lignitutvinning), B06 (utvinning av råpetroleum och naturgas), B07.21 (utvinning av uran- och toriummalm), B08.92 (utvinning av torv), B09.1 (stöd till verksamhet för utvinning av petroleum och naturgas) samt C19 (tillverkning av stenkolsprodukter och raffinerade petroleumprodukter).

Sysselsättningen inom ”Förnybar energi” skapade i genomsnitt ett bruttoförelägningsvärde på 104 000 euro per anställd 2018, med en genomsnittlig årlig tillväxt³⁰ på 5 % sedan 2010. Detta är 60 % mer än i resten av ekonomin (64 000 euro i bruttoförelägningsvärde per anställd). Mervärdet per anställd inom ”Energieffektivitet och -styrning” är 64 000 euro och inom ”Elektromobilitet” 74 000 euro. Värdena ökade varje år med 3 % respektive 7 % under 2015–2018, vilket är snabbare än resten av ekonomin där siffran är 2 %.

Mot bakgrund av den totala resiliensen i sektorn för ren energi under pandemin, de starka resultaten inom humankapital inom ren energi före pandemin samt de 177 miljarder euro som tilldelats klimatrelaterade investeringar som planerats i medlemsstaterna enligt deras nationella återhämtnings- och resiliensplaner finns en försiktig optimism om att ren energi även i fortsättningen kommer att vara en drivande kraft för sysselsättning och tillväxt när EU återhämtar sig från pandemin.

2.1.4 Kompetens

Omställningen av energisystemet kräver omskolning och kompetenshöjning på alla kompetensnivåer för att bygga ut och vidareutveckla teknik och lösningar för ren energi inom olika sektorer. Efterfrågan på många olika yrkeskategorier som är relevanta för omställningen till ren energi förväntas öka fram till 2030, bland annat inom utvinning (t.ex. av råvaror av avgörande betydelse) eller anläggning, tillverkning, transport, byggnation och tillhörande handel, samt naturvetenskap och teknik³¹. Fram till 2030 kan EU:s renoveringsvåg skapa ytterligare 160 000 arbetstillfällen bara inom byggsektorn³².

För att säkerställa den nya generationens kompetens som krävs för EU:s gröna omställning lanserade unionen 2020 Kompetenspaktens³³ där samarbeten med industriella ekosystem som byggindustrin och energiintensiva industrier skapas genom rundabordssamtal.

När det gäller havsbaserad förnybar energi är kunskapsöverföring också möjlig från den havsbaserade olje- och gassektorn, samt från militären (t.ex. vid undersökning av möjliga anläggningsplatser)³⁴.

Arbetsstyrkan inom förnybar energi bestod 2019 av 32 % kvinnor³⁵. Obalanser mellan könen både i arbetsstyrkan inom energisektorn samt i energirelaterad forskning och innovation beror till stor del, om än inte uteslutande, på att kvinnor är underrepresenterade i den högre utbildningen inom vissa områden av naturvetenskap, teknik och matematik. Inom EU är kvinnor överrepresenterade inom högre utbildning (54 % inom samtliga högre utbildningar och samtliga områden). Kvinnor står för mindre än 11 % av ansökningarna – och för mer än 15 % inom teknik för att begränsa klimatförändringarna. Energisektorns viktiga underområden är dock fortfarande tydligt mansdominerade: 2019 var mindre än en tredjedel av studenterna inom teknik, tillverkning och byggnation kvinnor, och inom IKT utgjorde kvinnor mindre än en femtedel³⁶.

³⁰ Sammanlagd genomsnittlig tillväxttakt.

³¹ Cedefops färdighetsprognos: trender och utmaningar fram till 2030, 2018.

³² *En renoveringsvåg för Europa – miljöanpassa våra byggnader, skapa jobb och förbättra liv*, COM(2020) 662 final.

³³ Europeiska kommissionen, Kompetenspaktens: mobilisering av parter för kompetensinvesteringar, 2020.

³⁴ [D2.1-MATES-Baseline-Report-on-Present-Skill-Gaps.pdf \(projectmates.eu\)](#).

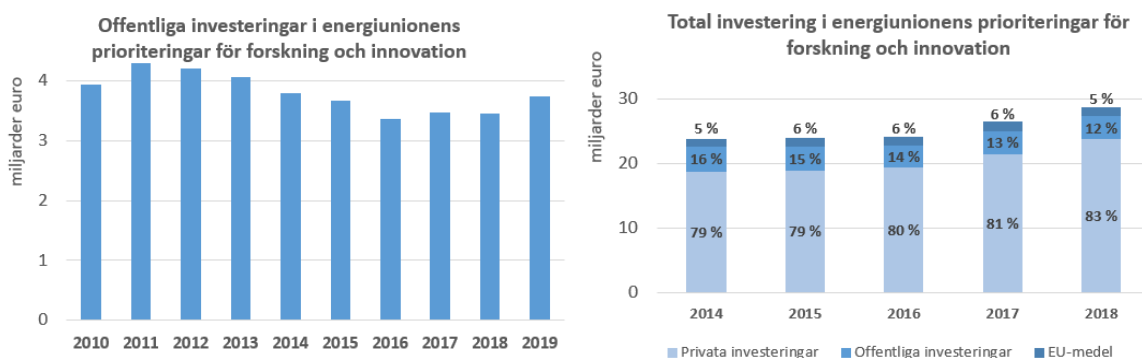
³⁵ IRENA, *Renewable Energy: A Gender Perspective*, 2019.

³⁶ JRC baserat på Eurostat [EDUC_UOE_ENRT03].

2.1 Tendenser inom forskning och innovation

Forskning och innovation har en viktig roll när det gäller att forma morgondagens konkurrenskraftiga industrier. Efter den ekonomiska krisen 2008 minskade de offentliga investeringarna inom forskning och utveckling som prioriterades av energiunionen^{37, 38} under fem år, för att visa tecken på viss återhämtning efter 2016 (Figur 2). Sedan dess har EU:s medlemsstater i genomsnitt investerat 3,5 miljarder euro per år. Dock ligger investeringarna fortfarande lägre än för tio år sedan. På global nivå överensstämmer tendensen med ökade investeringar i energi i allmänhet, och ren energi i synnerhet³⁹. Dock håller de inte jämn takt med ökande BNP eller utgifter för forskning och innovation inom andra sektorer. EU:s investeringsgrad (0,027 %) mäts som andel av BNP och är för närvarande den lägsta nivån jämfört med samtliga större globala ekonomier, strax bakom Förenta staterna, även om nivåerna ser ut att sjunka eller stå stilla för samtliga (Figur 3).

Figur 2 Offentlig (vänster) och total (höger) finansiering av forskning och innovation för energiunionens prioriteringar inom forskning och innovation i EU⁴⁰.



Källa JRC⁴¹ baserat på IEA⁴² och egna uppgifter.

Även om det fortfarande är oklart vilka långsiktiga effekter som pandemin har haft på kostnader för forskning och innovation inom förnybar energi visar de tidiga tendenserna på en allmän resiliens. De allmänna utgifterna för forskning och innovation inom energi fortsatte globalt, men tillväxten saktade ned under 2020⁴³. I den privata sektorn inom EU sågs en minskning på 7 % av de totala utgifterna för forskning och innovation inom energi under 2020. Dock var utgifterna för forskning och innovation inom förnybar energi mer resilienta och de fortsatte att växa⁴⁴.

³⁷ Förnybar energi, smarta system, effektiva system, hållbara transporter, avskiljning, lagring och användning av koldioxid samt kärnsäkerhet, COM(2015) 80 final.

³⁸ JRC Setis https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en.

³⁹ <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2020/rd-and-technology-innovation>.

⁴⁰ Uppgifterna för offentliga investeringar i forskning och innovation för 2020 finns endast tillgängliga för ett fåtal medlemsstater. Privata investeringar i forskning och innovation uppskattas med hjälp av patent som utgångspunkt vilket innebär att det tar längre tid innan data blir tillgängliga. Data för 2018 är preliminära.

⁴¹ JRC Setis https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en.

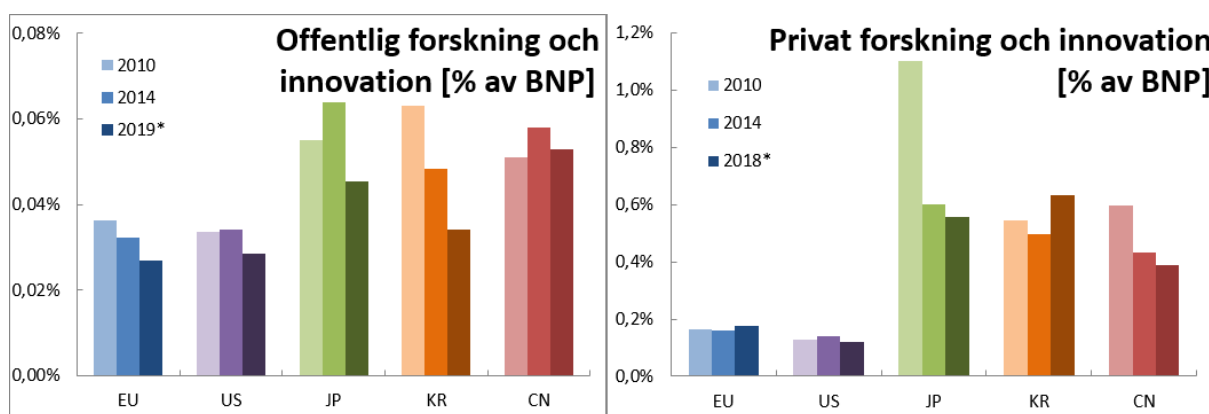
⁴² Anpassat från 2021 års version av IEA:s databas över budgetar för forskning, utveckling och demonstration inom energiteknik.

⁴³ IEA, *World Energy Investment*, 2021.

⁴⁴ IEA, *World Energy Investment*, 2021.

EU:s finansiering av forskning har ökat för varje år och har varit avgörande för att upprätthålla investeringsnivåerna för forskning och innovation under de senaste åren. Finansieringen har i genomsnitt uppgått till 1,5 miljarder euro per år. Tillsammans med ett uppskattat genomsnitt på 20 miljarder euro i privata investeringar⁴⁵ har de genomsnittliga totala investeringarna i energiunionens prioriteringar för forskning och innovation under de senaste åren (2014–2018) legat i storleksordningen 25 miljarder euro⁴⁶. När det gäller återhämtningen är det världens största program för forskning och innovation ”Horisont Europa” och innovationsfonden som, tillsammans med finansieringen av sammanhållningspolitiken och Life-programmet, stimulerar forskning och innovation inom klimat och miljö samt marknadsspridning, och kommer att fortsätta med detta.

Figur 3: Offentlig (vänster) och privat (höger) finansiering av forskning och innovation i energiunionens prioriteringar för forskning och innovation som andel av BNP i de största ekonomierna



*offentliga uppgifter om forskning och innovation för Kina och Italien (totalt i EU) avser 2018, uppgifter om privat forskning och innovation för 2018 är preliminära

Källa JRC⁴⁷ baserat på IEA⁴⁸, MI⁴⁹, eget arbete.

Den totala andelen offentliga investeringar i energiunionens forsknings- och innovationsprioriteringar från EU:s samtliga medlemsstater 2019 ändå 5 % lägre än 2010, men stod för en ökning med 2 % jämfört med 2015. Cirka en fjärdedel av medlemsstaterna har successivt ökat sina utgifter under tioårsperioden, samtidigt som lika många har minskat utgifterna. För resterande medlemsstater överensstämmer tendensen med EU som helhet, eller så finns ingen information om utgifter för forskning och innovation tillgänglig⁵⁰. Samtidigt som det finns ett tydligt behov av att förbättra kontrollen av investeringar inom forskning och innovation märks även en ökad vilja och ett engagemang i medlemsstaterna mot bakgrund av rapporteringen i förordningen om styrning av energiunionen 2023. Detta gäller utöver de offentliga investeringarna för forskning och innovation för att även öka de nationella insatserna för att kontrollera investeringar inom forskning och innovation från den privata sektorn. Den strategiska planen för energiteknik (SET-planen) är det främsta verktyget i Europa för att

⁴⁵ Prognoser för privata investeringar har justerats uppåt på grund av förändringar i klassificering och underliggande data.

⁴⁶ Den ökade summan jämfört med förra årets rapportering beror på översynen av prognosen för de privata investeringarna.

⁴⁷ JRC Setis https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en.

⁴⁸ Anpassat från 2021 års version av IEA:s databas över budgetar för forskning, utveckling och demonstration inom energiteknik.

⁴⁹ Mission Innovation Tracking Progress (<http://mission-innovation.net/our-work/tracking-progress/>).

⁵⁰ Detta gäller medlemsstaterna Bulgarien, Grekland, Kroatien, Lettland, Luxemburg och Slovenien.

samordna politik och finansiering om forskning och innovation om ren energiteknik på EU-nivå och nationell nivå och för att öka de privata investeringarna.

Privata investeringar i energiunionens forsknings- och innovationsprioriteringar i EU uppskattas utgöra 0,18 % av BNP (Figur 3), vilket är mer än i Förenta staterna men mindre än i andra stora konkurrerande ekonomier (Japan, Korea, Kina). Detta utgör 12 % av företagens utgifter för forskning och utveckling, vilket är mer än den uppskattade siffran på 6 % för Förenta staterna, men cirka hälften av andelen hos de större asiatiska ekonomierna.

