



Europeiska  
unionens råd

Bryssel den 17 november 2022  
(OR. en)

14916/22

ENER 605  
CLIMA 610  
RECH 604  
COMPET 915  
IND 483  
TRANS 719  
EMPL 435

## FÖLJENOT

---

från: Europeiska kommissionens generalsekreterare, undertecknat av  
Martine DEPREZ, direktör

inkom den: 15 november 2022

till: Thérèse BLANCHET, generalsekreterare för Europeiska unionens råd

---

Komm. dok. nr: COM(2022) 643 final

---

Ärende: RAPPORT FRÅN KOMMISSIONEN TILL EUROPAPARLAMENTET  
OCH RÅDET Framsteg i konkurrenskrafthänseende på området ren  
energiteknik

---

För delegationerna bifogas dokument – COM(2022) 643 final.

---

Bilaga: COM(2022) 643 final



Bryssel den 15.11.2022  
COM(2022) 643 final

**RAPPORT FRÅN KOMMISSIONEN TILL EUROPAPARLAMENTET OCH RÅDET**

**Framsteg i konkurrenskrafthänseende på området ren energiteknik**

## Innehållsförteckning

1. Inledning .....	0
2. Övergripande konkurrenskraft hos EU:s sektor för ren energi .....	0
<b>2.1 Bakgrund: den senaste utvecklingen</b>	0
2.1.1 <i>Energipriser och kostnader: de senaste trenderna</i>	0
2.1.1 <i>Globala leveranskedjor för resurser och material: sårbarheter och störningar</i>	0
2.1.2 <i>Effekterna av covid-19 och återhämtningen</i>	0
2.1.3 <i>Humankapital och kompetens</i>	0
<b>2.2 Tendenser inom forskning och innovation</b>	0
<b>2.3 Det globala konkurrenslandskapet för ren energi</b>	0
<b>2.4 Innovationsfinansieringssystemet i EU</b>	0
<b>2.5 Effekter av systemförändringar</b>	0
3. Fokus på centrala typer av teknik och lösningar för ren energi .....	0
<b>3.1 Solcellsenergi</b>	0
<b>3.2 Havsbaserad och landbaserad vindkraft</b>	0
<b>3.3 Värmepumpar för byggnadstillämpningar</b>	0
<b>3.4 Batterier</b>	0
<b>3.5 Produktion av förnybar vätgas genom vattenelektrolys</b>	0
<b>3.6 Förnybara bränslen</b>	0
<b>3.7 Smart teknik för energihantering</b>	0
<b>3.8 Huvudsakliga slutsatser om övrig teknik för ren energi</b>	0
4. Slutsats .....	0
BILAGA I: Ram för metoder för bedömning av EU:s konkurrenskraft.....	0

## 1. INLEDNING

Rysslands provocerade och omotiverade militära aggression mot Ukraina har allvarligt stört världens energisystem. Den har visat på EU:s alltför stora beroende av ryska fossila bränslen och betonat behovet av att stärka motståndskraften hos EU:s energisystem, som redan hade prövats av covid-19-krisen<sup>1</sup>. De rekordhöga energipriserna och risken för försörjningsbrist i hela EU har gjort att det är ännu mer angeläget att påskynda den gröna och digitala omställningen inom ramen för den europeiska gröna given<sup>2</sup> och att säkerställa ett säkrare, motståndskraftigare och mer oberoende energisystem till ett överkomligt pris.

År 2022 har prägats av REPowerEU-planen<sup>3</sup>, en avgörande del av EU:s politiska svar på den exempellösa krisen. Planen är en färdplan för att fasa ut EU:s beroende av rysk energiimport så snart som möjligt genom åtgärder för energibesparing, diversifiering av energiförsörjningen och påskyndad utbyggnad av förnybar energi.

I meddelandet *Spara gas för en trygg vinter*<sup>4</sup> har kommissionen dessutom lagt fram en plan för att minska gasanvändningen i EU med 15 % fram till nästa vår. Rådet har antagit två förordningar rörande gas, om lagring respektive om samordnade åtgärder för att minska efterfrågan<sup>5</sup>. I september 2022 godkände rådet kommissionens förslag till förordning om en krisintervention för att komma till rätta med de höga energipriserna<sup>6</sup> för att mildra energiprisernas inverkan på EU:s konsumenter, och även för att ta itu med den exempellösa volatiliteten och osäkerheten på EU:s energimarknad och den globala energimarknaden. Denna intervention inbegriper i synnerhet en minskning av elförbrukningen, ett inkomsttak för inframarginell kraftproduktion och ett tillfälligt, obligatoriskt solidaritetsbidrag från fossila bränsleföretag.

För att uppnå REPowerEU-målen krävs ytterligare en kumulativ investering på 210 miljarder euro fram till 2027 utöver de investeringar som redan behövs för att uppnå klimatneutralitet senast 2050<sup>7</sup>. Denna investering kommer att stödja den massiva upptrappningen och påskyndandet av användningen av teknik för ren energi (t.ex. solceller, vindkraft, värmepumpar, energibesparande teknik, biometan och förnybar vätgas), vilka är av avgörande betydelse för att möta det dubbla energi- och klimatnödläget. Att övervinna de därmed förknippade tekniska och icke-tekniska utmaningarna kommer också att kräva en stark och konkurrenskraftig sektor för ren energi i EU.

REPowerEU-planen bekräftade åtagandet att uppnå den europeiska gröna given långsiktiga mål att göra EU klimatneutralt senast 2050 och att fullt ut genomföra 55 %-paketet, som lades fram i juli 2021<sup>8</sup>. För att uppnå målen i den europeiska gröna given måste EU utarbeta,

---

<sup>1</sup> COM(2021) 952 final och SWD(2021) 307 final (*Framsteg avseende konkurrenskraft för ren energiteknik*).

<sup>2</sup> COM(2019) 640 final (*Den europeiska gröna given*).

<sup>3</sup> COM(2022) 230 final (*Planen REPowerEU*).

<sup>4</sup> COM(2022) 360 final (*Spara gas för en trygg vinter*).

<sup>5</sup> EUT L 173, 30.6.2022 (Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2022/1032 av den 29 juni 2022 om ändring av förordningarna (EU) 2017/1938 och (EG) nr 715/2009 vad gäller gaslagring), EUT L 206, 8.8.2022 (Rådets förordning (EU) 2022/1369 av den 5 augusti 2022 om samordnade åtgärder för att minska efterfrågan på gas).

<sup>6</sup> COM(2022) 473 final (*Förslag till rådets förordning om en krisintervention för att komma till rätta med de höga energipriserna*).

<sup>7</sup> COM(2021) 557 final (*Ändring av direktiv 2018/2001, förordning 2018/1999 och direktiv 98/70/EG vad gäller främjande av energi från förnybara energikällor*).

<sup>8</sup> COM(2021) 550 final (*55 %-paketet ("Fit for 55"): nå EU:s klimatmål 2030 för klimatneutralitet*).

genomföra och skala upp innovativa lösningar för energieffektivitet och förnybar energi. Hälften av de minskningar av växthusgasutsläppen som förväntas till 2050 kommer att kräva teknik som ännu inte är redo att marknadsföras<sup>9</sup>, så forskning och innovation (FoI) är en avgörande komponent för att öka EU:s tekniska suveränitet och globala konkurrenskraft.

Inom denna ram, och i linje med tidigare utgåvor, presenteras i denna tredje årliga lägesrapport om konkurrenskraft<sup>10</sup> den aktuella och prognostiserade situationen för olika rena och koldioxidsnåla energitekniker och lösningar<sup>11</sup>. Den kartlägger också forsknings-, innovations- och konkurrensaspekterna av EU:s system för ren energi som helhet<sup>12</sup>.

2021 års upplaga var viktig för bedömningen av den ekonomiska återhämtningen efter covid-19, eftersom den belyste hur förbättringar av konkurrenskraften kan mildra pandemins ekonomiska och sociala konsekvenser på kort och medellång sikt.

I årets rapport måste hänsyn tas till EU:s krav på en högre användning av ren energiteknik och energikrisens inverkan på sektorn. Mot denna bakgrund bygger rapporten på tillgängliga uppgifter för att ge insikt i sätt att stärka EU:s konkurrenskraft i strategiska energivärdekedjor, samtidigt som man även ökar genomslaget för EU:s teknik för ren energi. Samtidigt innebär den pågående och snabbt föränderliga geopolitiska utvecklingen samt energi- och klimatutvecklingen att de mest aktuella kvantitativa uppgifterna inte alltid kan återspegla den exempellösa situationen på ett tillfredsställande sätt. Denna rapport är därför inriktad på de framsteg som gjorts fram till slutet av 2021, med utgångspunkt i de konsoliderade uppgifter som finns tillgängliga fram till dess. Mer aktuella uppgifter har angetts när de finns tillgängliga och är tillförlitliga. Dessa är dock knapphändiga och kan därför ännu inte fullt ut återspegla den nuvarande energikrisens inverkan på konkurrenskraften hos ren energiteknik. När så är möjligt, och för att ta hänsyn till de nya utmaningar som sektorn för ren energi står inför och utmaningarnas inverkan på sektorn, bygger analysen på de redan synliga konsekvenserna och kvalitativa bedömningarna för 2022. Den fullständiga effekten kan dock endast bedömas i nästa års lägesrapport.

Konkurrenskraft är ett komplext och mångfasetterat begrepp som inte kan definieras med en enskild indikator<sup>13</sup>. I denna rapport bedöms därför konkurrenskraften hos EU:s system för ren energi som helhet (avsnitt 2) och hos specifika typer av teknik och lösningar för ren energi (avsnitt 3) genom att analysera en fastställd uppsättning indikatorer (bilaga I). Från och med i år kommer CETO, kommissionens observationsorgan för ren energiteknik (Clean Energy

---

<sup>9</sup> Europeiska kommissionen, generaldirektoratet för forskning och innovation, *Research and innovation to REPower the EU*, Europeiska unionens publikationsbyrå, Luxemburg, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/74947>.

<sup>10</sup> Rapport från kommissionen till Europaparlamentet och rådet om framstegen avseende konkurrenskraft inom ren energi (första upplagan: COM(2020) 953 final, andra upplagan (*Framsteg avseende konkurrenskraft för ren energiteknik*): COM(2021) 952 final).

<sup>11</sup> Det rör sig bland annat om följande: solceller, havsbaserad och landbaserad vindkraft, värmepumpar för byggnadstillämpningar, batterier, förnybar vätgasproduktion genom vattenelektrolys, förnybara bränslen, smart teknik för energihantering, vattenkraft, havsenergi, geotermisk energi, avskiljning, lagring och användning av koldioxid, bioenergi, koncentrerad solenergi och värme, kärnkraft.

<sup>12</sup> I den här rapporten omfattar system för ren energi följande 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.

<sup>13</sup> Enligt slutsatser från rådet (konkurrenskraft) den 28 juli 2020.

Technology Observatory), att genomföra den djupgående evidensbaserade analys som ligger till grund för denna rapport<sup>14</sup>.

Denna rapport offentliggörs i enlighet med artikel 35.1 m i förordningen om styrningen av energiunionen och av klimatåtgärder<sup>15</sup> och åtföljer rapporten om tillståndet i energiunionen<sup>16</sup>.