Tendenserna med färre⁵¹ patent för ren energiteknik⁵² (sedan 2012) verkar vara på väg att vända: antalet patentansökningar per år ökar inom EU och globalt, riktning mot de nivåer som fanns för tio år sedan. EU har en större andel ”gröna” uppfinningar inom teknik för att begränsa klimatförändringarna av de totala patentansökningarna jämfört med andra stora ekonomier (och genomsnittet i världen), vilket tyder på större fokus och specialisering kring innovativa verksamheter inom detta område. EU ligger tvåa efter Japan när det gäller högvärdiga innovationer⁵³, främst på grund av Japans fördelar inom transportteknik. Dock är EU ledande när det gäller förnybar energi och energieffektivitet (Figur 4). EU har under de senaste fem åren varit hemvist för en fjärdedel av de 100 främsta företagen i fråga om högvärdiga patent inom ren energi. Dock finns det en ökande (global) oro för effekterna av teknisk dominans som finansieras av staten eller av bidrag, stängda marknader och olika bestämmelser för skydd av immateriella egendomar samt principer för innovation och konkurrenskraft i sektorn, som särskilt märks i Kina. Trots denna oro har mer än en fjärdedel av de innovationer för ren energi som genom EU-ansökningar skyddats internationellt under de senaste fem åren även nått den kinesiska marknaden. När det gäller samarbete, utöver de allianser som skapats inom EU till följd av geografisk närhet och EU:s samarbetsprogram, verkar företag inom EU samarbeta främst med sina amerikanska motsvarigheter⁵⁴. EU:s medlemsstater står för 33 % av gemensamma innovationer genom samarbeten inom EU, 29 % med Förenta staterna och endast 6 % med Kina.

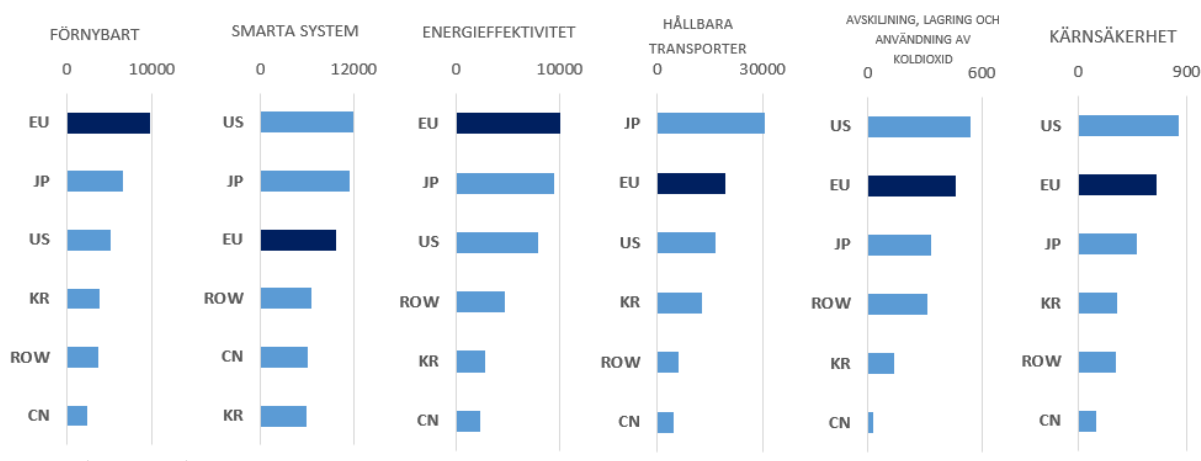
Figur 4: EU:s placering i fråga om högvärdiga patent inom energiunionens forsknings- och innovationsprioriteringar (2005–2018)

⁵¹ Utom i Kina, där lokala ansökningar fortsätter att öka, utan ansökan om internationellt skydd. (Se även: *Are Patents Indicative of Chinese Innovation?* <https://chinapower.csis.org/patents>).

⁵² Koldioxidsnål energiteknik inom ramen för energiunionens forsknings- och innovationsprioriteringar. Detta är en övergripande tendens, det fanns undantag för vissa typer av teknik (t.ex. batterier) som fortsatte att öka under perioden. Samma sak gäller för omfattande ”gröna” patent inom teknik för att begränsa klimatförändringarna.

⁵³ Högvärdiga patentfamiljer (uppfinningar) omfattar tillämpningar som rör flera patentverk, dvs. ansökan om skydd gäller flera länder eller marknader.

⁵⁴ JRC118983 Grassano, N., Hernández, H., Tübke, A., Amoroso, S., Dosso, M., Georgakaki, A. och Pasimeni, F.: *The 2020 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*.



Källa JRC⁵⁵ baserat på Europeiska patentverkets databas Patstat

2.2 Finansieringssystemet för ren teknik i EU

Riskkapitalets roll

Vidareutvecklade generationer av mogen teknik (för t.ex. solcellsenergi och vindkraft) kommer tillsammans med utvecklingen och utbyggnaden av ny teknik (t.ex. lång- och kortvarig energilagring, produktion av förnybar vätgas och dess användning i industri där det är svårt att minska koldioxidutsläppen, avskiljning och lagring av koldioxid) och särskilt den så kallade klimattekniken⁵⁶ att ha en avgörande roll i arbetet för att uppnå klimatneutralitet senast 2050.

Sedan klimatkonferensen i Paris 2015 har klimatteknik fått ett allt större utrymme, och området lockar investeringar från riskkapital som ligger i framkant när det gäller innovationer. Eftersom det tar lång tid för klimatteknik att nå mognad krävs mycket kapital för att finansiera företag i uppstartsfasen samt omfattande investeringar i forskning och innovation⁵⁷ och statliga åtgärder för att minska riskerna vid utvecklingen. Dessutom krävs införande i stor skala av ny teknik som stimulerar engagemanget från den privata sektorn.

Över hela världen har klimatteknikområdet även visat sig vara resilient mot covid-19-utbrottet⁵⁸, och det har lockat till investeringar från riskkapital, trots minskande investeringsdynamik och omfördelning av betydande riskkapital till pandemirelaterade branscher, t.ex. läkemedel samt hälso- och sjukvård⁵⁹.

⁵⁵ JRC Setis https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en.

⁵⁶ Begreppet "klimatteknik" omfattar många olika sektorer som arbetar med utmaningen att minska koldioxidutsläppen i den globala ekonomin, i syfte att uppnå nollutsläpp före 2050. Här ingår teknik för låga koldioxidutsläpp och nollutsläpp i viktiga sektorer inom energi, byggd miljö, mobilitet, tung industri samt livsmedel och markanvändning. Dessutom ingår övergripande områden som avskiljning och lagring av koldioxid eller bättre hantering av koldioxid genom t.ex. öppenhet och redovisning.

⁵⁷ Något som gett upphov till begreppet Deep Green för nystartade företag: avancerad teknik som fokuserar på miljömässiga utmaningar (t.ex. miljövänlig batteritillverkning, eldriven luftfart). Deep Green ligger i skärningspunkten mellan klimatteknik (Climate Tech) och spjutspetsteknik (Deep Tech), där den senare innebär att företagen utgår från vetenskapliga upptäckter inom teknik, matematik, fysik och medicin. Den kännetecknas av långa cykler av forskning och utveckling samt otestade affärsmodeller.

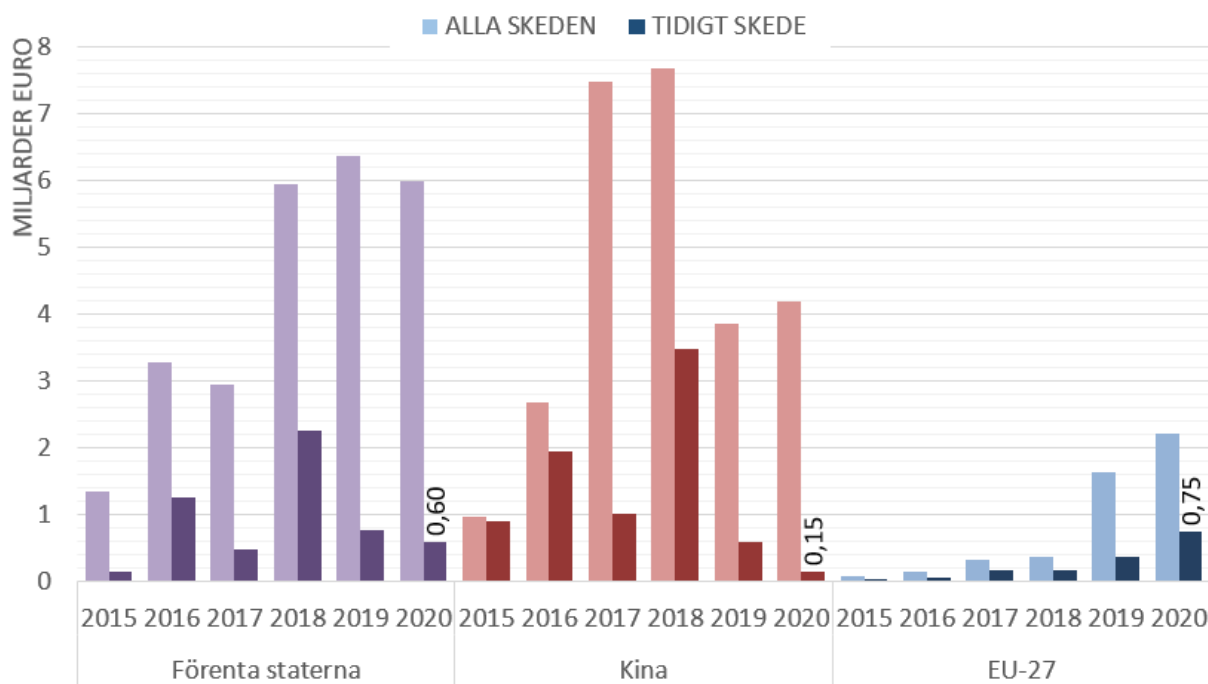
⁵⁸ IEA, World Energy Investment 2020.

⁵⁹ Bellucci, A., Borisov, A., Gucciardi, G. och Zazzaro, A., *The reallocation effects of COVID-19: Evidence from Venture Capital investments around The World*, EUR 30494 EN, Europeiska unionens publikationsbyrå, Luxemburg, 2020, ISBN 978-92-76-27082-9, doi:10.2760/985244, JRC122165.

Inom klimattekniken nådde den globala finansieringen från riskkapital 14 miljarder euro 2020⁶⁰, vilket är en ökning på mer än 1 250 % sedan 2010. Inom detta område har investeringar med riskkapital i EU-baserade tekniska nystartade och expanderande företag varit 11 gånger högre under de senaste fem åren jämfört med perioden 2009–2014, och 2020 nådde de 2,2 miljarder euro.

Under 2020 stod finansiering genom riskkapital för 16 % av den totala finansieringen för företag i EU inom klimatteknik (jämfört med endast 8 % av den totala finansieringen från riskkapital inom samtliga områden)⁶¹. Samtidigt var 2020 det första året då investeringar i ett tidigt skede för unionens nystartade företag var större än de i Förenta staterna och Kina (Figure 5).

Figur 5: Riskkapitalinvesteringar i nystartade företag och expanderande företag inom klimatteknik



Källa: JRC-rapport baserad på PitchBook-data.

De EU-baserade nystartade klimatteknikföretagen ligger dock efter andra företag när det gäller tillväxtförmåga, och de totala investeringarna inom området ligger fortfarande långt efter Förenta staterna (43 %). Under de senaste fem åren har de endast fått 6,9 % av samtliga investeringar till nystartade företag inom klimatteknik i senare skeden, vilket är långt efter Förenta staterna (44 %) och Kina (40 %)⁶².

Energiområdet stod för 8,2 % av de globala investeringarna från riskkapital inom klimatteknik 2013–2019⁶³. Europa (EU och Storbritannien) investerar en större andel riskkapital i energilösningar (23,5 %) jämfört med Förenta staterna (9,4 %) och Kina (mindre än 1 %),

⁶⁰ Vilket utgörs av mellan 4 till 6 % av den totala finansieringen från riskkapital enligt i) JRC:s rapport som baseras på PitchBook-data och ii) PwC-data baserade på Dealroom-data.

⁶¹ JRC-rapport baserad på Pitchbook-data 2021.

⁶² JRC-rapport baserad på Pitchbook-data 2021.

⁶³ PwC, *The State of Climate Tech 2020. The next frontier for venture capital*, 2020.

främst i utvecklingen av viktig teknik för produktion av förnybar energi (framför allt solcellsenergi), och för energilagring (batterier) som stöd till spridningen av denna teknik⁶⁴.

Möjligheter och begränsningar i ekosystemet med riskkapital

Både den övergripande finansieringsdynamiken med riskkapital i EU och investerare inom riskkapital och hur man lockar dem att investera i EU:s energiföretag har betydelse för antalet övergripande politiska mål inom klimat- och energiområdet som fastställts på EU- och medlemslandsnivå, tillsammans med stödverktyg för klimatteknik (t.ex. fond-i-fond, bidrag och finansiella instrument, egenkapital, skuldinstrument och saminvesteringar, samt forskning och utveckling).