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

### 2.1 Bakgrund: den senaste utvecklingen

#### 2.1.1 *Energipriser och kostnader: de senaste trenderna*

Såsom anges i tidigare lägesrapporter om konkurrenskraft har priserna för industrin för el och gas varit högre i EU än i de flesta G20-länder utanför EU under det senaste årtiondet. Den omotiverade och oprovocerade ryska invasionen av Ukraina har ökat de redan rekordhög priser som noterades 2021 i EU och många andra regioner i världen. Gaspriserna i grossistledet i Europa var fem gånger högre under första kvartalet 2022 än ett år tidigare, och i augusti 2022 nådde de en historiskt hög nivå innan de sjönk till lägre nivåer. Eftersom gaskraftverken ofta styr prissättningen på de europeiska marknaderna har detta lett till en liknande utveckling av grossistpriserna på el<sup>17</sup>. De har också påverkat tillverkningskostnaderna för vissa sektorer, särskilt energiintensiva industrier. Råvarupriserna har också stigit. Den femte rapporten om energipriser och energikostnader<sup>18</sup>, som ska antas i slutet av 2022, kommer att innehålla uppdaterade kvantitativa uppgifter och analyser.

EU och medlemsstaterna har redan vidtagit flera åtgärder sedan 2021 för att mildra effekterna av höga energipriser<sup>19</sup>. Kommissionens förslag till förordning om en krisintervention för att komma till rätta med de höga energipriserna, som rådet godkände i september 2022, innehåller verktyg för att minska användningen av gas för elproduktion med omkring 4 % under vintern, vilket därmed minskar pristrycket, och ett förslag om att samla ihop mer än 140 miljarder euro för medlemsstaterna för att mildra de höga energiprisernas inverkan på konsumenterna<sup>20</sup>.

Även om denna trend har en blandad inverkan på värdekedjan för ren energiteknik kan det tyda på en förbättring av konkurrenskraften hos olika typer av ren energiteknik, särskilt jämfört med icke-förnybara alternativ<sup>21</sup>. Till exempel är solcellsproduktion redan den billigaste produktionskällan i ett växande antal länder. I produktionen av förnybar vätgas

---

<sup>14</sup> [https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto\\_en](https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en).

<sup>15</sup> EUT L 328, 21.12.2018. Europaparlamentets och rådets förordning (EU) nr 2018/1999 av den 11 december 2018 om styrningen av energiunionen och av klimatåtgärder.

<sup>16</sup> COM(2022) 547 final (*Tillståndet i energiunionen 2022*).

<sup>17</sup> Europeiska kommissionen, generaldirektoratet för energi, observationsgruppen för energimarknaden, *Quarterly Report on European Gas Markets*, vol. 15.

<sup>18</sup> Föregående utgåva för 2020: COM(2020) 951 final (*Energipriser och energikostnader i Europa*).

<sup>19</sup> Åtgärderna omfattar kommissionens meddelande COM(2021) 660 final (*Ta itu med stigande energipriser: en verktygslåda för åtgärder och stöd*) och meddelande COM(2022) 138 final (*Försörjningstrygghet och överkomliga energipriser*).

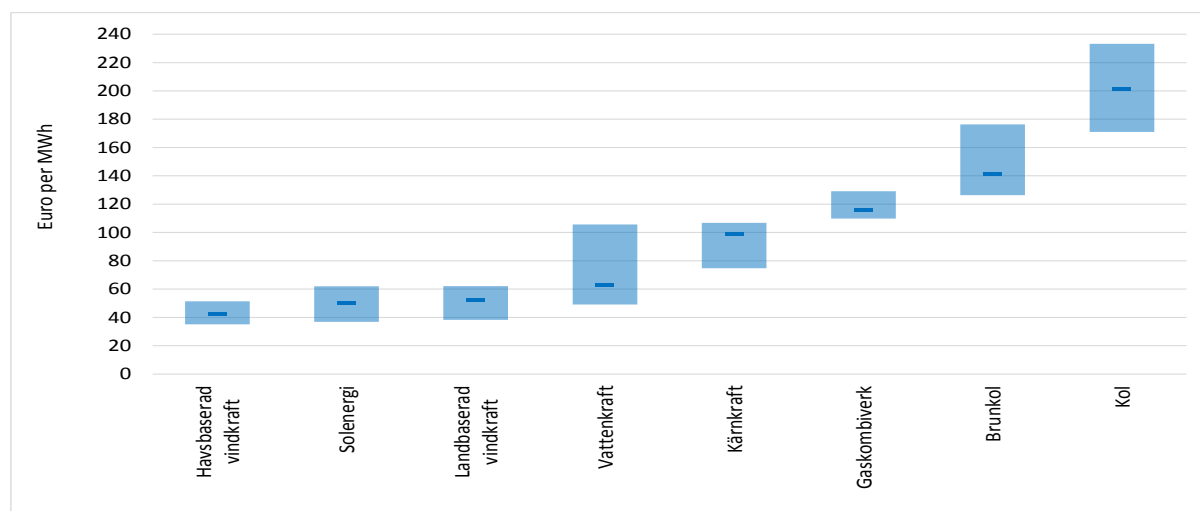
<sup>20</sup> COM(2022) 473 final (*Förslag till rådets förordning om en krisintervention för att komma till rätta med de höga energipriserna*).

<sup>21</sup> Internationella byrån för förnybar energi (Irena), [World Energy Transitions Outlook 2022: 1.5°C Pathway](#), Abu Dhabi.

genom vattenelektrolys är dock elkostnaden en av de viktigaste faktorerna som påverkar elektrolysanläggningarnas ekonomiska bärkraft.

Figur 1 ger mer insikt i kostnaderna för ren energiteknik. Den ger en ögonblicksbild av beräkningarna av de utjämnade elkostnaderna (LCOE) för 2021 för en rad representativa förhållanden<sup>22</sup> i hela EU. Resultaten visar att teknikanläggningar med låga rörliga kostnader (inklusive rörliga driftskostnader och bränslekostnader) kostnadsmissigt varit mycket konkurrenskraftiga 2021. Resultatet är mest robust för sol- och vindkraft, som har ungefärliga LCOE-värden på mellan 40–60 euro per MWh. Dessutom förefaller befintliga gaskombiverk i genomsnitt ha varit mer konkurrenskraftig 2021 än den koleldade produktionen. Gaskombiverken gynnades av prioriterad inmatning under de första tre kvartalen 2021, medan övergången till ett annat bränsle först blev viktig under det fjärde kvartalet 2021. Detta möjliggjorde betydligt högre kapacitetsfaktorer för gaskombiverk 2021<sup>23</sup>. De stigande gaspriserna fortsatte att främja övergången från gas till kol under första kvartalet 2022, trots de ökade koldioxidpriserna. De höga kolpriserna i början av andra kvartalet 2022 gjorde dock att klyftan började minska, och de senaste tillkännagivandena från vissa medlemsstater om att tillfälligt öka användningen av koleldade anläggningar har lett till förväntningar på att kolpriserna kommer att stiga ytterligare under de kommande månaderna.

Figur 1: Ögonblicksbild av de teknikanläggnings-specifika utjämnade kostnaderna för el (LCOE) under 2021. De ljusblå staplarna visar intervallet över hela EU-27. De tjocka blå linjerna betecknar medianen.



Källa: Gemensamma forskningscentrets simuleringsmodell METIS, 2022<sup>24</sup>.

De mycket höga energipriserna har genererat stora ekonomiska vinster för elproducenter med lägre marginalkostnader (t.ex. inom vind- och solenergisektorn). Kommissionen föreslog därför en förordning om en krisintervention för att komma till rätta med de höga

<sup>22</sup> Datapunkter visas för första till tredje kvartilavståndet för filtrering av avvikelser.

<sup>23</sup> De modellerade kapacitetsfaktorerna skulle kunna överskatta det faktiska bränslebytet och därmed i viss utsträckning skillnaderna i kapacitetsfaktorerna (se avsnitt 2.1 i Kanellopoulos, K., De Felice, M., Busch, S. och Koolen, D., [Simulating the electricity price hike in 2021](#), JRC127862, EUR 30965 EN, Europeiska unionens publikationsbyrå, Luxemburg, 2022).

<sup>24</sup> JRC127862 Kanellopoulos, K., De Felice, M., Busch, S. och Koolen, D., [Simulating the electricity price hike in 2021](#), EUR 30965 EN, Europeiska unionens publikationsbyrå, Luxemburg, 2022.

energipriserna<sup>25</sup>, vilken godkändes politiskt vid det extra mötet i rådet (energi) den 30 september. Denna förordning inbegriper ett tillfälligt tak för och en omfördelning av intäkterna från inframarginell teknik för att minska svårigheterna för energikonsumenter och samhället i allmänhet. Den inbegriper också ett obligatoriskt tillfälligt solidaritetsbidrag som gäller för vinsterna från företag som är verksamma inom sektorerna råpetroleum, naturgas, kol och raffinaderi, vilka har ökat avsevärt jämfört med tidigare år. Den nuvarande energi-/fossila bränslekrisen är den senaste påminnelsen om behovet av en paradigmförändring för att säkerställa stabiliteten i framtiden.

I REPowerEU-planen efterlyses en massiv upptrappning och accelerering av förnybar energi inom kraftproduktion, industri, byggnader och transport – inte bara för att påskynda EU:s energioberoende och främja den gröna omställningen, utan också för att sänka elpriserna och minska importen av fossila bränslen över tid<sup>26</sup>. Åtgärderna kommer att omfatta ett främjande av förnybar energi, vilket kommer att kräva en ändamålsenlig elinfrastruktur. För att uppnå målen i REPowerEU måste utbyggnaden av förnybar energi kombineras med energibesparande åtgärder och energieffektivitetsåtgärder<sup>27</sup>.

### *2.1.1 Globala leveranskedjor för resurser och material: sårbarheter och störningar*

Tillsammans med farhågor vad gäller de befintliga leveranskedjornas tillförlitlighet, särskilt naturgasförsörjningen, har både covid-19-pandemin och det nuvarande geopolitiska sammanhanget lett till störningar i vissa globala leveranskedjor för material och resurser, och har därför påverkat sektorn för ren energi. EU är starkt beroende av leveranser från tredjeländer, och drivkraften för den gröna och digitala omställningen kommer att vara tillgången till råvaror. Den senaste tidens trender i de globala leveranskedjorna för material och resurser har belyst den tvingande nödvändigheten av att stärka EU:s motståndskraft och energitrygghet genom material- och resursoberoende samt tekniksuveränitet.

Tillgången till material och leveranskedjornas motståndskraft är en förutsättning för att kunna förverkliga REPowerEU, eftersom den ökade efterfrågan på ren teknik går hand i hand med en större efterfrågan på resurser som exempelvis metaller och mineraler. Exempel på teknik som är starkt beroende av importerade råvaror eller komponenter som innehåller dessa material är vindkraft (permanentmagneter, sällsynta jordartsmetaller), solcellsenergi (silver, germanium, gallium, indium, kadmium, kiselmetall) och batterier (kobolt, litium, grafit, mangan, nickel)<sup>28</sup>. Internationella energiorganet (IEA) förutspår att den totala globala efterfrågan på mineraler, på grund av den aviserade utbyggnaden av förnybar energi, kommer att fördubblas eller till och med fördubblas fram till 2040<sup>29</sup>.

De stigande råvarupriserna påverkar kostnaderna för ren energiteknik. Priserna på råvaror som behövs för dessa typer av teknik, såsom litium och kobolt, mer än fördubblades 2021,

---

<sup>25</sup> COM(2022) 473 final (Förslag till rådets förordning om en krisintervention för att komma till rätta med de höga energipriserna).