Fortfarande finns strukturella hinder som bromsar ökningen av unionsbaserade expanderande klimatteknikföretag jämfört med Förenta staterna och Kina, som till exempel EU:s splittrade marknad och lagstiftning som begränsar tillväxten och som leder till varierande mognad i ekosystemen för riskkapital. Svårigheterna med att omsätta starka EU-forskningsresultat till innovation, behovet av en tydlig väg från finansiering i ett tidigt skede till investeringar i tillväxtskedet, behovet av att skapa internationella samarbeten och gränsöverskridande finansiering samt bristen på långsiktigt kapital finns också bland de främsta problemen som måste lösas.

Därför syftar den tredje pelaren i Horisont Europa, ”Innovativa Europa”, till att stötta utvecklingen av banbrytande innovationer som skapar nya marknader, genom Europeiska innovationsrådet (EIC), som en enda kontaktpunkt för att hjälpa innovatörer att skapa marknader, öka den privata finansieringen och expandera sina företag. Horisont Europa stöttar även initiativet Europeiska innovationsekosystem och Europeiska institutet för innovation och teknik (EIT). EIT InnoEnergy har till exempel en portfölj med mer än 250 innovativa nystartade och expanderande företag som kan spara 1,1 gigaton koldioxidkvivalenter, vilket motsvarar en tredjedel av Europas mål för minskade koldioxidutsläpp till 2030, och energikostnader på 9,1 miljarder euro per år i slutet av årtiondet⁶⁵. InvestEU-programmet samt sammanhållningspolitiken stöttar även med tillgång till finansiering, främst för små och medelstora företag, men även för midcap-bolag och andra företag. Europeiska investeringsbanken och europeiska investeringsfonden ger också effektivt stöd till utvecklingen av spjutspetsteknik som behövs för att Europa ska kunna uppnå sina hållbarhetsmål.

Dessutom bidrar andra finansieringsprogram, som innovationsfonden, moderniseringsfonden och den sociala klimatfonden, till att skapa intäkter från klimatrelaterad politik som stöd för energiomställningen.

För att minska klyftan mellan EU och andra stora ekonomier när det gäller expanderande företag krävs också att man kan få privata investerare att delta mer aktivt på den europeiska riskkapitalmarknaden och i finansieringen av nystartade företag inom klimatteknik och spjutspetsteknik⁶⁶. Som ett exempel ger den gemensamma pilotfinansieringen på 100 miljoner euro som inrättats av Europeiska kommissionen, Europeiska investeringsbanken och Breakthrough Energy Ventures Europe möjlighet till att blanda institutionella (riskovilliga)

⁶⁴ PwC, *The State of Climate Tech 2020. The next frontier for venture capital*, 2020.

⁶⁵ EIT InnoEnergy, konsekvensrapport 2020.

⁶⁶ Nystartade företag inom spjutspetsteknik bygger på vetenskaplig kunskap och kännetecknas av långa cykler för forskning och utveckling samt otestade affärsmodeller. Nystartade företag inom avancerad klimatteknik använder spjutspetsteknik för att lösa miljöutmaningar.

investeringsmetoder med (mindre riskovilliga) riskkapitalmetoder ⁶⁷. Europeiska investeringsbanken bidrog till att locka privata investeringar till Northvolt, det svenska gröna batteriföretaget som grundades 2016 och som bygger Europas första kommersiella batterifabrik i Sverige. Under juni 2020 fick man in finansiering på 1,4 miljarder euro. EIT InnoEnergy gav stöd till företaget genom ett konsortium av investerare och tillgänglig finansiering från EIB: lånet på 350 miljoner euro från EIB kompletteras av 886 miljoner euro från privata investerare.

EU-taxonomin för hållbar verksamhet utgör en ram för att underlätta för hållbara investeringar och definierar miljömässigt hållbar ekonomisk verksamhet. Paketet för EU:s industristrategi 2020, inklusive EU:s standard för länder som främjar nyföretagande inom strategin för små och medelstora företag, anger att Europeiska kommissionen kommer att ta nya initiativ för att främja en ökad riskkapitalfinansiering, öka de privata investeringarna och underlätta gränsöverskridande expansion och tillväxt hos små och medelstora företag. Europeiska strategin för hållbara finanser 2021 syftar till att tillhandahålla rätt verktyg och incitament för att få tillgång till ekonomisk omställning och betona vikten av att ge stöd till små och medelstora företag. Initiativet för digital innovation och expanderande företag är inriktat på de innovativa nystartade företagens tidiga skeden samt små och medelstora företag inom spjutspetsteknik i Centraleuropa, Östeuropa och Sydösteuropa. Andra mekanismer för att öka spridningen av och kapaciteten hos innovativa lösningar är fonden för ett sammanlänkat Europa och sammanhållningsfonderna.

Genom att samordna dessa mekanismer på rätt sätt och använda synergier för flera instrument kan ytterligare förbättringar skapas för EU:s nystartade företag inom klimatteknik, vilket förbättrar och påskyndar stöd från riskkapitalfinansiering inom alla sektorer. Detta kan därmed stärka kopplingen mellan tekniska innovationer och deras tillämpning.

3. FOKUS PÅ CENTRALA TYPER AV TEKNIK OCH LÖSNINGAR FÖR REN ENERGI

I följande avsnitt bedöms konkurrenskraften hos de utvalda typer av teknik som är relevanta när det gäller det förslag till lagstiftningspaket som antogs av Europeiska kommissionen i juli 2021 för att förverkliga den europeiska gröna given.

I den här rapporten fokuserar man främst på vind- och solenergi som beräknas ha en högre relativ tillväxt fram till 2030. Sedan analyseras även teknik för energilagring, som batterier och förnybar vätgas, mot bakgrund av deras stora betydelse för att öka energisystemets totala flexibilitet, samtidigt som man optimerar integreringen av förnybar el på marknaden. När det gäller elektrifieringen av våra samhällen tittar man i undersökningen på konkurrenskraften hos värmepumpar eftersom de i stor utsträckning kan bidra till att minska koldioxidutsläppen i byggnadssektorn. I rapporten behandlas även förnybara drivmedel, som behövs för att underlätta minskningen av koldioxidutsläpp hos vissa transportsätt. Slutligen analyseras smarta nät som en övergripande teknik som kommer att underlätta kombinationen av olika typer av teknik. Varje teknik bedöms först och främst genom aktuell situation och prognos, sedan genom en analys av dess värdekedja och slutligen genom en analys av dess globala marknad.

⁶⁷ [Europeiska kommissionen, Europeiska investeringsbanken och Breakthrough Energy Ventures Europe inrättar en ny finansiering på 100 miljoner euro som stöd för investeringar i ren energi \(eib.org\).](#)

3.1 Havsbaserad och landbaserad vindkraft

Teknisk analys

Under 2020 installerades 10,5 GW vindkraftskapacitet i EU (både till havs och på land) vilket innebar att den samlade vindkraftskapaciteten uppgår till 178,7 GW⁶⁸. Den havsbaserade vindkraften har ökat från en samlad kapacitet på 1,6 GW 2010 till 14,6 GW 2020⁶⁹. De aktuella nationella målen som anges i energi- och klimatplanerna visar att målen för havsbaserad energi för 2030 (minst 60 GW) kan uppnås. De flesta havsbaserade vindkraftverk som driftsätts fram till 2030 kommer att placeras i Nordsjön (47 GW), samtidigt som omfattande kapacitet planeras i andra havsområden som Östersjön (21,6 GW), Atlanten (11,1 GW), Medelhavet (2,7 GW) och Svarta havet (0,3 GW). För att nå nya havsområden krävs vidareutveckling av flytande teknik och bättre infrastruktur i hamnarna. Byggnationen av kommande havsbaserade nät kring hybridprojekt⁷⁰, i de fall där dessa kan minska kostnaderna och den yta som behövs till havs, kommer också vara viktig för att öka andelen havsbaserad vindkraft.

Enligt aktuella prognoser för framtida kostnader för havsbaserad vindkraft med bottenfundament, förväntas de utjämnade kostnaderna för elektricitet ligga i intervallet 30–60 euro per MWh till 2050 (vilket kan jämföras med landbaserade anläggningar)⁷¹.

När det gäller landbaserad vindkraft har man märkt en långsammare ökningstakt sedan 2018, vilket beror på en måttlig utbyggnad i Tyskland på grund av komplicerade tillståndsregler och risken för rättsliga utmaningar. Åldersstrukturen i EU:s landbaserade och havsbaserade vindkraft innebär att uppgraderingar kommer att ha en avgörande betydelse under kommande år. Att ersätta vindturbiner i slutet av sin livslängd med nya turbiner, eller att förlänga deras livslängd genom att uppgradera vissa av komponenterna, är en möjlighet att modernisera anläggningarna och att använda resurserna på platser med de bästa vindförhållandena. Detta kan förbättra den sociala acceptansen, eftersom de befintliga vindkraftverken finns kvar samtidigt som de skapar sysselsättningsmöjligheter och intäkter i lokalsamhället. Avveckling och förnyelse av befintliga vindkraftverk innebär dock en utmaning sett till resurseffektivitet, tillgång på råmaterial och avfallsgenerering, eftersom många komponenter i de befintliga vindkraftverken ännu inte kan återanvändas eller återvinnas. Cirkularitet för vindkraftverk kräver fortsatta insatser för forskning och innovation samt utbyggnad. När vindkraftsverksägarna står inför valet mellan avveckling och olika uppgraderingslösningar spelar elpriser, stödordningar och tillståndsförfaranden in. I dag står landbaserad vindkraft för 13,7 % av den totala elproduktionen (2020). I klimatplanen för 2030 räknar man med en produktion på 847 TWh från landbaserad vindkraft under 2030 (andel av den totala elproduktionen: 27,3 %), och 2 259 TWh under 2050 (andel: 32,9 %)⁷².

⁶⁸ JRC baserat på GWEC, 2021.

⁶⁹ JRC baserat på GWEC, 2021.

⁷⁰ En så kallad havsbaserad hybridtillgång har dubbla funktioner, där man kombinerar transport av havsbaserad vindkraft till kusten (till konsumenter) och sammanlänkningskablar. Se skäl 66 i förordning 2019/943 om den inre marknaden för el, samt COM(2020) 741 final, s. 14.

⁷¹ Beiter P., Cooperman A., Lantz E., Stehly T., Shields M., Wiser R., Telsnig T., Kitzing L., Berkhout V., Kikuchi Y. (2021) *Wind power costs driven by innovation and experience with further reductions on the horizon*, WIREs Energy Environ. 2021.

⁷² Europeiska kommissionens CTP-MIX.

Under det senaste årtiondet har privata forsknings- och innovationsutgifter för vindteknik legat konstant på mellan 1,6 och 1,9 miljarder euro per år⁷³. Under den här perioden var det mer än tio gånger så mycket som de offentliga forsknings- och utvecklingsinvesteringarna.

EU är med sina 57 % under 2015–2017 en global ledare när det gäller högvärdiga patent inom vindkraftteknik. De andra stora ekonomierna har 18 % (Förenta staterna), 11 % (Japan), 5 % (Kina) och 1 % (Korea)⁷⁴. De främsta länderna i fråga om högvärdiga patent 2015–2017 var Danmark, Tyskland, Förenta staterna, Japan och Kina. Stora tillverkare av originalutrustning i EU (OEM-tillverkare) står för de flesta högvärdiga patenten, trots att det skett en minskning sedan 2012 på grund av stark konkurrens i fråga om sådana patent från stora företag i Förenta staterna (t.ex. General Electric) och Japan (t.ex. Mitsubishi Heavy Industries och Hitachi). EU:s forskningsorganisationer som arbetar med vindkraft är bland de mest kända på området. När det gäller citatverkan är det nio organisationer bland de 20 främsta som finns i EU.

Analys av värdekedjan

Vindbaserad energiproduktion är en strategisk industri för Europa. Man uppskattar att sektorn ger cirka 240 000–300 000 arbetstillfällen⁷⁵. De flesta europeiska tillverkningsanläggningarna ligger i landet där företaget har sitt huvudkontor eller i länder där vindkraften byggs ut. Av de aktiva företagen inom vindkraft har 48 % sitt huvudkontor i EU. Det finns 214 vindkraftsanläggningar i EU (26 % av det totala antalet anläggningar globalt)⁷⁶. Under 2018 hade värdekedjan för vindkraft i EU en omsättning på 36 miljarder euro⁷⁷.

EU:s vindkraftssektor har visat sin förmåga att kunna förnya sig. EU är ledande när det gäller den del av värdekedjan som omfattar sensor- och övervakningssystem för landbaserade vindkraftverk, inklusive forskning och tillverkning. EU:s vindkraftsindustri har även stor tillverkningskapacitet när det gäller viktiga och kostsamma komponenter i vindkraftverken (torn, växellådor och rotorblad), samt komponenter med kopplingar till andra industrisektorer (generatorer, kraftomvandlare och styrsystem).

Det krävs emellertid fler insatser för att förbättra cirkulariteten för komponenter inom vindkraften. Det behövs även forskning om hur den havsbaserade vindkraften sammantaget påverkar havens ekosystem.

Global marknadsanalys

Bland de tio främsta OEM-tillverkarna 2018 hade europeiska tillverkare 43 % av marknadsandelarna, följt av kinesiska (32 %) och nordamerikanska (10 %) företag. De europeiska OEM-tillverkarna inom vindkraftssektorn har haft en ledande position under de senaste åren. Under 2020 passerades de för första gången av kinesiska tillverkare (EU: 28 %, Kina: 42 %)⁷⁸, vilket kan förklaras med en ökning av antalet nya anläggningar på den kinesiska

⁷³ WindEurope, 2021.