<sup>26</sup> Se avsnitt 3, sidan 6 i COM(2022) 230 final (Planen REPowerEU).

<sup>27</sup> COM(2022) 360 final (Spara gas för en trygg vinter).

<sup>28</sup> Europeiska kommissionen, *Critical materials for strategic technologies and sectors in the EU – a foresight study*, 2020, <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42882>.

<sup>29</sup> IEA, [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions](#); reviderad version från maj 2022.

medan priserna på koppar och aluminium ökade med omkring 25–40 %<sup>30</sup>. Under samma år vändes den tio år långa trenden med kostnadsminskningar för vindturbiner och solcellsmoduler: jämfört med 2020 ökade deras priser med 9 % respektive 16 %. Batteripaket kommer att vara minst 15 % dyrare 2022 än under 2021<sup>31</sup>.

En ny utmaning är att undvika att ersätta beroendet av fossila bränslen med ett beroende av importerade råvaror och av den tekniska expertisen för deras bearbetning och för tillverkningen av komponenter. Kina har till exempel närapå monopol på gruvdrift och bearbetning av de sällsynta jordartsmetaller som är avgörande för ren energiteknik, i kombination med en stark marknadsposition i sin egen produktionskedja.

Den utmaning som resursberoendet skapar är tredelad. För det första står EU inför en ökad konkurrens om tillgången på råvaror av avgörande betydelse, eftersom andra länder ökar sina egna ansträngningar att bygga upp sin kapacitet och potentiellt begränsar sin export. Hälften av de 30 råvaror av avgörande betydelse som förtecknas av EU<sup>32</sup> importeras i proportioner på över 80 % i volym, vilket är särskilt oroande när försörjningen koncentreras till mycket få länder.

För det andra, trots de betydande framsteg som gjorts när det gäller cirkulär ekonomi och återvinningskvoter (mer än 50 % av vissa metaller<sup>33</sup> återvinns nu, vilket täcker mer än 25 % av deras förbrukning<sup>34</sup>), kommer det inte att räcka till med enbart sekundära råvaror för att möta den höga – och fortfarande växande – efterfrågan. Sekundära råvaror medför också ytterligare utmaningar (t.ex. högre återvinningskostnader för vissa material, teknisk genomförbarhet och otillräcklig tillgång till uttjänta produktkomponenter). Materialåtervinningsens ekonomi kommer dock att förbättras när kostnaden för primära råvaror och mängden tillgängliga uttjänta produktkomponenter ökar. Sekundära råvaror kommer därför att vara en viktig försörjningskälla efter 2030 – förutsatt att de nödvändiga investeringarna inleds nu. Innovativ design för återvinningsbarhet är också mycket viktig.

För det tredje finns det teoretiskt sett möjlighet att täcka mellan 5 och 55 % av EU:s behov för 2030 genom att utvinna råvaror på europeisk mark<sup>35</sup>. Att främja den inhemska gruvkapaciteten står dock inför hinder på grund av långa tillståndsförfaranden och miljöhänsyn, otillräcklig raffineringkapacitet och brist på kvalificerad arbetskraft och expertis. Det nya förslaget till batteriförordning<sup>36</sup> är ett exempel på ett flaggskeppsinitiativ som kommer att hjälpa EU att bli ledande inom den cirkulära ekonomin för batterier – från hållbar gruvdrift till återvinning.

---

<sup>30</sup> Kim, T., *Critical minerals threaten a decades-long trend of cost declines for clean energy technologies*, IEA:s webbplats, maj 2022.

<sup>31</sup> IEA, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, reviderad version från maj 2022.

<sup>32</sup> COM(2020) 474 final (*Resiliens för råvaror av avgörande betydelse: Att staka ut vägen mot ökad trygghet och hållbarhet*).

<sup>33</sup> Järn, zink eller platina.

<sup>34</sup> Europeiska kommissionen, generaldirektoratet för energi: Guevara Opinska, L., Gérard, F., Hoogland, O., m.fl., *Study on the resilience of critical supply chains for energy security and clean energy transition during and after the COVID-19 crisis: final report*, Europeiska unionens publikationsbyrå, Luxemburg, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/946002>.

<sup>35</sup> KU Leuven, *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge*, 2022.

<sup>36</sup> COM(2020) 798 final (*Förslag till Europaparlamentets och rådets förordning om batterier och förbrukade batterier, om upphävande av direktiv 2006/66/EG och om ändring av förordning (EU) 2019/1020*).

Resursbrist, till exempel när det gäller mark och vatten – antingen för utplacering av solenergi, vindkraft eller bioenergi, eller för vattenelektrolys för produktion av förnybar vätgas – skulle kunna begränsa den fortsatta användningen av teknik för ren energi på önskad nivå i EU. Att underlätta flera olika typer av användning av arealer, t.ex. agrivoltaiska system (som kombinerar jordbruk med produktion av solenergi) och att vid havsplanering utse platser för simultidiga verksamheter som exempelvis fiske och havsbaserad förnybar energi, kan bidra till att övervinna dessa begränsningar. Samtidigt är det av yttersta vikt att medlemsstaterna beaktar vattentillgången när de utformar energimixen.

En effektiv strategi för EU:s beroende av import av de råvaror som krävs för tillverkningen av ren energiteknik kommer att vara avgörande för att säkerställa sektorns framtida konkurrenskraft (i fråga om kostnader, tekniksuveränitet och motståndskraft) och för att genomföra den gröna och digitala omställningen. Kommissionen offentliggjorde 2020 en handlingsplan<sup>37</sup> för att minska försörjningsrisken. Detta omfattade åtgärder för att diversifiera anskaffningen utanför EU (t.ex. genom strategiska råvarupartnerskap), främja den cirkulära ekonomin (t.ex. genom ekodesign, FoI eller kartläggning av tillgången på råvaror av avgörande betydelse i urbana gruvor eller avfallsdeponier), och möjliggöra den inhemska potentialen (t.ex. med hjälp av jordobservationsteknik). Förutom att trygga försörjningen kan EU också behöva bygga upp strategiska reserver där försörjningen är hotad. Europeiska kommissionens ordförande tillkännagav därför en europeisk lag om råvaror av avgörande betydelse i sitt tal om tillståndet i unionen den 14 september 2022.

### 2.1.2 Effekterna av covid-19 och återhämtningen

Covid-19-pandemins blandade ekonomiska inverkan var ett stort hot mot EU:s sektor för ren energi under 2020–2021.

Å ena sidan, med en omsättning på 163 miljarder euro 2020 och ett bruttoföreläggsvärde på 70 miljarder euro, ökade EU:s industri för förnybar energi med 9 % respektive 8 % jämfört med siffrorna för 2019. Sammantaget genererade den ungefär fyra gånger så mycket mervärde per euro av omsättningen<sup>38</sup> som industrin för fossila bränslen, och nästan 70 % mer än EU:s totala tillverkningssektor<sup>39</sup>. Detta förhållande försämrades dock något 2020, vilket tyder på ökade värdeförluster läckage (t.ex. i form av import).

Under 2021 ökade EU:s tillverkning<sup>40</sup> av de flesta rena energitekniker och energilösningar i tämligen hög grad, vilket vände den trend som observerades 2020. EU:s produktion av batterier hade ett rekordår med en fyrdubbling av produktionsvärdet jämfört med 2020 års värden allteftersom mer kapacitet togs i bruk. Värmepump-, vind- och solcellsproduktionen ökade med 30 % under 2021 (värmepumparna hade ett rekordår, vindkraften återgick till nivåerna före pandemin, och den nedåtgående utvecklingen för solcellsproduktionen, som pågått sedan 2011, vände). Produktionen av biobränslen, främst biodiesel, ökade med 40 % och ökade kraftigt i alla medlemsstaterna, medan produktionen av bioenergi (t.ex. pellets,

<sup>37</sup> COM(2020) 474 final (*Resiliens för råvaror av avgörande betydelse: Att staka ut vägen mot ökad trygghet och hållbarhet*).

<sup>38</sup> Den fossila bränsleindustrins bruttoföreläggsvärde per euro av omsättningen är mindre än 0,10 euro (Eurostat Structural Business Statistics).

<sup>39</sup> Förhållandet mellan bruttoföreläggsvärde och omsättning för tillverkning (NACE C) i EU är cirka 0,25 euro (uppgifter från Eurostat SBS\_NA\_IND\_R2).

<sup>40</sup> Detta avser produktionsvärdet i monetära termer (euro).

stärkelse-rester och träflis) ökade med 5 %. Vätgasproduktionen<sup>41</sup> ökade med nästan 50 % eftersom Nederländerna mer än fördubblade sin produktion 2021.

Den samtidiga prisökning som inleddes 2021 kan dock ge en alltför positiv bild av produktionstillväxten. Dessutom upplevde vissa teknikformer en ökning av importen för att möta den ökande efterfrågan i EU. Till exempel var 2021 året med den största relativa ökningen av EU:s handelsunderskott för värmepumpar (390 miljoner euro 2021 jämfört med 40 miljoner euro under 2020, där 2020 var det första året då EU:s handelsöverskott förvandlades till ett underskott), följt av biobränslen (2,3 miljarder euro 2021, 1,4 miljarder euro 2020) och solceller (9,2 miljarder euro under 2021, 6,1 miljarder euro 2020). EU hade dock fortsatt en positiv handelsbalans inom vindkraftsteknik (2,6 miljarder euro 2021, 2 miljarder euro under 2020) och inom vattenkraftsteknik, trots en nedåtgående trend sedan 2015 (211 miljoner euro 2021, 232 miljoner euro 2020).

EU:s ekonomiska återhämtningspolitik, t.ex. faciliteten för återhämtning och resiliens inom ramen för NextGenerationEU<sup>42</sup>, är en viktig drivkraft för att rikta om och förbättra investeringarna i sektorn för ren energi. I oktober 2022 godkände rådet<sup>43</sup> kommissionens förslag<sup>44</sup> att lägga till ett särskilt REPowerEU-kapitel i medlemsstaternas planer för återhämtning och resiliens för att finansiera viktiga investeringar och reformer som kommer att bidra till att uppnå REPowerEU-målen<sup>45</sup>.

De reformer och investeringar som medlemsstaterna har föreslagit i sina återhämtnings- och resiliensplaner har hittills överskridit både de klimatrelaterade och de digitala utgiftsmålen (minst 37 % respektive 20 % av utgifterna i återhämtnings- och resiliensplanerna)<sup>46</sup>. I de 26<sup>47</sup> återhämtnings- och resiliensplaner som kommissionen godkände den 8 september 2022 har åtgärder till ett värde av omkring 200 miljarder euro avsatts för klimatomställningen och 128 miljarder euro för den digitala omställningen<sup>48</sup>, vilket motsvarar 40 % respektive 26 % av de totala anslagen för dessa medlemsstater (bidrag och lån).

---

<sup>41</sup> Detta omfattar all vätgas, oavsett produktionsväg.

<sup>42</sup> COM(2020) 456 final (*EU vid ett vägskäl – bygga upp och bygga nytt för nästa generation*).

<sup>43</sup> <https://www.consilium.europa.eu/sv/press/press-releases/2022/10/04/repowereu-council-agrees-its-position/>.