⁷⁴ JRC baserat på Europeiska patentverkets databas Patstat.

⁷⁵ WindEurope, 2021.

⁷⁶ WindEurope, 2021.

⁷⁷ JRC, på uppdrag av GD Inre marknaden, industri, entreprenörskap samt små och medelstora företag, *European climate-neutral industry competitiveness scoreboard* (CIndECS) (utkast, 2021). IEA-koder: 32 Wind Energy.

⁷⁸ Vid analys av de tio främsta OEM-tillverkarna sett till marknadsandelar. Global Wind Energy Council (GWEC) 2020, *Global Offshore Wind Report*, 2020.

vindkraftmarknaden efter Kinas omställning från inmatningspriser till stödordningar som bygger på upphandling.

EU har haft en positiv handelsbalans inom vindkraftsrelaterad utrustning under de senaste 20 åren. En viss stagnation har dock noterats när det gäller tillväxten för den här indikatorn⁷⁹. Detta beror till viss del på att utvecklingen i andra ekonomier minskar betydelsen av EU:s fördel som teknikpionjär, men det beror även på en policy gentemot tredjeland som syftar till att skydda den inhemska marknaden eller tvinga EU-företag att lokalisera sin produktionskapacitet (t.ex. genom krav på lokalt innehåll). För att illustrera detta har exporten av generatoraggregat för vindkraft till Kina minskat drastiskt sedan 2007 efter att en stödjande politisk ram införts för landets inhemska industri. Exporten har inte återhämtat sig. Däremot gick 21 % av den kinesiska vindrelaterade exporten 2018 till EU, vilket motsvarar nästan 10 % av EU-marknaden.

Sedan 2016 har resultatet före räntor och skatter (EBIT) hos unionens OEM-tillverkare minskat på grund av stor konkurrens inom turbinbeställningar, främst under 2017–2018, samt ökade materialkostnader för viktiga turbinkomponenter. Trots rekordåret för installationer 2020⁸⁰ påverkades dessa faktorer ytterligare genom covid-19 som skapade logistiska utmaningar för samtliga tillverkare.

Många råvaror av avgörande betydelse för vindkraftverk importeras från Kina⁸¹ där även största delen av försörjningskedjorna i tidigare led finns. Eventuella utmaningar i framtiden med materialtillgång skulle kunna utgöra en risk för EU:s vindkraftsindustri. Det har även uppkommit frågor kring miljön eftersom rotorbladen av kompositmaterial är svåra att återvinna när de nått slutet av sin livslängd. Enligt kommissionens åtgärdsplan för råvaror av avgörande betydelse 2020⁸² pågår insatser för att tillgången på råvaror av avgörande betydelse, från både primära och sekundära källor, ska diversifieras. Dessutom ska resurseffektiviteten och cirkulariteten förbättras samtidigt som ansvarsfull anskaffning främjas globalt. Cirkularitet, inklusive återanvändning, återvinning och ersättning är dessutom prioriterade innovationsområden för att minska dessa risker samtidigt som sektorns hållbarhet ska förbättras. Dessa åtgärder ingår i arbetsprogrammet 2021–2022 för Horisont Europa. Den europeiska vindkraftsindustrin har även förbundit sig att återanvända, materialåtervinna eller på annat sätt återvinna alla de rotorblad som tagits ur drift. Dessutom vill man skapa en färdplan för att ytterligare förbättra cirkulariteten för rotorblad⁸³.

EU har kommersialiserat 42 % av den globala havsbaserade vindkraftsmarknaden, med en sammanlagd installerad kapacitet på 14,6 GW 2020. Det kommande årtiondet förväntas Europa bibehålla sin ledande position för den årliga tillväxten av havsbaserad vindkraft. Dock förväntas även Kina, Stillahavsområdet och Nordamerika ta betydande marknadsandelar (dvs. installerad kapacitet) för havsbaserade vindkraftssegment⁸⁴ under de kommande åren. När det gäller den landbaserade vindkraften kommer den största marknaden att finnas i Kina (genomsnittlig årlig

⁷⁹ JRC baserat på Eurostat (Comext).

⁸⁰ Global Wind Energy Council, *Global Wind Report*, 2021.

⁸¹ Europeiska kommissionen, *Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study*, 2020.

⁸² COM (2020) 474 final. *Resiliens för råmaterial av avgörande betydelse: Att staka ut vägen mot ökad trygghet och hållbarhet*.

⁸³ [Wind industry calls for Europe-wide ban on landfilling turbine blades | WindEurope](#).

⁸⁴ Global Wind Energy Council (GWEC) 2020, *Global Offshore Wind Report*, 2020.

marknadsandel på cirka 50 % under perioden 2020–2025), följt av Europa (18 %), Nordamerika (14 %) och Asien (exklusive Kina) (8 %).

Den europeiska havsbaserade vindkraften vid hamnar (aktuell uppskattad ökad produktionskapacitet: 6–8 GW/år) kommer att behöva växa väsentligt för att nå den årliga ökade kapaciteten på cirka 16 GW som krävs för att uppfylla behovet under perioden 2030–2050⁸⁵.

3.2 Solceller

Teknisk analys

Solcellsenergi framstår som en mycket stor och innovativ industri som växer oväntat fort. Detta beror på en kombination av påskyndad teknikutveckling, utbyggnadspolitik och driftsättning av storskaliga tillverkningsanläggningar med låga kostnader, främst i Asien. Tekniken står i centrum för framtidens klimatneutrala elproduktionssystem.

Man beräknar att mer än 3,1 TW solcellsenergikapacitet kommer att finnas över hela världen 2030 och cirka 14 TW 2050. De investeringar som behövs under perioden 2020–2050 för ytterligare solcellsenergikapacitet uppskattas till cirka 4,2 biljoner US-dollar⁸⁶. I EU uppskattas 0,4 TW solcellsenergikapacitet vara installerad till 2030 (varav nära 160 GW till 2021) och 1 TW till 2050^{87,88}. Industrins egna scenarier tyder på ett ännu mer omfattande genomslag⁸⁹.

Systemen för bostadsfastigheter som dominerade i EU för fem år sedan hamnar nu på andra plats (25,4 %) efter det allmännyttiga segmentet (30,5 %) när det gäller andel installerad kapacitet. Efter toppen av investeringar 2011 har EU:s totala andel av de offentliga investeringarna inom forskning och demonstration av solcellsenergi minskat. Nu ligger den under den nivå som den hade i början av årtiondet⁹⁰.

Under det senaste året har EU halkat ned från andraplatsen när det gäller högvärdiga uppfinningar (efter Japan) till tredje plats (efter Japan och Korea)⁹¹. Om den här trenden fortsätter kommer även kinesiska högvärdiga uppfinningar snart att passera EU. När det gäller livskraften hos EU:s tillverkare håller särskilt utformningen av celler och moduler på att bli allt mer komplex, vilket kräver ytterligare investeringar för att spjutspetstekniken ska kunna vidareutvecklas.

Analys av värdekedjan

EU är en global ledare inom flera delar i värdekedjan för solcellsenergi: forskning och utveckling, framställning av polykristallint kisel, utrustning och maskiner för produktion av solcellsenergi⁹².

⁸⁵ JRC Wind manufacturer database, 2021, och WindEurope, 2020.

⁸⁶ Europeiska kommissionens CTP-MIX.

⁸⁷ IEA, *WEO 2020 Sustainable Development Scenario*.

⁸⁸ International Renewable Energy Agency (IRENA), *World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway*, 2019.

⁸⁹ https://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2020/04/SolarPower-Europe-LUT_100-percent-Renewable-Europe_mr.pdf?cf_id=11789.

⁹⁰ JRC 2021, baserat på IEA-data.

⁹¹ JRC 2021, baserat på Europeiska patentverkets databas Patstat.

⁹² BNEF, *Solar PV Trade and Manufacturing, A Deep Dive*, 2021.

Inom EU finns en av de ledande tillverkarna av polykristallint kisel. Dessutom är EU-företagen mer konkurrenskraftiga inom senare led i värdekedjan, där de har viktiga roller för övervakning och kontroll, samt balansering mellan systemets olika segment, särskilt tillverkning av växelriktare och solföljare. Europeiska företag har även bibehållit en ledande position när det gäller driftsättningssegmentet.

EU har dock tappat marknadsandelar inom tillverkning av solceller och moduler. Om den europeiska tillverkningsindustrin för solceller med kisel och moduler återhämtar sig, vilket inte verkar allt för orealistiskt med tanken på antalet möjliga projekt, är efterfrågan på vissa råvaror av avgörande betydelse som bor, gallium, germanium och indium något som man behöver fokusera på inom leveranskedjan. En nyligen genomförd undersökning⁹³ visar att EU är bäst när det gäller producerad energi jämfört med vad som används för att tillverka och driva system för solcellsenergi, följt av Kina och Förenta staterna. Samtidigt har EU även den lägsta koldioxidintensiteten för energi från solceller, följt av Förenta staterna och Kina. EU har även den högsta energiavkastningen i förhållande till koldioxidutsläpp. Där hamnar Kina sist, medan Förenta staterna ligger i mitten⁹⁴. Den här indikatorn återspeglar koldioxidintensiteten i produktionscykeln för den el som används i tillverkningsprocesserna.

Under 2018 fanns det 109 000 direkta och indirekta arbetstillfällen inom solcellsenergi i unionen, en siffra som ökat med 42 % under perioden 2015–2018⁹⁵. De preliminära resultaten från nyare undersökningar visar att det fanns cirka 123 000 direkta och 164 000 indirekta heltidsanställda inom unionens solcellsenergiindustri under 2020, vilket ger totalt 287 000 arbetstillfällen⁹⁶.

Sett till yrkesfärdigheter finns det en högutbildad arbetsstyrka i solcellssektorn inom områdena forskning och utveckling, framställning av kisel och halvledarplattor samt tillverkning av celler och moduler. Tekniskt arbete, upphandling och uppförande, drift och underhåll samt avveckling och återvinning är också krävande verksamheter som efterfrågar hög kompetens.

Global marknadsanalys

Med ökningen av installationer av solcellssystem har handelsunderskottet för EU när det gäller import av solcellsmoduler börjat att öka igen sedan 2016, efter en minskning 2011–2016, på grund av att nyinstallation av solcellssystem minskade. Det har ökat till mer än 5,7 miljarder euro 2019. Obalansen överensstämmer med importvolymen, eftersom exporten inte har ändrats dramatiskt under åren. EU:s import av solceller är mycket beroende av företag från Kina och andra delar av Asien⁹⁷.

Tillverkningen av polykristallint kisel, göt och halvledarplattor tillsammans med tillverkningen av solceller och moduler har för närvarande ett globalt värde på cirka 57,8 miljarder euro. EU:s andel (12,8 %) motsvarar 7,4 miljarder euro. Den här andelen beror främst på tillverkning av polykristallint kisel. Nästan hela ökningen inom tillverkning av solceller och moduler har skett utanför EU⁹⁸. Med ökande efterfrågan både på den europeiska marknaden och i resten av världen och ny produktionsteknik som utvecklas visar de europeiska tillverkarna återigen ett

⁹³ F. Liu och J.C.J.M. van den Berg, *Energy Policy* 138 (2020) 111234.

⁹⁴ F. Liu och J.C.J.M. van den Berg, *Energy Policy* 138 (2020) 111234.

⁹⁵ JRC 2021, baserat på EurObserv'ER-data.

⁹⁶ Solar Power Europe, *Solar PV job market study for the European Union*, 2021.

⁹⁷ JRC:s rapport: EU:s handel med energiteknik – <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107048>.

⁹⁸ JRC, kortfattat om solceller 2021.

intresse för att öka produktionskapaciteten inom EU med hjälp av den senaste tekniken. I detta avseende välkomnar Europeiska kommissionen i sin uppdaterade industristrategi för Europa⁹⁹ insatser som genomförts inom det industrileda europeiska solenergiinitiativet för att öka tillverkningen av solceller. Flera projekt har redan påbörjats inom EU för tillverkning av halvledarplattor, solceller och moduler. Europeiska kommissionen kommer att offentliggöra ett meddelande om solenergi 2022.

Prosumenternas roll och energigemenskaper

Utnyttjandet och produktionen av förnybar energi, t.ex. solcellsenergi, men även energieffektiviteten kan förbättras genom energigemenskaper som gör att konsumenterna kan få en aktiv roll på energimarknaden. I dag deltar minst två miljoner europeiska medborgare i fler än 8 400 energigemenskaper som tillsammans har genomfört minst 13 000 projekt sedan 2000¹⁰⁰. Den totala förnybara kapaciteten hos energigemenskaper i Europa kan för närvarande uppskattas till åtminstone 6,3 GW vilket bidrar till cirka 1–2 % av den nationella kapaciteten. Högst bidrag finns i Belgien med 7 %. Den största delen av den installerade kapaciteten kommer från solceller följt av landbaserad vindkraft. En försiktig uppskattning av det totala investerade beloppet uppgår till åtminstone 2,6 miljarder euro¹⁰¹.

I dag finns det energigemenskaper med olika juridisk form. Verksamhetsområden, teknikportföljer, storlek och medlemskapstyper varierar. För närvarande ökar människors tekniska medvetenhet och acceptans genom energigemenskaper, samtidigt som energieffektivitet främjas och förnybar el och värme produceras och distribueras. Dessutom tillhandahålls tjänster kring e-mobilitet och konsulttjänster för energirådgivning. Inom dessa grupper experimenterar man på ett innovativt sätt med affärsmodeller och koncept för självförsörjning vilket gynnar de lokala samhällena. Energigemenskapernas fortlevnad och utbyggnad i Europa är beroende av gynnsam lagstiftning och ekonomiska incitament samt konkurrenskraften hos den teknik som är tillgänglig för medborgarna.

Samtidigt som EU:s politiska ramar vill främja utvecklingen av energigemenskaper i alla delar av EU¹⁰², inklusive över gränserna, kommer mycket av detta att bero på i vilken utsträckning som medlemsstaterna kommer att genomföra möjliggörande ramar för den här typen av modeller¹⁰³. Inom ramen för de nationella energi- och klimatplanerna finns redan ett krav på att medlemsstaterna ska rapportera om gemenskaper för förnybar energi. Dock är det endast ett fåtal medlemsstater som i sina nationella energi- och klimatplaner inkluderar kvantitativa mål och konkreta åtgärder för att kunna utveckla energigemenskaper. För att främja utvecklingen av energigemenskaper inom ramen för EU-direktivet håller kommissionen på att inrätta ett register över energigemenskaper som kommer att bidra till spridning av bästa praxis och ge tekniskt stöd för utveckling av konkreta initiativ till energigemenskaper i alla delar av EU.

På samma sätt som i energigemenskaperna kommer EU:s ram att stötta en ökad egenanvändning (dvs. prosumenter) med kravet att enskild och gemensam egenanvändning samt undantag från nättariffer ska kunna användas. Återigen beror mycket av detta på

⁹⁹ Uppdatering av industristrategin 2020: en starkare inre marknad för EU:s återhämtning, COM (2021) 350 final.

¹⁰⁰ Schwanitz, V. J., Wierling, A., Zeiss, J. P., von Beck, C., Koren, I. K., Marcroft, T., ... Dufner, S. (22.8.2021). *The contribution of collective prosumers to the energy transition in Europe - Preliminary estimates at European and country-level from the COMETS inventory*. <https://doi.org/10.31235/osf.io/2ymuh>.

¹⁰¹ Se ovan.

¹⁰² Inklusive ekonomiskt stöd som tillgängliggörs genom sammanhållningspolitiken.

¹⁰³ Består av det omarbetade direktivet om förnybar energi och elmarknadsdirektivet. I båda direktiven anges villkor för medlemsstaterna för att inkludera möjligheter till gränsöverskridande genomförande av energigemenskaper i sina nationella instrument.

lagstiftningens utformning, tillämpliga nätverkstariffer och skatter samt kontaktpunkter för information för att främja gemensam egenanvändning i flerfamiljshus och på andra platser, om medlemsstaterna beslutar om detta. Rättsliga hinder och ogynnsam beskattning kan utgöra allvarliga begränsningar i arbetet med att öka egenanvändningen.

3.3 Värmepumpar för byggnadstillämpningar

Teknisk analys

Värmepumpar för byggnadstillämpningar¹⁰⁴ används i stor utsträckning och är kommersiellt tillgängliga. De kan klassificeras efter vilken källa som den förnybara energin hämtas från (luft, vatten eller jord), vilket fluidum som används för värmeöverföring (luft eller vatten), syftet (rumskyllning eller uppvärmning, varmvattenberedning) och vilka marknadssegment de används för (bostäder, kommersiella byggnader och värmenät).

Värmeproduktion från värmepumpar har ökat med 11,5 % per år under de senaste fem åren i EU och den nådde 250 TWh under 2020¹⁰⁵. Tendensen är att det sker en ökning i produktionen eftersom eluppvärmning kommer att vara en viktig bidragande del till byggnadssektorns väg mot klimatneutralitet.

Värmepumpar är mycket effektiva. En typisk årsvärmefaktor är 3 vilket innebär att för varje kWh el som förbrukas genereras 3 kWh värme¹⁰⁶. Detta innebär att drift av värmepumpar för uppvärmning av byggnader endast är kostnadseffektivt jämfört med gaspannor om prisförhållandet mellan el och gas inte överstiger 3. Förhållandet varierar mycket mellan medlemsstaterna, från 1,5 till 5,5¹⁰⁷, vilket ofta beror på högre skatter och avgifter för el jämfört med fossila bränslen och bristen på internalisering av externa kostnader för utsläpp av växthusgaser i priserna på gas och olja. Dessa frågor ingår i det politiska paketet som presenterades i juli 2021 enligt den europeiska gröna given, särskilt genom ändringsförslagen för direktivet om energibeskattnings och införandet av ett nytt utsläppshandelssystem för byggnads- och vägtransportsektorerna.

Värmepumpssektorn kännetecknas av en global och konkurrenskraftig marknad där innovation är av största vikt. Anpassningarna till de framväxande EU-förordningarna och strategierna om klimat och miljö konkurrerar med förbättringar av produktprestanda samt kostnaderna inom små, medelstora och stora företag i EU, där forsknings- och utvecklingskapaciteten är begränsad. Anpassningarna innebär emellertid möjligheter för industrin att föreslå innovativa produkter.

Under perioden 2011–2021 har mer än 37 % av marknaden för värmepumpsteknik tillhört EU enligt de mest citerade vetenskapliga publikationerna. På andra plats kommer Kina (23 %) tätt följt av Förenta staterna (20 %). EU är även ledande när det gäller uppfinningar inom ”värmepumpar för byggnadstillämpningar, främst för uppvärmning”: under perioden 2015–2017 lämnades 42 % av ansökningarna om högvärdiga uppfinningar in i EU, följt av Japan (20 %), Förenta staterna (8 %) Sydkorea (7 %) och Kina (4 %)¹⁰⁸.

¹⁰⁴ Industriella värmepumpar ingår inte i den här rapporten.

¹⁰⁵ Databas hos European Heat Pump Association.

¹⁰⁶ Faktorn kan vara högre eller lägre beroende på klimatzon, värmekällans utformning och temperatur.

¹⁰⁷ *Energipriser och energikostnader i Europa*, COM(2020) 951 final.

¹⁰⁸ JRC, baserat på Europeiska patentverkets databas Patstat. CPC-koder: Y02B 10/40, 30/12, 30/13, 30/52.

Mot bakgrund av den här kunskapen och innovationsbasen har EU:s forskningsinstitut och industrin möjlighet att föreslå innovationer. Under perioden 2014–2020 fick värmepumpsprojekt för byggnadstillämpningar finansiering på 146,8 miljoner euro inom Horisont 2020, EU:s program för forskning och innovation. Den största andelen ägnades åt att integrera värmepumparna med andra förnybara källor (60,9 %), att jämföra med utvecklingen av värmepumpar för bostadsändamål (6,5 %) och för fjärrvärme (32,6 %).

Analys av värdekedjan

Enligt Euroobserver¹⁰⁹ uppgick omsättningen för värmepumpar i EU till 26,6 miljarder euro 2018, en ökning med 18 % jämfört med 2017. Samtidigt innebar sektorn 222 400 direkta och indirekta arbetstillfällen under 2018, en ökning med 17 % jämfört med 2017. Dessa uppgifter inkluderar alla typer av värmepumpar, inklusive värmepumpar av typen luft-till-luft som endast används till kylning eller för uppvärmning och kylning, vilket utgjorde 86 % av de enheter som såldes under 2019.

Sett ur kompetensperspektiv har värmepumpssektorn en välutbildad arbetsstyrka inom områdena forskning och utveckling, komponenter och värmepumpstillverkning, samt värmeteknikingenjörer och geologer, installatörer (inklusive borrhare) samt service- och underhållspersonal.

Global marknadsanalys

Asien och Amerika dominerar exporten på luftkonditioneringsmarknaden¹¹⁰ när det gäller värmepumpar av typen luft-till-luft. Obalansen är inte lika tydlig när det gäller reversibel luftkonditionering¹¹¹: de asiatiska länderna är fortfarande marknadsledande, följt av de europeiska länderna. När det gäller ”värmepumpar främst för uppvärmning”¹¹² är det EU-länderna som leder exporten, följt av Asien. Under de senaste fem åren har dock EU:s marknadstillväxt inom ”värmepumpar främst för uppvärmning” begränsats av importen från Asien, som ökat i genomsnitt 21 % per år 2015–2020. Handelsbalansen har därmed minskat från ett överskott på 249 miljoner euro 2015 till ett underskott på 40 miljoner euro 2020.

På grundval av prognoser från EU:s långsiktiga strategi¹¹³ förväntas försäljningen av värmepumpar öka snabbt fram till 2030 inom unionen på grund av elektrifieringen av uppvärmningen i byggnadssektorn, följt av en långsammare spridning och tillväxt därefter. Den snabbare spridningen inom EU:s pionjärmarknad är en möjlighet för EU:s industrier att växa och utveckla en konkurrenskraftig produktion till 2030 i stället för att vänta in en hållbar tillväxt globalt, enligt IEA:s prognos¹¹⁴.

De höga kostnaderna i Europa beror delvis på mycket uppdelade marknader med nationellt fokus. I vissa fall skiljer sig lagstiftningen åt mellan länderna, främst för krav på produktgodkännanden och tillståndsregler. Bättre marknadsföring och distributionsnätverk i och utanför EU, samt eventuellt mer samarbete med partner med liknande kompetenser skulle kunna bidra till att öka konkurrenskraften hos EU-företagen. För att betona den betydande

¹⁰⁹ EurObserver, *The state of renewable energies in Europe*, 2019.

¹¹⁰ UN-COMTRADE 8415 ”luftkonditioneringsapparater”.

¹¹¹ UN-COMTRADE 841581 ”luftkonditioneringsapparater inklusive en ventil för reversering (reversibla värmepumpar)”.

¹¹² UN-COMTRADE 841861 ”värmepumpar, exklusive luftkonditioneringsapparater enligt rubrik 8415”.

¹¹³ Djupgående analys av den långsiktiga strategin, COM(2018) 773 final.

¹¹⁴ IEA, *Net zero by 2050*, maj 2021.

rollen som värmepumparna har i de integrerade energisystemen har kommissionen i sitt meddelande "En renoveringsvåg för Europa" meddelat att man vill främja användningen av värmepumpar ytterligare¹¹⁵. Kommissionen vill även förtydliga värmepumparnas roll när det gäller flexibiliteten i energisystemen, till exempel genom att utveckla nätföreskrifter om efterfrågefleksibilitet.

3.4 Batterier

Teknisk analys

I rapporten fokuserar man på batterier med litiumjonteknik, mot bakgrund av dess betydelse för elektromobiliteten, som står för den största efterfrågan på batterier i anslutning till omställningen till ren energi¹¹⁶. I det mer allmänna energisystemet kommer stationära batterier att vara viktiga för energilagring, vilket innebär ett stort energitillskott från intermittenta förnybara energikällor i elmixen. Dessutom finns det en stor potential när det gäller elfordons samverkan med elnätet som bör utforskas.

Under 2020 blev elfordon kostnadsmässigt konkurrenskraftiga på mer än 50 % av den totala europeiska fordonsmarknaden, baserat på den totala ägandekostnaden. Genomsnittspriserna på litiumjonbatterier för elfordon har minskat med 89 % i reala termer sedan 2010 till 137 US-dollar per kWh (115 euro per kWh) 2020. Fram till 2023 beräknas de genomsnittliga batteripriserna ha sjunkit till 101 US-dollar per kWh och till 2027 förväntas inköpspriserna för elfordon vara lägre än för konventionella bilar¹¹⁷.

Batteriernas energitäthet hos elfordonen ökar med 7 % per år¹¹⁸ medan den genomsnittliga storleken på batterierna hos lätta elfordon (renodlade elfordon och hybridfordon) ökade från 37 kWh 2018 till 44 kWh 2020. Batterierna för rena elbilar ligger i de flesta länder på 50–70 kWh¹¹⁹. Tendenserna i riktning mot större bilar hotar vinsterna i energieffektivitet och tillgången på råvaror av avgörande betydelse.

Utbyggnaden av batteriteknik i EU har nått historiska nivåer, där elfordon stod för 10,5 % av fordonsmarknaden 2020 (en ökning från 3 % 2019)¹²⁰, även om det fortfarande finns stora skillnader inom unionen. Försäljningen av elfordon sträcker sig från 0,5 % i Cypern till 32 % i Sverige. Antalet elfordon på vägarna fördubblades till mer än två miljoner fordon i EU under 2020, vilket motsvarar en lagringskapacitet på 60 GWh. Fram till 2030 förväntas det finnas mer än 50 miljoner elfordon på unionens vägar¹²¹.

Den nya marknaden för stationära batterier i EU växte till cirka 1,3 GWh under 2020, med en samlad installerad kapacitet på cirka 4,3 GWh (främst litiumjonbatterier)¹²². Genom att främja egenanvändning har Tyskland tagit två tredjedelar av den europeiska marknaden för batterilagring i bostadshus (2,3 GWh)¹²³. Stationära batterier kan komma att lagra nästan lika mycket 2030 som pumpkraftverk kan göra i dag, mätt i omsatt energi. Litiumjonbatterier kan

¹¹⁵ En renoveringsvåg för Europa – miljöanpassa våra byggnader, skapa jobb och förbättra liv, COM(2020) 662 final.

¹¹⁶ Avicenne energy, *EU battery demand and supply (2019-2030) in a global context*, 2021.

¹¹⁷ BloombergNEF, *Electric Vehicle Outlook 2021*, 2021.

¹¹⁸ BloombergNEF, *Electric Vehicle Outlook 2021*, 2021.