<sup>44</sup> COM(2022) 231 final (*Förslag till Europaparlamentets och rådets förordning om ändring av förordning (EU) 2021/241 vad gäller REPowerEU-kapitel i planer för återhämtning och resiliens och om ändring av förordning (EU) 2021/1060, förordning (EU) 2021/2115, direktiv 2003/87/EG och beslut (EU) 2015/1814*).

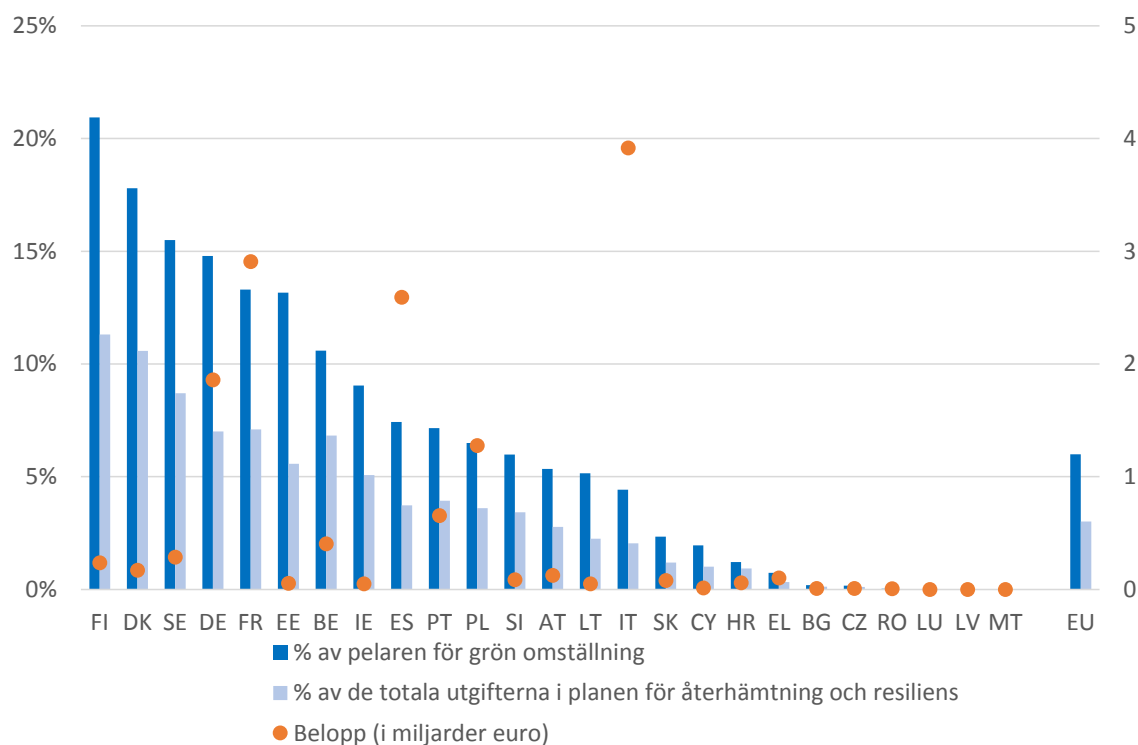
<sup>45</sup> Förslaget innehåller ytterligare omfördelningar av EU:s budget för att komplettera de 225 miljarder euro som fortfarande finns tillgängliga i lån från faciliteten för återhämtning och resiliens och kräver en ökning av medlen för faciliteten för återhämtning och resiliens. Europeiska kommissionen har inlett bilaterala diskussioner med medlemsstaterna för att fastställa reformer och investeringar som potentiellt kan komma i fråga för finansiering enligt de nya kapitlen om REPowerEU. EU-finansieringen kompletterar annan tillgänglig offentlig och privat finansiering, som kommer att spela en viktig roll när det gäller att genomföra de investeringar som krävs för REPowerEU.

<sup>46</sup> Framstegen i genomförandet av återhämtnings- och resiliensplanerna kan följas direkt på resultattavlan för återhämtning och resiliens, en onlineplattform som kommissionen inrättade i december 2021.

<sup>47</sup> AT, BE, BG, CY, CZ, DE, DK, EE, EL, ES, FI, FR, HR, IE, IT, LT, LU, LV, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI och SK.

<sup>48</sup> Återhämtnings- och resiliensplanerna måste specificera och motivera i vilken utsträckning varje åtgärd bidrar fullt ut (100 %) eller delvis (40 %) till, eller inte har någon inverkan (0 %) på, klimatmålet. Bidraget till klimatmålet har beräknats med hjälp av bilaga VI till förordningen om faciliteten för återhämtning och resiliens. Genom att kombinera koefficienterna med kostnadsberäkningarna för varje åtgärd kan man beräkna i vilken utsträckning planerna bidrar till klimatmålet.

Figur 2: FoU och innovation i gröna verksamheter i återhämtnings- och resiliensplanerna som en andel (vänster axel) och absolut belopp (höger axel). FoU-intensiteten i förhållande till BNP (höger axel) anges också för jämförelse.



Källa: Gemensamma forskningscentrumet baserat på uppgifter från GD Ekonomi och finans.

De 25 återhämtnings- och resiliensplaner som godkändes av rådet den 8 september 2022 omfattar åtgärder som rör FoU med en total budget på 47 miljarder euro<sup>49</sup> (inklusive både tematiska och horisontella investeringar<sup>50</sup>). Inom ramen för denna siffra har 14,9 miljarder euro anslagits till investeringar i forskning, utveckling och innovation (FoU och innovation) i grön verksamhet (Figur 2).

### 2.1.3 Humankapital och kompetens

De senaste uppgifterna om världens **humankapital** visar att sektorn för ren energi har varit motståndskraftig under covid-19-pandemin, men att kompetensklyftorna och kompetensbristen ökade 2021 och förväntas fortsätta öka 2022.

<sup>49</sup> Siffrorna baseras på metoden för taggning av pelare i resultattavlan för återhämtning och resiliens och motsvarar de åtgärder som anslagits till politikområdena ”FoU och innovation inom grön verksamhet”, ”digitalt relaterade åtgärder inom FoU och innovation” och ”FoU och innovation” som primära eller sekundära politikområden. Rådet har ännu inte antagit den nederländska planen för återhämtning och resiliens, och därför finns ännu inga uppgifter tillgängliga enligt metoden för taggning av pelare. Mer information om resultattavlan för återhämtning och resiliens finns på [https://ec.europa.eu/economy\\_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/](https://ec.europa.eu/economy_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/).

<sup>50</sup> Tematiska FoU-investeringar omfattar investeringar som är inriktade på den gröna omställningen samt digital teknik och hälsa, medan horisontella FoU-investeringar omfattar övergripande åtgärder som stärker innovationsekosystemen, uppdaterar forskningsinfrastrukturen och stöder företagsinnovationen. För mer information, se resultattavlan för återhämtning och resiliens: [https://ec.europa.eu/economy\\_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/](https://ec.europa.eu/economy_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/).

Sysselsättningen i EU:s bredare sektor för ren energi<sup>51</sup> nådde 1,8 miljoner 2019, med en genomsnittlig årlig tillväxt på 3 % sedan 2015<sup>52</sup>, och representerar 1 % av EU:s totala sysselsättning. Som jämförelse ökade sysselsättningen i den totala ekonomin med i genomsnitt 1 % per år<sup>53</sup>, medan sysselsättningen i den fossila energiindustrin i genomsnitt minskade med 2 % under det senaste årtiondet<sup>54</sup>. Kina rankades först i världen 2020 (39 %) följt av EU (11 %)<sup>55</sup> i sysselsättning globalt inom sektorn för förnybar energi, som totalt stod för 12 miljoner arbetstillfällen<sup>56</sup>.

Arbetstillfällenas sammansättning i EU:s bredare sektor för ren energi har förändrats på flera sätt<sup>57</sup>. Värmepumpsindustrin<sup>58</sup> går förbi sektorerna för fasta biobränslen<sup>59</sup> och vindkraft som den största arbetsgivaren. Detta beror främst på den ökade installationen av värmepumpar. Denna trend kommer sannolikt att fortsätta med REPowerEU-planen och nya produkterbjudanden för renoveringssektorn<sup>60</sup>. Dessutom är sektorn för ren energi 20 % mer produktiv än den totala ekonomin i genomsnitt. Sedan 2015 har arbetsproduktiviteten ökat snabbare inom sektorn för ren energi (2,5 % per år) än i den totala ekonomin (1,8 % per år). Denna ökning har drivits av sektorn för e-mobilitet (5 % per år) och förnybar energi (4 % per år), där man kan se olika trender beroende på teknik.

Nästan 30 % av de företag i EU som är verksamma inom tillverkningen av elektrisk utrustning<sup>61</sup> hade dock haft **brist på arbetskraft** under 2022, en brist som till och med ökade jämfört med 2018. Detta beror främst på den övergripande ekonomiska återhämtningen från pandemin i kombination med att sektorn för ren energi är långsam när det gäller att bygga upp den kompetenskapacitet som krävs för den gröna och digitala omställningen<sup>62</sup>. Mot

---

<sup>51</sup> Siffrorna för sektorn för ren energi i rapporten avser uppgifter baserade på Eurostat avseende sektorn för miljövänliga varor och tjänster (EGSS) (kategorierna "CREMA13A", "CREMA13B" och "CEPA1"). "CREMA13A" (produktion av energi från förnybara resurser) omfattar tillverkning av teknik som behövs för att producera förnybar energi. "CREMA13B" (besparing av värme och energi samt förvaltning) inkluderar värmepumpar, smarta mätare, energirenovering, isoleringsmaterial och delar i det smarta nätet. CEPA1 (skydd av omgivningsmiljö) omfattar el- och hybridbilar, bussar och andra renare och effektivare fordon samt laddningsinfrastrukturer som behövs för driften av elfordon (detta omfattar även komponenter, t.ex. batterier, bränsleceller och elektriska drivsystem som krävs för elfordon).

<sup>52</sup> Eurostat [env\_ac\_egss1].

<sup>53</sup> Eurostat [lfsi\_emp\_a].

<sup>54</sup> Eurostat [sbs\_na\_ind\_r2].

<sup>55</sup> Internationella byrån för förnybar energi (Irena) och Internationella arbetsorganisationen (ILO), *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2021*, Abu Dhabi och Genève.

<sup>56</sup> Detta inbegriper direkt och indirekt sysselsättning.

<sup>57</sup> EurObserv'ER, *The State of Renewable Energies in Europe – Edition 2021 20th EurObserv'ER Report*, 2022. Denna siffra omfattar värmepumpar.

<sup>58</sup> Värmepumpar stod för 24 % av alla arbetstillfällen inom förnybar energi, medan fasta biobränslen och vindkraft var och en bidrog med 20 %. Baserat på EurObserv'ER, *The State of Renewable Energies in Europe – Edition 2021 20th EurObserv'ER Report*, 2022.

<sup>59</sup> Metodändringar har särskilt påverkat uppgifterna om biobränsle, som uppdateras på grundval av projektdata från Horisont 2020-projektet ADVANCEFUEL.

<sup>60</sup> European Heat Pump Association (EHPA), *European Heat Pump Market and Statistics Report 2021*, 2022.