¹¹⁹ IEA, *Global EV outlook 2020*, 2021.

¹²⁰ Transport and Environment, *CO2 targets propel Europe to 1st place in e-mobility race*, 2021.

¹²¹ Centralt MIX-scenari i förslagen inom 55 %-paketet.

¹²² EASE, *EMMES 5.0 market data and forecasts electrical energy storage*, 2021.

¹²³ Solar Power Europe, *European market outlook for residential battery storage 2020-2024*, 2020.

ge en effektiv lagring i upp till fem timmar, medan nyare teknik, inklusive flödesbatterier, kan lagra energin under längre tid.

När det gäller ytterligare kostnader ligger priset för tillämpningar med litiumjonbatterier i energinätet mellan 300 och 400 euro per kWh medan kostnaden för lagringssystem i hemmet är drygt det dubbla. Nyckeln till ökad utbyggnad av dessa system i Europa är att minska kostnaderna för batterienergisystem till hälften av priset i dag¹²⁴.

Det finns två planerade viktiga projekt av gemensamt europeiskt intresse för flera miljarder euro¹²⁵ och som inkluderar 12 medlemsstater och dussintals företag och forskningsorganisationer för att lyfta fram batterier i finansieringen av forskning och innovation. EU har i sin tur avsatt 925 miljoner euro till ett partnerskap om batterier inom Horisont Europa för perioden 2021–2027.

Analys av värdekedjan

Trots ökande intresse för utvinning i Europa, särskilt av litium och naturlig grafit när det gäller batterier, krävs en utbyggd försörjning av primära och sekundära råmaterial för batterier för att hålla jämna steg med den ökande efterfrågan på batterimaterial¹²⁶. EU är till stor del beroende av internationell handel för tillgång på kobolt, litium och grafit och dessa material finns med i EU:s förteckning över material av avgörande betydelse¹²⁷. Även om tillgången på nickel är mer spridd förlitar sig EU på import av material med hög renhet som krävs för batteritillverkning, med en andel på cirka 56 %. Framtida anod- och katodmaterial som kisel, titan och niob finns också med i EU:s förteckning över material av avgörande betydelse¹²⁸.

Bortsett från raffinering av kobolt (där EU är tvåa efter Kina) har EU i allmänhet en svag ställning när det gäller raffinering av batterirelaterade material. EU har starka aktörer inom katodmaterial men är fortfarande en nettoimportör av katodmaterial från Asien. Produktionskapaciteten för battericeller förväntas nå 400 GWh och i stor utsträckning täcka det inhemska behovet 2025¹²⁹.

Under 2021 nådde dotterbolag i EU till utländska, främst koreanska, företag upp till 44 GWh produktionskapacitet för litiumjonceller¹³⁰. Samtidigt kommer tio företag med huvudkontor i EU att inleda produktionen av litiumjonceller under kommande år. Ledande världsproducenter bygger också fabriker i EU. Produktionskapaciteten för litiumjonceller ökar i EU och uppgår till 6 % av den globala kapaciteten 2021¹³¹, vilket är en ökning från 3 % 2018. Europeiska tillverkare upprätthåller en stark ställning inom särskilda litiumjontillämpningar, men fortsätter att vara beroende av asiatiska företag när det gäller utrustning för tillverkning av battericeller¹³².

¹²⁴ Batteries Europe, *WG on stationary integration*, 2021.

¹²⁵ IP/21/226: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sv/IP_21_226.

¹²⁶ Aperio Intelligence Ltd. – på uppdrag av Eurobattery Minerals, *Critical materials and e-mobility*, 2021.

¹²⁷ Europeiska kommissionen, industri, entreprenörskap samt små och medelstora företag https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en.

¹²⁸ Europeiska kommissionen, *Study on the resilience of critical supply chains for energy security and clean energy transition during and after the COVID-19 crisis*, 8 oktober 2021.

¹²⁹ IP/21/1142: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_21_1142.

¹³⁰ EBA 250.

¹³¹ EBA250, US Department of Energy, *National blueprint for lithium batteries 2021-2030*, 2021.

¹³² *Decisive Market Insights, Lithium battery manufacturing equipment market report*, 2021.

EU har sin starkaste roll inom slutprodukterna. Samtliga fordonsföretag i EU arbetar med omställningen till e-mobilitet. Ett av dem siktar till och med på att sälja en miljon elbilar under 2021. EU har ett antal återvinningsföretag, men med begränsad kapacitet. I dag skickas de flesta batterier som nått slutet av sin livslängd till Asien¹³³. När den stödjande ramen för en ny batteriförordning¹³⁴ är klar kan Europa bli ledande i den cirkulära ekonomin för batterier, från utvinning till återvinning. Med en växande värdekedja krävs mer insatser för utbildning, eftersom 800 000 direkta jobb och 3–4 miljoner jobb totalt kommer att skapas fram till 2025¹³⁵. EU har därför lanserat EBA250 Academy.

Global marknadsanalys

Kina kontrollerar 80 % av världens raffineringsskapacitet av råmaterial för batterier, 77 % av produktionskapaciteten för celler och 60 % av produktionskapaciteten för batterikomponenter¹³⁶. EU:s handelsbalansunderskott för litiumjonbatterier var 3,6 miljarder euro 2018 och 4,2 miljarder euro 2019. De flesta battericellerna importerades 2020 och samtliga ledande batteriproducenter fanns utanför Europa (trots av flera av dem har tillverkning i EU). Under 2020 uppgick den globala marknaden för litiumjonbatterier till cirka 40–47 miljarder US-dollar¹³⁷. Genom kommande investeringar räknar EU med att 2025 vara den näst största tillverkaren av battericeller i världen, efter Kina.¹³⁸

EU hade endast ett mindre handelsbalansunderskott för elbilar 2020, samtidigt som exporten ökade snabbare än importen¹³⁹. Samtidigt utökar EU:s fordonsföretag sina produktionsanläggningar i Asien och Förenta staterna och konkurrerar med företagen där. EU har även starka aktörer på marknaden för stationär lagring, bland annat globala ledare inom tillämpningar på nätnivå och på marknaden för lagring i bostäder.

När det gäller tillverkning och användning av elbussar ligger EU långt efter Kina som redan har elektrifierat 60 % av sin bussflotta. Det såldes bara 1 714 elbussar i EU 2020¹⁴⁰ jämfört med 61 000 i Kina¹⁴¹.

3.5 Produktion av förnybar vätgas genom elektrolys

Teknisk analys

Förnybar vätgas som framställs genom vattenelektrolys (som räknas som förnybart drivmedel av icke-biologiskt ursprung) har möjlighet att minska koldioxidutsläppen sektorer som industri och tunga transporter där det är svårt att elektrifiera och minska koldioxidutsläppen, samt att bidra till energitjänster som säsongslagring. En av de främsta tekniska utmaningarna gäller förlust av energieffektivitet som hör samman med att omvandla förnybar energi till vätgas, eftersom varje enhet förnybar vätgas som framställs kräver 1,5 enhet förnybar el. Detta kräver

¹³³ EBA250.

¹³⁴ COM(2020) 798/3 final.

¹³⁵ IP/21/1142: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_21_1142.

¹³⁶ Marian Willuhn, *National lithium-ion battery supply chains ranked*, PV Magazine, 16 september 2020.

¹³⁷ Avicenne energy, *EU battery demand and supply (2019-2030) in a global context*, 2021.

¹³⁸ Fraunhofer ISI, *Li-ion Battery cell production capacity to be built up*, april 2021, *Benchmark Minerals, Li-ion battery cell capacity by region*, 2021.

¹³⁹ Eurostat, 2021. Hämtade uppgifter: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210524-1>.

¹⁴⁰ ACEA, *Medium and heavy busses (over 3.5t) new registrations by fuel type in the EU*, 2020.

¹⁴¹ <https://insideevs.com/news/481987/ev-buses-sales-2020-china-byd-yutong/>.

stora mängder förnybar energi, främst vind- och solenergi, samt att kostnaderna för förnybar energi måste minska för att den ska bli konkurrenskraftig jämfört med fossilbaserad vätgas.

I dag är EU:s industribehov av vätgas cirka 7,7 miljoner ton per år¹⁴², vilken främst produceras med hjälp av fossila bränslen. Vätgas som framställs genom elektrolys av vatten uppskattas utgöra mindre än 1 % av den totala produktionen¹⁴³. EU:s mål för närvarande är att 2030 installera 40 GW elektrolysanläggningar, för att framställa upp till 10 miljoner ton förnybar vätgas per år¹⁴⁴. Till 2050 förväntas kapaciteten i elektrolysanläggningarna på den europeiska marknaden ligga på mellan 511 GW¹⁴⁵ och 1 000 GW¹⁴⁶.

Några nyckeltal för verksamheten för vattenelektrolys sammanfattas nedan för olika typer av teknik: alkalisk elektrolys, polymermembran (PEM), anjonmembran (AEM), och fastoxidelektrolys (SO-elektrolys). Anjonmembran har inte samma mognadsgrad som de andra tekniktyperna (fortfarande under utveckling men tillgänglig för begränsad kommersiell användning). Fastoxidelektrolys börjar att användas i demonstrationssyfte. Alkalisk elektrolys och polymermembran är typer av teknik som redan används kommersiellt.

Tabell 1 Nyckeltal för de fyra främsta typerna av teknik för vattenelektrolys, för 2020 och enligt prognos för 2030. Stackens försämring definieras som procentuellt förlorad verkningsgrad vid nominell kapacitet.

	2020				2030			
	Alkalisk	PEM	AEM	SO	Alkalisk	PEM	AEM	SO
Normal temperatur [°C]	70–90*	50–80*	40–60*	700–850*	–	–	–	–
Celltryck [bar]	< 30*	< 70*	< 35*	< 10*	–	–	–	–
Effekt (system) [kWh/kgH ₂]	50	55	57*	40	48	50	< 50*	37
Försämring [%/1 000h]	0,12	0,19	–	1,9	0,1	0,12	–	0,5
Kapitalkostnadsintervall [€/kW – baserat på produktion på 100 MW]	600	900	–	2 700	400	500	–	972

*Källa: Tillägg från 2018 till den fleråriga arbetsplanen 2014–2020 för det gemensamma företaget för bränsleceller och vätgas och, för parametrar märkta med *, GD Energi (Europeiska kommissionen), bearbetning av data från IRENA i rapporten Green Hydrogen Cost Reduction från 2020.*

Det gemensamma företaget för bränsleceller och vätgas har sedan 2008 investerat cirka 150,5 miljoner euro i utveckling av elektrolysteknik (74,7 miljoner euro till forskningsåtgärder och 75,9 miljoner euro för innovationsåtgärder). De främsta stödmottagarna har varit Tyskland, Frankrike och Storbritannien, som fått cirka 31, 25 respektive 18 miljoner euro. I ansökningsomgången inom Horisont 2020 för den gröna given tilldelades cirka 90 miljoner euro till tre projektconsortier för att utveckla och driva elektrolysanläggningar på 100 MW i verkliga miljöer. Samtidigt som Japan under många år har registrerat patent inom detta teknikområde har andra regioner (särskilt Kina) ökat antalet uppfinningar kring

¹⁴² Fuel Cell Observatory: <https://www.fchobservatory.eu/observatory/technology-and-market/hydrogen-demand>.

¹⁴³ Dessutom uppskattas 2–4 % komma från klor-alkaliindustrin.

¹⁴⁴ En vätgasstrategi för ett klimatneutralt Europa, COM(2020) 301 final.

¹⁴⁵ En ren jord åt alla: En europeisk strategisk långsiktig vision för en stark, modern, konkurrenskraftig och klimatneutral ekonomi, COM(2018) 773 final.

¹⁴⁶ Kanellopoulos, K., Blanco Reano, H., *The potential role of H₂ production in a sustainable future power system - An analysis with METIS of a decarbonised system powered by renewables in 2050*, EUR 29695 EN, Europeiska unionens publikationsbyrå, Luxemburg, 2019, ISBN 978-92-76-00820-0, doi:10.2760/540707, JRC115958.

elektrolysanläggningar stadigt under de senaste åren. När det gäller elektrolysanläggningar har Europa (inklusive Storbritannien) proportionellt fler internationella patentfamiljer (patentansökningar som lämnats in och offentliggjorts vid flera internationella patentverk) än andra ledande ekonomier¹⁴⁷.

Analys av värdekedjan

Det är svårt att hitta korrekta uppgifter om värdekedjor inom produktion av förnybar och koldioxidsnål vätgas samt deras förväntade tillväxt, men arbetet inom den europeiska alliansen för ren vätgas som har mer än 1 500 medlemmar pekar på en mycket dynamisk och snabbväxande sektor. Fram till i dag har den europeiska alliansen för ren vätgas redan samlat in uppgifter om projekt för cirka 60 GW elektrolysanläggningar fram till 2030, där den största delen drivs med förnybar el.

Marknaden för elektrolysanläggningar visar en stark utvecklingspotential. En översikt av tillverkarna av elektrolyssystem i medelstor till stor skala, där endast tillverkare av kommersiella system och inte tillverkare av elektrolysanläggningar för laboratorium ingår, visar att Europa har en stark internationell ställning både när det gäller alkaliska elektrolyssystem och PEM samt en mycket stark ställning för SO-elektrolys. Dessutom finns den enda tillverkaren av anjonmembran i EU¹⁴⁸. En storskalig utbyggnad av dessa elektrolysanläggningar kommer bland annat att vara beroende av tillgång på förnybar eller koldioxidsnål el som krävs för att kunna framställa förnybar och koldioxidsnål vätgas, samt andra faktorer som att öka drifttimmarna i elektrolysanläggningarna och sänka elpriserna.