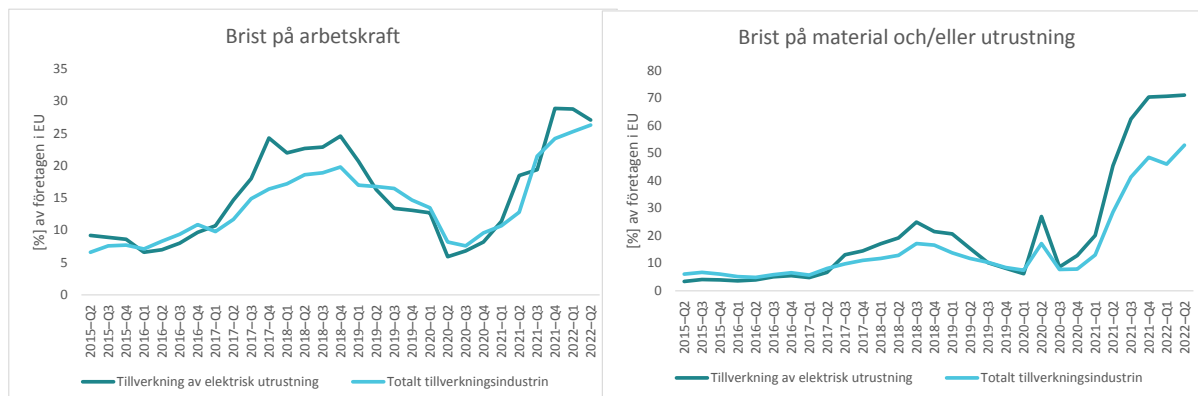
<sup>61</sup> NACE-kod "27 – Tillverkning av elektrisk utrustning" används för att representera industrin för tillverkning av ren energi, eftersom många typer av teknik för ren energi ingår i denna kategori. Den används också för att representera industriekosystemet för förnybar energi i EU:s industristrategi [COM(2020) 108 final och dess senaste uppdatering COM(2021) 350 final].

<sup>62</sup> Långsamheten beror på olika arbetsrelaterade felanpassningar i (t.ex. rumsliga, sektoriella, yrkesmässiga och tidsmässiga). Den snabba omställningen till grönt och digitalt står i kontrast till den tid som behövs för att bygga upp kompetenskapacitet. Se till exempel

- Czako, V., *Skills for the clean energy transition*, 2022 (under utarbetande),

bakgrund av att 70 % av de EU-företag som är inblandade i tillverkningen av elektrisk utrustning drabbades av materialbrist 2022 visar dessa trender den ökande risken för störningar i leveranskedjan för ren energi (Figur 3).

Figur 3: Brist på arbetskraft och material hos EU:s tillverkare av elektrisk utrustning och i EU:s tillverkningssektor totalt [%].



Källa: Gemensamma forskningscentrumet baserat på uppgifter från företagsundersökningen från GD Ekonomi och finans<sup>63</sup>

I REPowerEU-planen efterlyses ökade insatser för att övervinna bristen på kvalificerad arbetskraft inom olika segment av den rena energitekniken. I detta syfte och med utgångspunkt i redan befintlig verksamhet inom EU<sup>64</sup> aviserar planen stöd till kompetens genom Erasmus+<sup>65</sup> och det gemensamma företaget för förnybar vätgas<sup>66</sup>. I EU:s strategi för solenergi föreslås också särskilda åtgärder<sup>67</sup>. Vid 2022 års industriella forum för ren energi (CEIF) antogs den gemensamma förklaringen om kompetens<sup>68</sup> och man åtog sig att vidta konkreta åtgärder för att råda bot på den konstaterade bristen på kvalificerad arbetskraft<sup>69</sup>. År 2022 antog rådet också en rekommendation där medlemsstaterna uppmanades att anta åtgärder för att ta itu med de sysselsättningsrelaterade och sociala aspekterna av klimat-, energi- och miljöpolitiken<sup>70</sup>. Europeiska kommissionen föreslog den 12 oktober 2022 att 2023

- Asikainen, T., Bitat, A., Bol, E., Czako, V., Marmier, A., Muench, S., Murauskaite-Bull, I., Scapolo, F. och Stoermer, E., *The future of jobs is green*, Europeiska unionens publikationsbyrå, Luxemburg, 2021, [doi:10.2760/218792\\_JRC126047](https://doi.org/10.2760/218792_JRC126047).
- Cedefop (Europeiska centrumet för utveckling av yrkesutbildning), *An ally in the green transition – VET, especially apprenticeship, can provide the skills needed for greening jobs – and in turn help shape them*, Europeiska unionens publikationsbyrå, Luxemburg, 2022, <http://data.europa.eu/doi/10.2801/712651>.

<sup>63</sup> Uppgifter från företags- och konsumentundersökningar [industry\_subsector\_q8\_nace2].

<sup>64</sup> Till exempel 2020 års europeiska kompetensagenda, dess flaggskeppsåtgärd pakten för kompetens och dess partnerskap med industriella ekosystem, samt mekanismen för en rättvis omställning.

<sup>65</sup> Erasmus+ <https://www.erasmuskills.eu/eskills/>.

<sup>66</sup> Det gemensamma företaget för förnybar vätgas, *Strategic Research and Innovation Agenda 2021–2027*, <https://www.clean-hydrogen.europa.eu/system/files/2022-02/Clean%20Hydrogen%20JU%20SRIA%20-%20approved%20by%20GB%20-%20clean%20for%20publication%20%28ID%2013246486%29.pdf>.

<sup>67</sup> COM(2022) 221 final (*En EU-strategi för solenergi*).

<sup>68</sup> Gemensam förklaring om kompetens inom sektorn för ren energi, offentliggjord den 16 juni 2022. Tillgänglig på [https://ec.europa.eu/info/news/clean-energy-industrial-forum-underlines-importance-deploying-renewables-2022-jun-16\\_en](https://ec.europa.eu/info/news/clean-energy-industrial-forum-underlines-importance-deploying-renewables-2022-jun-16_en).

<sup>69</sup> Det uppskattas till exempel att 800 000 arbetstagare kommer att behöva utbildas för att arbeta i batterivärdekedjan för att uppfylla REPowerEU-målen. Omkring 400 000 arbetstagare kommer att behöva utbildas och genomgå kompetenshöjning i värdekedjan för värmepumpar, utöver de experter som för närvarande arbetar med värmepumpar men som kommer att gå i pension under de närmaste åren (se fotnot 69).

<sup>70</sup> 2022/C 243/04, rådets rekommendation om säkerställande av en rättvis omställning till klimatneutralitet.

skulle bli Europeiska kompetensåret för att göra EU mer attraktivt för kvalificerade arbetstagare<sup>71</sup>.

**Obalanserna mellan könen** kvarstår både i energisektorns arbetsstyrka samt inom den energirelaterade forskningen och innovationen, även om konsekventa och kontinuerliga könsuppdelade data i stor utsträckning saknas<sup>72</sup>. Underrepresentationen av kvinnor på beslutsfattande nivå i energiföretag och inom den högre utbildningen beträffande vetenskap, teknik, ingenjörsvetenskap och matematik (STEM) återspeglas i en lägre andel patentansökningar av kvinnliga uppfinnare (endast 20 % i alla patentklasser 2021<sup>73</sup> och drygt 15 % för teknik för begränsning av klimatförändringarna<sup>74</sup>), en lägre andel nystartade företag med kvinnor som enda grundare eller en av grundarna (mindre än 15 % i EU 2021)<sup>75</sup> och mindre investerat kapital i företag ledda av kvinnor (endast 2 % i nystartade företag med enbart kvinnor och 9 % med både män och kvinnor i EU 2021<sup>76</sup>).

EU intensifierar sina insatser för att säkerställa ett balanserat och jämlikt ekosystem. Initiativen omfattar jämställdhetsstrategin för 2020–2025<sup>77</sup>, initiativet Women TechEU som lanserades 2022<sup>78</sup>, det nya urvalskriteriet som ingår i Horisont Europa<sup>79</sup> och de konkreta målgårderna i 2022 års nya innovationsagenda<sup>80</sup>. Att överbrygga klyftan mellan könen kommer inte bara att bidra till att åtgärda EU:s utmaningar i fråga om arbetstillfällen och kompetens för att uppnå den dubbla gröna och digitala omställningen, utan kommer också att stödja inkluderingen av kvinnor på dessa arbetsområden och därmed avhjälpa samhällsutmaningarna.

## 2.2 Tendenser inom forskning och innovation

Den ökande miljömässiga, geopolitiska, ekonomiska och sociala instabiliteten i världen kräver att EU har en flexibel FoI-politik som effektivt kan hantera en krissituation och samtidigt säkerställa genomförandet av den europeiska gröna given.

EU:s FoI-politik formar inriktningen på innovation och portföljen med ren energiteknik. Världens största FoI-program, Horisont Europa (med en budget på 95,5 miljarder euro som avsatts för FoI under perioden 2021–2027) och andra EU-finansieringsprogram (t.ex. innovationsfonden och finansieringen från sammanhållningspolitiken) är avsedda att stärka EU:s ekosystem för FoI och bidra till att uppnå EU:s politiska mål<sup>81</sup>. Tillsammans med gemensamma och samordnade insatser i medlemsstaterna (särskilt genom den strategiska

<sup>71</sup> COM(2022) 526 final.

<sup>72</sup> COM(2020) 953 final och COM(2021) 952 final (*Framsteg avseende konkurrenskraft för ren energiteknik*).

<sup>73</sup> För de uppfinningar där minst en uppfinnare har sitt säte i Europa. Siffror baserade på Europeiska patentverket 2022.

<sup>74</sup> Internationella energiorganet, <https://www.iea.org/commentaries/gender-diversity-in-energy-what-we-know-and-what-we-dont-know>.

<sup>75</sup> Europeiska innovationsrådet och genomförandeorganet för små och medelstora företag (EISMEA), 2022.

<sup>76</sup> Internationella datacentrumets (IDC) rapport *European Women in Venture Capital*, 2022.

<sup>77</sup> Europeiska kommissionens jämställdhetsstrategi.

<sup>78</sup> Europeiska innovationsrådet och genomförandeorganet för små och medelstora företag (EISMEA), 2022. <https://eisma.ec.europa.eu/programmes/european-innovation-ecosystems/women-tech.eu>.

<sup>79</sup> Horisont Europa har ett nytt behörighetskriterium där forskningsorganisationer som ansöker om finansiering måste ha en genomförbar jämställdhetsplan, med målet att ha en jämn könsfördelning på 50 % i alla beslutsfattande organ och utvärderare med anknytning till Horisont Europa. Mer information finns på [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/democracy-and-rights/gender-equality-research-and-innovation\\_en#gender-equality-plans-as-an-eligibility-criterion-in-horizon-europe](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/democracy-and-rights/gender-equality-research-and-innovation_en#gender-equality-plans-as-an-eligibility-criterion-in-horizon-europe).

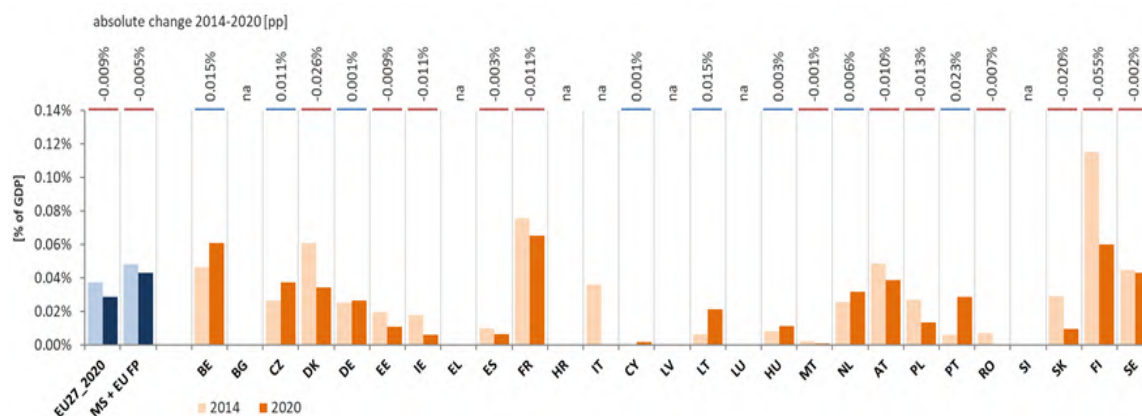
<sup>80</sup> COM(2022) 332 final (*En ny europeisk agenda för innovation*).