Global marknadsanalys

EU har tagit en ledande ställning när det gäller elektrolysteknik och tillhörande teknik men har fram tills i dag haft en relativt begränsad tillverkning av elektrolysörer som emellertid förväntas växa betydligt under de kommande åren. Cirka 30 råmaterial krävs för produktion av bränsleceller, för elektrolysörer och för teknik för lagring av vätgas. Av dessa material bedöms 13 vara av avgörande betydelse för EU:s ekonomi enligt 2020 års förteckning över råmaterial av avgörande betydelse (elektrolysörer ingår inte i bedömningen)¹⁴⁹. Särskilt PEM-elektrolys kräver att man använder katalysatorer av ädelmetall som iridium för anoden och platina för katoden. Dessa metaller kommer främst från Sydafrika, medan SO-elektrolys kräver sällsynta jordartsmetaller som främst kommer från Kina.

3.6 Smarta nät (automatisering av distributionsnät, smart mätning, energistyrningssystem för hushåll och smart laddning av elfordon)

Användningen av smart nätteknik förväntas vara en stadig trend under det här årtiondet och framåt, tillsammans med elektrifiering, decentralisering och behovet av bättre nätstabilitet och driftseffektivitet. Dessutom krävs större investeringar för att kunna uppgradera den åldrande nätinfrastrukturen. Teknik som smart mätning, automatisering eller elektrifiering av mobilitet kommer att bidra till cirka 8 % av de uppskattade investeringarna inom EU och Storbritannien

¹⁴⁷ JRC, baserat på Europeiska patentverkets data från databasen Patstat, 2020 och https://iea.blob.core.windows.net/assets/b327e6b8-9e5e-451d-b6f4-cbba6b1d90d8/Patents_and_the_energy_transition.pdf.

¹⁴⁸ A. Buttlar, H. Spliethoff, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 82 (2018), 2440–2454, uppdaterad med IRENA *Green Hydrogen Cost Reduction*, 2020.

¹⁴⁹ [CRMs for Strategic Technologies and Sectors in the EU 2020.pdf \(europa.eu\)](#).

när det gäller nät för kraftdistribution fram till 2030¹⁵⁰. Man räknar i stort med att marknaderna för tillhörande digitala tjänster också kommer att fortsätta växa. I det här avsnittet analyseras fyra delar av den digitala teknik och de tjänster som är särskilt viktiga för EU:s ambitioner när det gäller byggnader och mobilitet, nämligen automatiserade distributionsnät, energistyrningssystem för hushåll, smarta mätare och smart laddning.

Teknisk analys

För automatiserad distribution och smart mätning finns mogna och marknadsklara enheter och programvaror som varit i drift i tio år. I slutet av 2020 fanns det cirka 150 miljoner smarta mätare installerade i EU, Norge, Schweiz och Storbritannien (en genomslagsgrad på i genomsnitt 49 %). Antalet förväntas stiga till nära 215 miljoner fram till 2025 (69 % genomslagsgrad)¹⁵¹ med den andra vågen av teknik som fokuserar mer på decentralisering och tjänster för konsumenter.

Å andra sidan är det fortfarande nytt med energistyrningssystem för hushåll och smart laddning och det finns många lovande forskningsprojekt inom EU och på andra platser för att förbättra tekniken och påverka den här tillväxten. Standardisering, interoperabilitet och cybersäkerhet är vanliga utmaningar för alla typer av teknik och riskerar att bromsa utvecklingen på en ofta fragmenterad marknad.

Analys av värdekedjan

Värdekedjan för de fyra typerna av teknik består av en kombination av leverantörer av maskinvara, programvara och tjänster. Detta bidrar till uppdelningen av EU:s värdekedjor på många aktörer, särskilt när det gäller energistyrningssystem för hushåll och smart laddning. Värdekedjorna för automatiserad distribution och smart mätning är å andra sidan mer koncentrerade. När det gäller automatiserad distribution finns det vissa europeiska företag som omfattar hela värdekedjan. Dessa företag är viktiga globala aktörer eller marknadsledare, medan värdekedjorna för smarta mätare vanligtvis domineras av regionala aktörer.

Totalt finns det mer än 50 företag, främst europeiska sådana, som på något sätt är aktiva på marknaden för energistyrningssystem för hushåll¹⁵², och vissa har en stark förankring inom energisektorn. Under den senaste tiden har aggregatorer och teknikföretag kommit fram på marknaden med affärsmodeller som endast är inriktade på energistyrningssystem för hushåll och ibland erbjuder produkter eller tjänster till större företag, vilket gör att dessa inte täcker hela värdekedjan för energistyrningssystem för hushåll.

De tre viktigaste insikterna när det gäller leverantörskedjan för laddinfrastruktur för elfordon¹⁵³ är följande: i) leverantörskedjan för tillverkare är främst lokal och/eller regional, särskilt för EU-baserade leverantörer, ii) de grundläggande elektronikdelarna köps från Asien, och iii) marknaden och värdekedjan är ännu inte helt mogna eftersom leverantörer fortfarande främst utvecklar, utformar och tillverkar produkterna själva, med viss kontraktstillverkning. Allt eftersom distribuerade energiresurser och elfordon blir allt fler under det här årtiondet kommer även sektorn för smart laddning att utvecklas som en växande del av marknaden för laddning av elfordon som är värd många miljarder euro. Detta gäller särskilt delen för långsam laddning

¹⁵⁰ [Connecting the dots: Distribution grid investment to power the energy transition - Eurelectric – Powering People.](#)

¹⁵¹ ESMIG, baserat på siffror från Berg Insight Report, juni 2020.

¹⁵² Delta-EE, *Accelerating the energy transition with Home Energy Management, New Energy Whitepaper*, februari 2020.

¹⁵³ *Guidehouse Insights, Asset Study on Digital Technologies and Use Cases in the Energy Sector*, 2020.

som enligt IEA i sin senaste rapport om elfordon globalt¹⁵⁴ förutspår att den delen kommer att bli större än snabbaddningen.

Det är värt att notera att programvarans allt större betydelse för smart nätteknik innebär att affärsmodellen delvis efterliknar den rena programvaruindustrins affärsmodell och då utvecklas mer mot tjänstemarknaden, där en stor del av intäkterna kommer efter den inledande driftsättningen¹⁵⁵.

Global marknadsanalys

Alla fyra marknaderna växer med en genomsnittlig årlig tillväxttakt (Compound Annual Growth Rate) på cirka 10 %, där laddinfrastrukturen står för 26 %¹⁵⁶. Automatiserad distribution, den största globala marknaden av de fyra med ett uppskattat värde på 12,4 miljarder US-dollar 2020, förväntas växa med 7,4 % i genomsnittlig årlig tillväxttakt för att nå 17,7 miljarder US-dollar 2025. Marknaden för smarta mätare uppskattades till 21,3 miljarder US-dollar 2019 och förväntas växa till 38–39 miljarder US-dollar till 2027 (på grund av tillväxt främst i Asien). Den globala marknaden för energistyrningssystem för hushåll förväntas växa från nära 4,4 miljarder US-dollar 2019 till mer än 12 miljarder US-dollar 2028, med en genomsnittlig årlig tillväxttakt på 12,3 % (och 12,1 % i EU).

Slutligen kan laddinfrastruktur och plattformar för elfordon få en riktig skjuts inom EU under detta årtionde, där dessa marknader förväntas växa från 0,63 miljarder euro 2020 till 6,7 miljarder euro 2030, med en genomsnittlig årlig tillväxttakt som överstiger 26 %. Den enorma tillväxten på elfordonsmarknaden kommer att skapa oanade möjligheter för energistyrningssystem för hushåll, eftersom fordonet blir en av de viktigaste elektriska enheterna i hemmet. Den tidiga lagstiftningen skapade en växande EU-marknad för smarta mätare, som tillhandahålls av de flesta EU-producenterna, åtminstone när det gäller maskinvara. Programvarumarknaden för smarta mätare och styrsystem verkar vara mer balanserad, även i EU, där det finns några starka amerikanska aktörer. Å andra sidan är de asiatiska marknaderna (och särskilt den kinesiska) enorma sett till antalet levererade enheter jämfört med de europeiska motsvarigheterna¹⁵⁷.

Med ambitiösa politiska mål (t.ex. den europeiska gröna given, integreringen av energisystem etc.), ett gynnsamt regelverk (som eldirektivet) och offentlig finansiering (t.ex. Horisont Europa, sammanhållningspolitiken, europeiska innovationsfonden samt faciliteten för återhämtning och resiliens) vill EU bana väg för utbyggnaden av smarta nät. EU har dessutom företag som sedan länge tillhandahåller nätteknik och som fungerar som stöd för att ha europeiska marknadsledare och stabila tekniktillverkare inom samtliga fyra teknikområden. Samtidigt kommer de europeiska företagen att få tuff konkurrens fram till 2030 eftersom den globala marknadsanalysen visar att marknaderna i Förenta staterna och Stillahavsområdet (Kina, Japan och Sydkorea) utvecklas starkt.

¹⁵⁴ Internationella energiorganet (IEA), *Global EV Outlook 2021, Accelerating ambitions despite the pandemic*, 2021.

¹⁵⁵ Alexander Krug, Thomas Knoblinger, Florian Saeftel: *Electric vehicle charging in Europe*, Arthur D. Little Global, publikation på webbplats, januari 2021, www.adlittle.com/en/insights/viewpoints/electric-vehicle-charging-europe.

¹⁵⁶ Guidehouse Insights, *Asset Study on Digital Technologies and Use Cases in the Energy Sector*, 2020.

¹⁵⁷ Se det åtföljande arbetsdokumentet för mer information.

3.7 Förnybara drivmedel för luftfart och sjöfart

Teknisk analys

Förnybara drivmedel, inklusive avancerade biodrivmedel¹⁵⁸ och förnybara syntetiska bränslen¹⁵⁹, är den enda lösningen på marknaden för att i närtid minska koldioxidutsläppen från luftfart och sjöfart¹⁶⁰. Förnybara bränslen förväntas stå för 5 % (dvs. 2,3 Mtoe) av den totala förbrukningen av flygbränsle i EU till 2030 och 63 % (dvs. 28 Mtoe) till 2050¹⁶¹. Den totala årliga kapaciteten för förnybara flygbränslen i EU förutspås vara cirka 1,7 miljoner ton 2025, vilket utgör 0,05 % av den totala mängden flygbränsle inom EU. Som en jämförelse är den installerade tillgängliga kapaciteten i Förenta staterna dubbelt så stor (3,6 miljoner ton), vilket utgör cirka 60 % av den globala kapaciteten¹⁶². Andelen förnybara bränslen inom sjöfarten är försumbar i dag men förväntas nå 8,6 % av den totala bränslemixen till 2030 och 88 % till 2050¹⁶³.

Kommersialisering och ökad användning av förnybara drivmedel bromsas av höga kapitalutgifter (Capex) som kan utgöra upp till 500 miljoner euro för en anläggning och 80 % av den totala tillverkningskostnaden. Detta innebär i detalj att tillverkningskostnaderna för förnybara drivmedel för närvarande uppskattas vara tre till sex gånger högre än det aktuella marknadspriset för konventionella bränslen¹⁶⁴. Sambearbetning (eller samvätgasbearbetning för flygbränslen) i befintliga raffinaderier och andra industrier mognar allt mer och ger en möjlighet att sänka kapitalutgifterna.

EU bidrar i stor utsträckning till kostnadsminskningen för förnybara drivmedel genom att upprätthålla en stark global ställning inom investeringar för forskning och innovation. Offentlig finansiering av forskning och innovation från medlemsstaterna för biobränslen¹⁶⁵, inklusive avancerade biobränslen, har legat konstant på cirka 400 miljoner euro per år sedan 2008. Utöver detta ökade EU:s finansiering av förnybara drivmedel från 430 miljoner euro under perioden 2012–2016 till 531 miljoner euro 2017–2020. Särskild finansiering inriktad på flygbränsle och sjöfartsbränsle ökade från 84 miljoner euro till 229 miljoner euro under samma tidsperioder¹⁶⁶.

Det finns begränsad evidens för privata investeringar inom forskning och innovation, men den tyder på att företag som är baserade i Kina i genomsnitt har de högsta investeringarna per år (809 miljoner euro) för förnybara drivmedel, följt av företag i EU (652 miljoner euro) och Förenta staterna (578 miljoner euro)¹⁶⁷. Den största andelen av de företag som investerar mest i forskning och innovation finns dock i EU, tätt följt av Kina och Förenta staterna.

¹⁵⁸ Bränslen som kommer från organiskt material som anges i bilaga IX till direktiv (EU) 2018/2001. Den aktuella tillgängliga kapaciteten inom EU för avancerade biobränslen är 0,36 Mt/år, främst från cellulosäetanol, kolvätebränslen från socker och pyrolysolja. Ytterligare 0,15 Mt/år är under utveckling, och 1,7 Mt/år planeras där cirka hälften kommer från förgasning av biomassa. Kapaciteten för kraft-till-gas och vätska är för närvarande väldigt begränsad i EU och uppgår endast till 0,315 kt/år.

¹⁵⁹ Bränslen baserade på förnybar energi, enligt artikel 2.36 i direktiv (EU) 2018/2001.