<sup>81</sup> Europeiska kommissionen, generaldirektoratet för forskning och innovation, *Science, Research and Innovation Performance of the EU Report 2022*, Europeiska unionens publikationsbyrå, Luxemburg, 2022.

planen för energiteknik (SET-planen))<sup>82</sup> ökar FoI-verksamheten motståndskraften hos EU:s sektor för ren energi.

De flesta EU-medlemsstater ökade sina offentliga FoI-investeringar i EU:s energiunions prioriteringar 2020<sup>83,84</sup>, och hittills har mer än 4 miljarder euro rapporterats. De slutliga totala siffrorna för 2020 förväntas vara jämförbara med värdena före finanskrisen i absoluta tal. Trots detta ligger investeringarna i offentlig FoI, mätt som andel av bruttonationalprodukten (BNP), på nationell nivå och EU-nivå, fortfarande under 2014 års nivåer (Figur 4).

Figur 4: Offentliga FoI-investeringar i ren energi i EU:s medlemsstater som en andel av BNP sedan lanseringen av Horisont 2020<sup>85</sup>.



Källa: Gemensamma forskningscentrumet baserat på IEA:s<sup>86</sup> och eget arbete<sup>87</sup>.

År 2020 utökades medlemsstaternas nationella programbidrag med 2 miljarder euro från Horisont 2020:s medel till stöd för energiunionens FoI-prioriteringar. Enbart de nationella bidragen är fortfarande små bland de stora ekonomierna, men om medlen från Horisont 2020 inkluderas ligger EU på andra plats bland de stora ekonomierna när det gäller offentliga FoI-investeringar i ren energi 2020 (Figur 5)<sup>88</sup>, både när det gäller absoluta utgifter (6,6 miljarder euro, efter Förenta staterna på första plats med 8 miljarder euro) och som andel av BNP (0,046 %, efter Japan på första plats med 0,058 %, men strax före Förenta staterna och Sydkorea<sup>89</sup>).

<sup>82</sup> SET-planen är EU:s huvudsakliga verktyg för att samordna politik och finansiering om forskning och innovation om ren energiteknik på EU-nivå och nationell nivå och för att öka de privata investeringarna. Läs mer: : [https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/strategic-energy-technology-plan\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/strategic-energy-technology-plan_en).

<sup>83</sup> Förnybar energi, smarta system, effektiva system, hållbara transporter, avskiljning, lagring och användning av koldioxid samt kärnsäkerhet, COM(2015) 80 final (energiunionspaketet).

<sup>84</sup> Gemensamma forskningscentrumets informationssystem för strategisk energiteknik (Strategic Energy Technologies Information System – Setis) [https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data\\_en](https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en).

<sup>85</sup> ”EU FP” står för EU:s ramprogram, och med ”i.u.” avses länder som inte lämnat några uppgifter.

<sup>86</sup> Anpassat från 2022 års version av IEA:s databas över budgetar för forskning, utveckling och demonstration inom energiteknik.

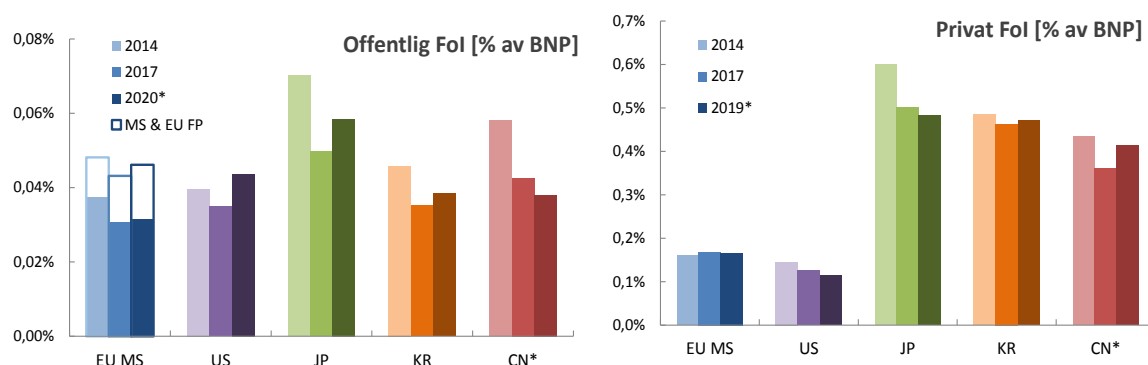
<sup>87</sup> Gemensamma forskningscentrumets informationssystem för strategisk energiteknik (Strategic Energy Technologies Information System – Setis) [https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data\\_en](https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en).

<sup>88</sup> Diagrammet överlappar de två första kategorierna i figur 4 för EU. Värdena i de två figurerna är något olika, eftersom siffran för Italien i Figur 5 är en uppskattning.

<sup>89</sup> Dessa siffror omfattar medlemsstaterna och medel från EU:s ramprogram. I förra årets rapport nämndes endast medlemsstaternas medel, som också visas i figur 5 och som ligger under andra stora ekonomiers medel som en andel av BNP.

Enligt globala bedömningar investerar företagssektorn i genomsnitt minst tre gånger så mycket som den offentliga sektorn i forskning och innovation om ren energi<sup>90</sup>. Investeringar från EU:s affärssektor står för 80 % av FoI-utgifterna i energiunionens FoI-prioriteringar. År 2019 uppgick de uppskattade privata FoI-investeringarna i EU till 0,17 % av BNP (Figur 5) och 11 % av näringslivets och företagssektorns totala FoU-utgifter. Uppskattningar för EU visar att investeringar i absoluta tal (18–22 miljarder euro per år) har varit jämförbara med Förenta staterna och Japan sedan 2014. I procent av BNP ligger EU dock fortfarande lägre än andra stora konkurrerande ekonomier (Japan, Sydkorea och Kina), trots att EU:s investeringar överstiger Förenta staternas.

Figur 5: Offentlig och privat FoI-finansiering inom ramen för energiunionens FoI-prioriteringar i de stora ekonomierna som andel av BNP



Källa: Gemensamma forskningscentrumet, baserat på IEA:s<sup>91</sup>, MI:s<sup>92</sup> och eget arbete.

Sedan 2014 har hälften av EU:s medlemsstater ökat sin **patenteringsverksamhet** i linje med energiunionens FoI-prioriteringar. Ledarna inom grön innovation, t.ex. Danmark och Tyskland, når goda resultat, både i absoluta tal och i andelen gröna patent i deras innovationsportfölj som helhet. EU var fortsatt världens främsta patentsökande på områdena klimat och miljö (23 %), energi (22 %) och transport (28 %).

På global nivå var de **vetenskapliga publikationerna** om koldioxidsnål energiteknik något färre 2020 än 2016–2019. I EU ökade detta antal mer blygsamt under 2016–2019 (jämfört med det globala genomsnittet) och minskade mer under 2020. EU bidrog med drygt 16 % av de vetenskapliga artiklarna i världen, men publikationerna var fortsatt mer än dubbelt så många per capita som genomsnittet i världen<sup>93</sup>.

Denna trend beror främst på det ökande antalet vetenskapliga publikationer på andra områden och på att höginkomstekonomier inte längre verkar dominera i frågor som rör ren energi och innovation<sup>94</sup>. EU var ledande inom energiforskningen för tio år sedan, men den massiva

<sup>90</sup> IEA, *Tracking clean energy innovation – A framework for using indicators to inform policy*, 2020.

<sup>91</sup> Anpassat från 2022 års version av IEA:s databas över budgetar för forskning, utveckling och demonstration inom energiteknik.

<sup>92</sup> Mission Innovation Country Highlights, MI:s sjätte ministermöte 2021, [http://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2021/05/MI\\_2021v0527.pdf](http://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2021/05/MI_2021v0527.pdf).

<sup>93</sup> Europeiska kommissionen, Generaldirektoratet för forskning och innovation, Provençal, S., Khayat, P., Campbell, D., *Publications as a measure of innovation performance in the clean energy sector: Assessment of bibliometric indicators*, Europeiska unionens publikationsbyrå, Luxemburg, 2022.

<sup>94</sup> Schneegans S., Straza, T. och Lewis, J. (red.), *UNESCO Science Report: The Race Against Time for Smarter Development*, UNESCO Publishing, Paris, 2021.

förbättringen av de kinesiska resultaten inom energiforskningen när det gäller kvantitet och kvalitet har knuffat ned EU till en andra plats. Kinesiska forskare är ledande när det gäller de mest citerade publikationerna om energi (med en andel på 39 %)<sup>95</sup>. EU:s forskare samarbetar dock och publicerar sig internationellt i frågor om ren energi i en utsträckning som ligger långt över det globala genomsnittet, och det finns ett större samarbete mellan den offentliga och den privata sektorn i EU. Ramprogrammet Horisont 2020 för forskning och innovation, Europeiska regionala utvecklingsfonden och sjunde ramprogrammet för forskning och innovation rankades bland de 20 främsta globala finansieringssystemen till stöd för forskning om ren energi under perioden 2016–2020<sup>96</sup>.

Behovet av att förbättra övervakningen av den offentliga och privata FoI-verksamheten för ren energi och den kvantitativa bedömningen av konkurrenskraften framhölls i den sista upplagan av rapporten<sup>97</sup> och har sedan dess fått en än mer avgörande betydelse. Översynen av SET-planen och den planerade uppdateringen av de nationella energi- och klimatplanerna<sup>98</sup> som ska genomföras i juni 2024<sup>99</sup> skapar tillsammans en drivkraft för att stärka dialogen om FoI om ren energi och konkurrenskraften mellan EU och dess medlemsstater.

### 2.3 Det globala konkurrenslandskapet för ren energi

Över hela världen har det brådskande åtagandet att påskynda energiomställningen lett till att många lösningar för ren energi har utvecklats, från nischteknik till globala industrier och internationella värdekedjor. Det uppskattas att de globala marknaderna kommer att vara värda 24 biljoner euro för förnybar energi och 33 biljoner euro för energieffektivitet senast 2050<sup>100</sup>.

EU:s ledarskap inom vetenskap, dess starka industriella bas och ambitiösa ramvillkor för ren energi erbjuder en bra teknisk grund för den förväntade marknadsutvecklingen av flera typer av teknik för ren energi. EU har behållit sin goda ställning i fråga om **internationellt skyddade patent** sedan 2014, vilket bekräftar den trend som lyftes fram i förra årets rapport<sup>101</sup>. EU är näst bäst efter Japan när det gäller uppfinningar av högt värde<sup>102</sup>, EU är ledande i fråga om förnybar energi och delar denna ledande position med Japan vad gäller energieffektivitet, främst tack vare EU:s specialisering i material och teknik för byggnader. EU:s patentdata visar också dess ledarskap när det gäller förnybara bränslen, batterier och e-mobilitet, och teknik för avskiljning, lagring och användning av koldioxid.

---

<sup>95</sup> Europeiska kommissionen, generaldirektoratet för forskning och innovation, *Science, Research and Innovation Performance of the EU Report 2022*, Europeiska unionens publikationsbyrå, Luxemburg, 2022.

<sup>96</sup> Elsevier, *Pathways to Net Zero: The Impact of Clean Energy Research*, 2021. Tillgänglig på [https://www.elsevier.com/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/1214979/net-zero-2021.pdf](https://www.elsevier.com/_data/assets/pdf_file/0006/1214979/net-zero-2021.pdf). Publikationer räknas som forskning om nettonollenergi om de främjar kunskapen om forskning och innovation om ren energi och vägen mot att uppnå en framtid med nettonollutsläpp. Uppgifterna har hämtats från Scopus-databasen.

<sup>97</sup> COM(2021) 952 final och SWD(2021) 307 final (*Framsteg avseende konkurrenskraft för ren energiteknik*).

<sup>98</sup> Ytterligare uppgifter om de nationella energi- och klimatplanerna: [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps_en).

<sup>99</sup> EUT L 328, 21.12.2018. I förordning (EU) 2018/1999 om styrningen av energiunionen och av klimatåtgärder fastställs det att de nationella energi- och klimatplanerna ska ses över regelbundet, i syfte att anpassa dem till den senaste politiska utvecklingen. Utkasten till nationella energi- och klimatplaner förväntas vara klara i juni 2023.

<sup>100</sup> Irena, *Global energy transformation: A roadmap to 2050*, Abu Dhabi, 2019.

<sup>101</sup> COM(2021) 952 final (*Framsteg avseende konkurrenskraft för ren energiteknik*).

<sup>102</sup> Högvärdiga patentfamiljer (uppfinningar) omfattar tillämpningar som rör flera patentverk, dvs. ansökan om skydd gäller flera länder eller marknader.

De flesta nya investeringar i ren energiteknik förväntas ske utanför EU och nödvändiga råvaror handlas internationellt<sup>103</sup>. Detta gör EU:s starka närvaro och resultat i globala värdekedjor samt dess tillträde till marknader i tredjeländer ytterst viktiga. De ökade åtgärder som vidtagits av tredjeländers regeringar (införande av hinder för marknadstillträde, krav på lokalt innehåll och andra diskriminerande åtgärder eller praxis) kan dock snedvrída den **internationella handels- och investeringsdynamiken**. Dessa åtgärder kan ha en negativ inverkan på EU:s arbetstillfällen, tillväxt och skattebas och underminera de fördelar som EU normalt skulle ha om man var pionjär på detta område. De skapar också en tydlig risk för ”kontaminering”, eftersom de kan få andra tredjeländer att vidta liknande åtgärder som skapar ineffektivitet i de internationella leveranskedjorna och på längre sikt påverkar incitamenten att investera i sektorn. Detta skulle i sin tur öka kostnaderna för omställningen totalt sett och skulle kunna undergräva allmänhetens pågående engagemang för en global utfasning av fossila bränslen.

Oron kvarstår också och ökar över hela världen när det gäller effekterna av en dominans av teknik som får statligt stöd och subventioner, stängda marknader, olika regler för skydd av immateriella rättigheter, samt politiken för innovation och konkurrenskraft inom sektorn, särskilt den som genomförs av Kina och andra tredjeländer. Den nuvarande geopolitiska krisen har också påverkat konkurrensen på den globala marknaden för ren energi, och det återstår att se hur nya nationella åtgärder för att påskynda den inhemska lanseringen av ren energiteknik (t.ex. Förenta staternas lag om inflationsminskning<sup>104</sup>) skulle kunna påverka det globala konkurrenslandskapet för ren energi negativt.

Inom denna ram kommer **internationellt samarbete inom FoI** inte bara att påskynda omställningen till ren energi ytterligare, utan även motverka störningar på den globala energimarknaden. EU:s program och politik, t.ex. Horisont Europa och Erasmus+, har konsekvent stött FoI-samarbetet med betrodda globala partner. Kommissionens meddelande om den globala strategin för forskning och innovation<sup>105</sup> tillhandahåller en förbättrad ram för utveckling av det internationella samarbetet. I kommissionens meddelande om EU:s externa energiengagemang i en föränderlig värld<sup>106</sup> planeras en intensifiering av detta samarbete och en utveckling av partnerskap för att stödja den gröna omställningen i viktiga frågor t.ex. förnybar och koldioxidsnål vätgas samt tillgången till råvaror och innovation. I kommissionens meddelande *En ny era för det europeiska forskningsområdet*<sup>107</sup> uppmanas dessutom till en uppdatering och utveckling av de vägledande principerna för tillvaratagande av kunskap. En uppförandekod för smart användning av skyddet av immateriella rättigheter förväntas i slutet av 2022<sup>108</sup>. Kommissionen bidrar till att främja internationellt samarbete om energiinnovation och energiteknik genom att fortsätta engagera sig i Mission Innovation<sup>109</sup> och Clean Energy Ministerial. Dessutom understryker EU:s nya globala

---

<sup>103</sup> Internationella energiorganet, *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*, 2021.

<sup>104</sup> ”FACT SHEET: The Inflation Reduction Act Supports Workers and Families” | *The White House*.

<sup>105</sup> COM(2021) 252 final (*Europas strategi för internationellt samarbete i en föränderlig värld*).

<sup>106</sup> JOIN(2022) 23 final (*EU:s externa energiengagemang i en föränderlig värld*).

<sup>107</sup> COM(2020) 628 final (*En ny era för det europeiska forskningsområdet*).

<sup>108</sup> Det finns redan en ny vägledning om värderingen av resultat från Horisont Europa på <https://data.europa.eu/doi/10.2826/437645>.

<sup>109</sup> <http://mission-innovation.net/>. Efter de första fem framgångsrika åren lanserades MI 2.0 med en ny uppsättning ”uppdrag”.

konnektivitetsstrategi, Global Gateway<sup>110</sup>, kommissionens meddelande *Översyn av handelspolitiken*<sup>111</sup> och det internationella partnerskapet med Sydafrika för en rättvis energiomställning<sup>112</sup> vikten av att fördjupa det internationella samarbetet och handelsförbindelserna för att kunna utnyttja konkurrenskraften hos ren energiteknik i samverkan med öppenheten och attraktionskraften hos EU:s inre marknad.

Det internationella forskningssamarbetet, tekniköverföringen, handelspolitiken och energidiplomatin måste samverka för att säkerställa en icke snedvriden handel och investeringar i de teknikformer, tjänster och råvaror som behövs för övergången både inom och utanför EU. EU måste också ytterligare utnyttja sin potential att utöka innovationen för att undvika risken att öka sitt beroende av andra stora ekonomier när det gäller importerad teknik som behövs i energiomställningen och i den nya energisystemarkitekturen.

## 2.4 Innovationsfinansieringssystemet i EU<sup>113</sup>

**Klimattekniska lösningar**<sup>114</sup> främjar EU:s konkurrenskraft och tekniksuveränitet. Tillsammans med införandet av mer mogna produktionstekniker kommer de att spela en avgörande roll för att uppnå koldioxidneutralitet senast 2050<sup>115</sup>.

EU:s klimatteknikområde har under de senaste sex åren dragit till sig en ökande mängd riskkapitalinvesteringar<sup>116</sup> som går i bräschen för innovation. Eftersom klimatteknik kan kräva långa ledtider innan den når mognad finns ett avgörande behov av en betydande mängd kapital under de nystartade företagens hela finansieringslivscyklar, investeringar i FoU<sup>117</sup>, statliga åtgärder för att minska risken med utveckling av klimattekniska lösningar och ytterligare uppmuntran för den privata sektorn att delta.

Över hela världen har riskkapitalinvesteringar på **klimatområdet** visat sig ha en imponerande motståndskraft mot pandemin, med redan högre investeringsnivåer under 2020

---

<sup>110</sup> JOIN(2021) 30 final (*Global Gateway*), gemensamt meddelande från Europeiska kommissionen och unionens höga representant för utrikes frågor och säkerhetspolitik till Europaparlamentet, rådet, Europeiska ekonomiska och sociala kommittén, Regionkommittén och Europeiska investeringsbanken.

<sup>111</sup> COM(2021) 66 final (*Översyn av handelspolitiken – En öppen, hållbar och bestämd handelspolitik*).

<sup>112</sup> Partnerskapet med Sydafrika för en rättvis energiomställning (europa.eu).

<sup>113</sup> Analysen som presenteras i detta avsnitt baseras på PitchBook-data. PitchBook anger för närvarande mer än 2 750 riskkapitalföretag i sin branschvertikal för klimatteknik (jämfört med mer än 2 250 vid tidpunkten för offentliggörandet av 2021 års CPR-rapport). Siffrorna för historiska riskkapitalinvesteringar i CPR-rapporterna för 2020 och 2021 är därför inte direkt jämförbara.

<sup>114</sup> PitchBooks branschvertikal för klimatteknik är ett urval av 2 760 företag som utvecklar teknik som är avsedd att bidra till att mildra eller anpassa sig till klimatförändringarnas effekter. De flesta företag i denna vertikal är inriktade på att minska de ökande utsläppen genom teknik och processer som minskar koldioxidutsläppen. Tillämpningarna inom denna branschvertikal inbegriper produktion av förnybar energi, långtidslagring av energi, elektrifiering av transport, jordbruksinnovationer, förbättringar av industriprocesser, och gruvteknik.

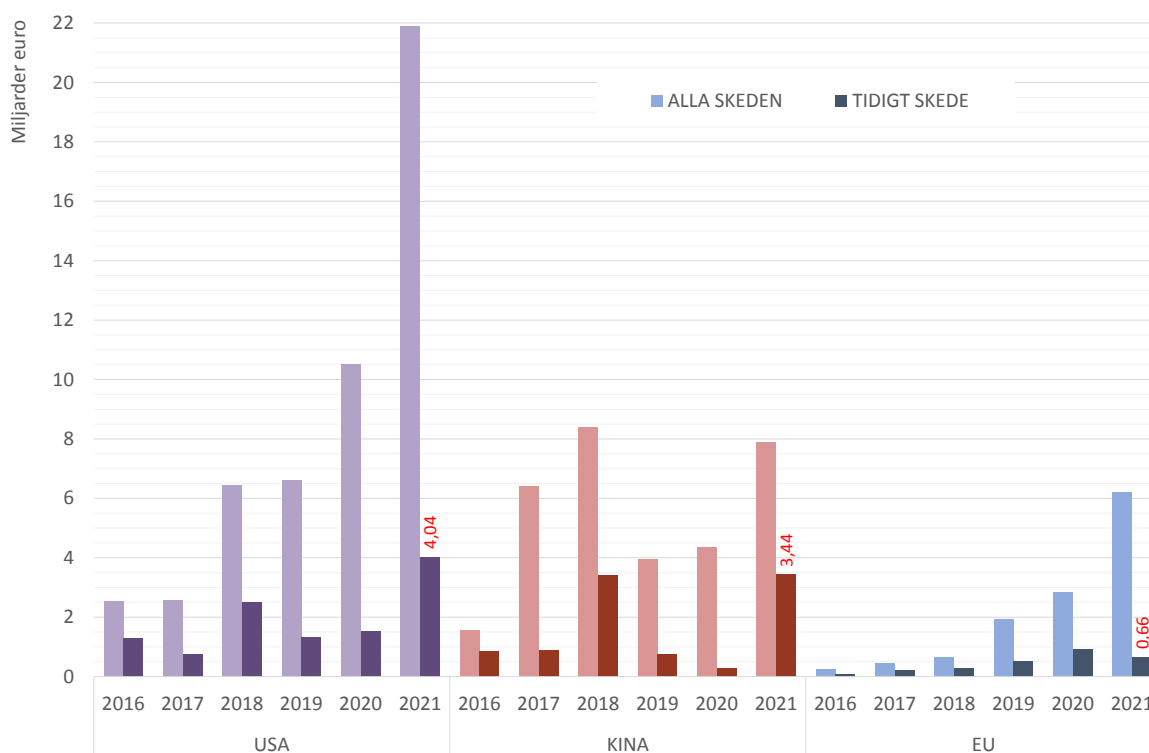
<sup>115</sup> Detta avsnitt utvecklades i nära samarbete med Europeiska kommissionens observationsorgan för ren energiteknik: Georgakaki, A. m.fl., *Clean Energy Technology Observatory Overall Strategic Analysis of Clean Energy Technology in the European Union – 2022 Status Report*, Europeiska kommissionen, 2022, JRC131001.