¹⁶⁰ IRENA (2021), *Reaching Zero with Renewables: Biojet fuels*, Internationella byrån för förnybar energi.

¹⁶¹ Rapport från konsekvensbedömning – SWD(2021) 633, s. 38.

¹⁶² Baserat på data som sammanställts från den interna databasen Flightpath 2020.

¹⁶³ Rapport från konsekvensbedömning – SWD(2021) 635, s. 53.

¹⁶⁴ Beroende på kostnaden för flygbränsle och de råvaror som används för att framställa förnybara bränslen.

¹⁶⁵ Data som rapporterats efter 2014 är uppdelade efter hur fördelningen av finansiering ser ut mellan biobränslen och andra typer av bioenergiteknik, vilket innebär att skillnaderna mellan konventionella och avancerade biobränslen saknas.

¹⁶⁶ Data som sammanställts från Europeiska kommissionens databas för EU-finansierade forsknings- och innovationsprojekt <https://cordis.europa.eu/projects/en>.

¹⁶⁷ JRC Setis 2021.

Regelbundna investeringar kan ha placerat EU bland de främsta globalt inom innovation. Dock finns evidens på att EU hamnar efter de amerikanska företagen, som har dubbelt så många patent inom flygbränslen som unionsbaserade företag, samt ett stort antal ledande innovatörer¹⁶⁸. Företag som är baserade i Japan och EU står tillsammans för en tredjedel av samtliga patent inom sjöfarten, men evidensen är ofullständig på grund av att viss teknik som inte gäller förnybara drivmedel inkluderas samt att uppgifterna inte är tillräckligt detaljerade.

Analys av värdekedjan

I det stora hela är förnybara drivmedel inom luftfart och sjöfart inte bara en strategisk faktor för att nå klimatneutralitet, utan de kan även skapa möjligheter till tillväxt och sysselsättning. Genom paketet med den europeiska gröna given förväntas en ökad efterfrågan på förnybara drivmedel för sjöfart och luftfart inom EU. Detta kan bidra till ett årligt tillväxtvärde på flera miljarder euro fram till 2030. Med beaktande av att den produktionen av flytande biobränsle på 16 Mtoe i EU i dag sysselsätter nästan 230 000 personer¹⁶⁹, kan en motsvarande ökning av den inhemska produktionen skapa upp till ytterligare 270 000 arbetstillfällen till 2050¹⁷⁰. Den nuvarande sysselsättningen inom biobränslen visar också att det redan finns en stabil bas med de yrkesfärdigheter som krävs för att kunna utöka marknaden, men ytterligare utbildning kan krävas för en potentiell fördubbling till 2050.

EU:s värdekedjor drar nytta av olika typer av expertis gällande olika produktionsvägar och råvaror samt synergier från ett ökande antal samriskföretag som drivs av företag inom förnybara drivmedel, olje- och gasföretag samt hamnar och flygplatser, vilket visar på en beredskap för att utöka marknaderna för förnybara bränslen till luftfart och sjöfart.

Avancerade biobränslen baseras huvudsakligen på avfall och rester som inte kan återvinnas, vilket är ett mer hållbart alternativ, med lägre inverkan på markanvändning och biologisk mångfald, än biobränslen från livsmedel och foder. Valet av råvaror för biomassa kan påverka hållbarhet, produktionskostnader och eventuella flaskhalsar i försörjningen. Särskilt vid en utökad produktion av avancerade biobränslen krävs färdigutvecklade alternativa tillverknings sätt som är baserade på andra råvaror än avfall för att undvika flaskhalsar.

Global marknadsanalys

Marknaden för förnybara drivmedel inom luftfart och sjöfart är för närvarande mycket begränsad. Ny politik i paketet för den europeiska gröna given¹⁷¹ förväntas ge stor efterfrågan och utöka dessa marknader inom detta och kommande årtionden. EU:s starka ställning på den globala marknaden när det gäller biobränslen för vägtransporter¹⁷², samt koncentrationen i unionen av ledande biobränsletillverkare ger ett bra utgångsläge för att nå dessa nya marknader.

¹⁶⁸ JRC Setis uppgifter om forskning och innovation: https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en.

¹⁶⁹ Data sammanställda från sysselsättningsdatabasen i IRENA: <https://irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Benefits/Renewable-Energy-Employment-by-Country>.

¹⁷⁰ Baserat på beräknad produktion av förnybara drivmedel samt sysselsättningsuppgifter i rapporterna om konsekvensbedömning SWD(2021) 633 och SWD(2021) 635.

¹⁷¹ Särskilt COM(2021) 562 final, COM(2021) 561 final och COM(2021) 557 final.

¹⁷² EU är för närvarande en global ledare i tillverkningen av konventionella biobränslen med en nettohandelsbalans på cirka 4 miljoner euro.

Med särskilda initiativ¹⁷³ och dubbelt så hög tillgänglig kapacitet som EU¹⁷⁴, kan dock Förenta staternas produktion av hållbara flygbränslen konkurrera även på EU-marknaderna.

På grund av beroendet mellan kraft-tillvätska och förnybar el till låg kostnad kan produktionen av syntetiska bränslen innebära ett större beroende av regionen Mellanöstern och Nordafrika. Å andra sidan ger synergier med befintliga bränsleproduktionsanläggningar i EU (samordning med raffinaderier, återanvändning av produktions- och hjälpinfrastruktur, tillgång till utbildad personal, tillgång till avskiljning och återanvändning av koldioxid samt andra faktorer) möjligheter till ekonomiskt konkurrenskraftig tillverkning av syntetiska bränslen i EU.

Vikten av banbrytande teknik – exempel med solbränslen

Behoven av alternativ till flytande fossila bränslen driver forskning och innovation framåt för att utveckla kostnadseffektiva förnybara drivmedel med hög energitäthet och omfattande tillgång till råvaror. Samtidigt som avancerade biobränslen och syntetiska bränslen blir allt bättre och vissa även kommer in på marknaden, är solbränsle fortfarande en teknik med låg teknisk mognadsgrad, i koncept- eller experimentfas. Till 2050 kan dock större investeringar möjliggöra att det här exemplet på banbrytande teknik ökar tillgången på kostnadseffektiva bränslen med hög energitäthet samtidigt som man minskar behovet av råvaror och resurser.

Utöver att snabbt utveckla tillgänglig teknik kommer man för att uppnå klimatneutralitet 2050 att behöva en marknad med ytterligare teknik som i dag har en låg teknisk mognadsgrad¹⁷⁵. På liknande sätt har man tidigare genom ingående åtgärder för forskning och innovation kunnat ta in teknik på marknaden som för trettio år sedan endast hade en låg teknisk mognadsgrad eller bara var koncept, som havsbaserad vindkraft, förnybara drivmedel och litiumjonbatterier för elfordon.

Framställning av solbränslen innebär många olika antropogena och biologiska processer för att med hjälp av solenergi direkt omvandla solljus, luft (dvs. koldioxid och kväve) samt vatten till bränsle, kemiska produkter och material. Det omfattar användning av ljusenergi direkt från solen, ofta kallad artificiell fotosyntes, samt värme från solljuset för att driva värmeprocesser med höga temperaturer¹⁷⁶.

Särskilt fotokatalytisk och fotoelektrokemisk (PEC) vattenuppdelning är en lovande metod för att överföra solenergi till vätgas. Metoden kan ge en hög omvandlingsverkningsgrad i låga drifttemperaturer med hjälp av kostnadseffektiv tunn film och/eller halvledarmaterial i partikelform. Med hjälp av utökade investeringar skulle PEC kunna konkurrera kostnadsmässigt med fossila bränslen och introduceras på marknaden 2040¹⁷⁷.

4. SLUTSATSER

Målen i den gröna given kan inte uppnås utan en omfattande ökning av offentlig och privat forskning och innovation inom teknik för ren energi samt fler insatser för att ta arbetet från laboratoriet till marknaden. Detta ger inte bara de nya lösningar som krävs för att uppnå

¹⁷³ Dvs. *Federal Strategy on Alternative Jet Fuels adopted in 2016 and the ongoing work on the Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative (CAAFI)*.

¹⁷⁴ Inklusive planerad kapacitet för 2025. Data sammanställda från den interna databasen Flightpath 2020.

¹⁷⁵ IEA, *Net-zero by 2050- a roadmap for the global energy sector*, 2021.

¹⁷⁶ *Mission Innovation, Innovation Challenge 5: Converting Sunlight into Solar Fuels and Chemicals Roadmap 2020–2050*, 2021.

¹⁷⁷ *Artificial Photosynthesis: Potential and Reality*, EUR 27987 EN.

klimatneutralitet senast 2050, samtidigt som man tar itu med förlust av biologisk mångfald, föroreningar och utarmning av naturresurser, utan kommer även att stärka fortsatt tillväxt och sysselsättning inom EU:s sektor för ren energi.

Samtidigt som den privata sektorn på egen hand måste ta huvudansvaret för investeringen är EU:s roll att inrätta de rättsliga och finansiella ramar som krävs. Detta inkluderar även stimulans av efterfrågan genom flera åtgärder som ingår i 55 %-paketet. Dessutom ger fonden för återhämtning och resiliens, InvestEU och den nya generationens EU-program inom budgeten för 2021–2027 stora möjligheter att hantera vissa av utmaningarna, genom att öka tillgängligt kapital för utbyggnad, ta bort marknadshinder och driva politiska reformer framåt. Samtidigt som man minskar koldioxidutsläppen gradvis i EU:s energisektor och utvecklar ny teknik för ren energi behöver man fokusera på konkurrenskraft, sysselsättning och tillväxt.

Den här rapporten visar att EU ligger i framkant när det gäller forskning inom ren energi. Tendenserna med färre patent för ren energi verkar vara på väg att vända, där antalet patentansökningar ökar varje år inom EU och globalt i riktning mot de nivåer som fanns för tio år sedan. Globalt har EU en större andel ”gröna” innovationer inom teknik för att begränsa klimatförändringarna, jämfört med andra stora ekonomier. Med en positiv handelsbalans och omfattande marknadsandelar bibehåller EU en stark position inom vindkraftsindustrin, samtidigt som man kan stå vid ett vägskal inom flera andra branscher. Inom solcellsindustrin visar de europeiska tillverkarna ett förnyat intresse för att investera i EU med utgångspunkt i den nyaste tekniken. På samma sätt blir EU:s batteriindustri starkare tack vare en kombination av investeringar i batteritillverkning, ökad efterfrågan på eldrift tillsammans med omställningen i EU:s fordonsindustri samt fokus på återanvändning för att lösa problemet med råvaror. De europeiska industrierna för värmepumpar, förnybara drivmedel, smarta nät och förnybar vätgasproduktion har ett bra utgångsläge för att dra nytta av en växande framtida efterfrågan baserat på en utvidgning av relevanta marknader med politiskt stöd. Deras konkurrenskraft kommer att bero på deras genomslags- och utvecklingshastighet, engagemanget för planerade investeringar och marknader som förbereds samt en gynnsam rättslig ram och utveckling inom andra sektorer (t.ex. luftfart och sjötransport). Den ökande användningen av ren energi kräver även en sund bedömning av de miljömässiga effekterna av tekniken, samt riskreducerande åtgärder.

Ytterligare åtgärder krävs också för att minska klyftan mellan innovation och marknad. De EU-baserade nystartade teknikföretagen ligger efter sina motparter när det gäller förmåga att växa, vilket innebär problem för EU att dra nytta av klimat- och konkurrensfördelarna från innovationsverksamheten i unionen och en risk att lovande företag flyttar till Förenta staterna eller Asien för att kunna växa. Trots att det finns många nationella och lokala ekosystem begränsas tillväxten av EU:s naturliga fragmentering av marknad och bestämmelser, vilket leder till olika mognadsgrad i ekosystemen kring riskkapital och entreprenörer som ställs inför utmaningar med att vidareutveckla banbrytande typer av teknik. Användningen av teknik begränsas även av frågor på efterfrågesidan som tillstånd, uppgradering och andra strukturella hinder men även snedvridning på marknaden från internationella subventioner för de europeiska företagen. Ett intensifierat arbete för europeiska standarder om digitalisering, tillförlitlighet och hållbarhet är också viktigt för att stötta en ökning inom innovativ teknik.

Utöver att främja forskning, innovation och marknadsspridning av lösningar för ren energi måste EU skapa tillförlitlig, hållbar och oavbruten tillgång till råmaterial. Resurseffektivitet, cirkularitet och hållbara inhemska råvaror kommer att vara avgörande för att undvika flaskhalsar vid ökad efterfrågan. Detta kräver i många fall ytterligare forskning och innovation.

För att säkerställa ytterligare segment inom värdekedjan i EU krävs att möjligheten till finansiering av innovationer förbättras.

Den senaste höjningen av energipriserna har tydliggjort att Europa måste minska sitt energiberoende. Den europeiska gröna given och en ökad andel ren energi kommer att leda vägen framåt. Europeiska kommissionen kommer att fortsätta övervaka framstegen inom sektorn för ren energi, och kommer även att vidareutveckla metoder och uppgiftsinsamling i samarbete med medlemsstaterna¹⁷⁸ och andra aktörer, för att kunna informera om politiska beslut och bidra till att göra Europa konkurrenskraftigt, resurseffektivt och koldioxidneutralt till 2050.

¹⁷⁸ Inklusive genom den kommande genomförandeakten om styrningsförfordningen.