<sup>116</sup> Riskkapitalavtal definieras som avtal i ett tidigt skede (däribland avtal om försädds-, accelerator-/inkubator-, affärsängel- och såddfinansiering samt finansiering av serierna A och B som äger rum inom fem år efter företagets uppstartsdatum) och avtal i ett senare skede (vanligtvis för finansieringsomgångar för serie B till serie Z+ och/eller som inträffar mer än fem år efter företagets uppstartsdatum, ej offentliggjorda serier och tillväxt/expansion av privat kapital).

<sup>117</sup> Detta ger upphov till begreppet nystartade Deep Green-företag (dvs. nystartade företag som använder avancerad teknik för att hantera miljöutmaningar som exempelvis tillverkning av gröna batterier och elektriska flygplan). Deep Green ligger i skärningspunkten mellan klimatteknik och avancerad teknik (Deep Tech innebär att företagen utgår från vetenskapliga upptäckter inom konstruktion, matematik, fysik och medicin, och kännetecknas av långa FoU-cykler samt otestade affärsmodeller).

(20,2 miljarder euro) och nya toppnivåer 2021 (40,5 miljarder euro, en 100-procentig ökning jämfört med 2020<sup>118</sup>). Inom denna siffra drog EU-baserade nystartade och snabbväxande företag inom klimatteknik till sig 6,2 miljarder euro i riskkapitalinvesteringar under 2021, mer än dubbelt så mycket som 2020 års nivå<sup>119</sup>. Detta står för 15,4 % av de globala riskkapitalinvesteringarna i klimatteknik. 2021 var också det första året då investeringarna i EU-baserad klimatteknik i senare skeden var högre än i Kina<sup>120</sup>. Investeringarna i ett tidigt skede nådde dock nya nivåer i Förenta staterna och Kina 2021, men nådde sin topp i EU (Figur 6).

Figur 6: Riskkapitalinvesteringar i nystartade företag och snabbväxande företag inom klimatteknik.



Källa: JRC-rapport baserad på PitchBook-uppgifter.

**Energiområdet** svarade för 22 % av de globala riskkapitalinvesteringarna i klimatteknik 2021 (produktion av ren energi<sup>121</sup> och nätteknik<sup>122</sup> svarade för 13,2 % respektive 8,7 %). Med nivåer som är nästan fyra gånger högre (x 3,8) än 2020<sup>123</sup> ligger energiområdet fortfarande

<sup>118</sup> Detta motsvarar 5,2 % av den totala riskkapitalfinansieringen under 2021 enligt det gemensamma forskningscentrumets rapport på grundval av PitchBook-uppgifter (4,6 % 2020).

<sup>119</sup> COM(2021) 952 final (*Framsteg avseende konkurrenskraft för ren energiteknik*).

<sup>120</sup> Enbart investeringarna i Sveriges elbilbatteriutvecklare Northvolt har haft en betydande inverkan på de övergripande utvecklingstendenserna för riskkapitalinvesteringar i EU:s klimatteknikföretag under de senaste åren. När företaget övergick till senare investeringsfaser minskade investeringarna i tidiga skeden i EU:s klimatteknikföretag 2021, medan investeringarna i senare skeden ökade för att för första gången uppnå ett högre värde än vad som rapporterats i Kina.

<sup>121</sup> Inklusive solenergi, vindkraft, kärnkraft, kraftvärme, havs- och vattenkraft samt geotermisk energi.

<sup>122</sup> Inklusive långvarig energilagring, näthantering, analys, batteriteknik, smarta nät och produktion av ren vätgas.

<sup>123</sup> Investeringar i teknik för produktion av ren energi är den främsta drivkraften bakom denna tillväxt. Den har drivits på av betydande stora investeringar i kärnfusion i Förenta staterna och vindkraft i Kina och har ökat 2,4 gånger snabbare än investeringarna i nätteknik och riskkapitalinvesteringar i klimatteknik i allmänhet.

efter området rörlighet och transport (46 %), men har för första gången passerat området livsmedel och markanvändning (19,6 %).

I EU befäste riskkapitalinvesteringarna i energiföretag den varaktiga tillväxt som har konstaterats under de senaste fyra åren (en ökning med 60 % jämfört med 2020). Trots detta goda resultat halverades den relativa andelen av EU:s riskkapitalinvesteringar i energi 2021. Med 10 % av riskkapitalinvesteringarna i energiföretag ligger EU på tredje plats, långt efter Förenta staterna (62 %) och Kina (13,3 %), som båda uppvisade enastående investeringsnivåer under 2021 på grund av mycket stora affärer inom produktionen av ren energi.

Trots den positiva riskkapitalfinansieringsdynamiken i EU och den EU-baserade klimatteknikens attraktionskraft för riskkapitalinvestorer håller strukturella hinder och samhällsutmaningar<sup>124</sup> fortfarande tillbaka de EU-baserade snabbväxande företagen inom klimatteknik jämfört med i andra stora ekonomier. EU-taxonomin för hållbar verksamhet utgör ändå en ram för att underlätta för hållbara investeringar och definierar miljömässigt hållbar ekonomisk verksamhet. Dessutom har EU:s innovationspolitik utvidgats under årens lopp och det institutionella landskapet har förändrats med den<sup>125</sup>.

Horisont Europas pelare III om ”Innovativa Europa” har tillhandahållit verktyg för att stödja nystartade företag, snabbväxande företag och små och medelstora företag. I detta sammanhang är Europeiska innovationsrådet (EIC), med sin budget på 10,1 miljarder euro mellan 2021 och 2027, EU:s flaggskeppsprogram för innovation som fastställer, utvecklar och skalar upp banbrytande teknik och omvälvande innovationer. Horisont Europa stöttar även initiativet Europeiska innovationsekosystem och Europeiska institutet för innovation och teknik (EIT). EIT InnoEnergy har byggt världens största ekosystem för hållbar energiinnovation och går också i spetsen för övergången till ett koldioxidsnålt EU senast 2050 genom ledarskap i tre industriella värdekedjor (Europeiska batterialliansen, Europeiska centrumet för miljövänlig vätgas och Europeiska solenergiinitiativet).

När det gäller **EU:s finansieringsprogram** är innovationsfonden en av de största i världen<sup>126</sup> som demonstrerar ren innovativ teknik och använder den i industriell skala. InvestEU-programmet är ett viktigt inslag i EU:s återhämtningsplan som stöder åtkomst till och tillgång på finansiering för små och medelstora företag, medelstora börsnoterade företag och andra företag. Sammanhållningspolitiken tillhandahåller storskaliga och långsiktiga investeringar, särskilt för små och medelstora företag, i innovationskedjor och industriella värdekedjor för att främja utvecklingen av förnybar och koldioxidsnål teknik samt förnybara och koldioxidsnåla affärsmodeller. Europeiska investeringsbanken och europeiska investeringsfonden ger också effektivt stöd till utvecklingen av avancerad teknik som behövs för att EU ska kunna uppnå sina hållbarhetsmål. Andra finansieringsprogram, t.ex. moderniseringsfonden och den föreslagna sociala klimatfonden<sup>127</sup>, syftar till att bidra till att kanalisera intäkterna från klimatrelaterad politik till stöd för energiomställningen.

---

<sup>124</sup> COM(2020) 953 final (*Rapport om framstegen avseende konkurrenskraft inom ren energi*) och COM(2022) 332 final (*En ny europeisk agenda för innovation*).

<sup>125</sup> COM(2022) 332 final (*En ny europeisk agenda för innovation*).

<sup>126</sup> 38 miljarder euro i stöd från 2020 till 2030, förutsatt att koldioxidpriset är 75 euro/ton koldioxid.

<sup>127</sup> [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/delivering-european-green-deal/social-climate-fund\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/delivering-european-green-deal/social-climate-fund_en).

Dessa program och andra EU-initiativ, t.ex. kapitalmarknadsunionen<sup>128</sup>, syftar till att ytterligare mobilisera privata investerare i finansieringen av klimatteknik och nystartade företag inom avancerad<sup>129</sup> klimatteknik. Till exempel är det banbrytande partnerskapet mellan Europeiska kommissionen och Breakthrough Energy Catalyst<sup>130</sup> ytterligare ett exempel på hur man kan öka investeringarna i avgörande klimatteknik och sammanföra den offentliga och den privata sektorn.

Att skapa synergier mellan EU:s program och instrument och öka sammanhållningen mellan EU:s lokala innovationsekosystem kan bidra till att EU blir världsledande inom klimatteknik och därmed till att minska klyftan mellan EU och andra stora ekonomier genom att utnyttja dess mångfald av talanger, intellektuella tillgångar och industriella kapacitet. I den europeiska resultattavlan för innovation 2022<sup>131</sup> betonas vikten av att inrätta ett alleuropeiskt innovationsekosystem, och kommissionens meddelande från 2022 *En ny europeisk agenda för innovation*<sup>132</sup> utgör redan ett steg framåt eftersom det syftar till att utnyttja fördelarna med EU:s innovationsekosystem<sup>133</sup>.

## 2.5 Effekter av systemförändringar

För att uppnå den gröna och digitala omställningen och framgångsrikt uppnå målen med den europeiska gröna given och 55 %-paketet måste EU:s sektor för ren energi påskynda ett paradigmskifte som redan pågår: behovet av att bryta ned de vattentäta skotten mellan sektorerna och stärka samarbetet på övergripande områden (t.ex. råvarornas avgörande roll, digitaliseringen av energisystemet och samspelet mellan olika typer av teknik i industriella processer, enskilda byggnader och städer). Exempel på denna systemiska omvandling är byggnadsrelaterad teknik för ren energi, digitalisering av energisystemet, och energisamhällen och subnationellt samarbete.

Byggnadsrelaterad teknik för ren energi: Obligatoriska solcellsinstallationer på tak och en fördubbling av den nuvarande utbyggnaden av enskilda värmepumpar<sup>134</sup> kommer att lämna sitt bidrag till uppnåendet av klimat- och energimålen. För att nå dessa mål krävs också att byggsektorn integrerar en bred uppsättning kompletterande lösningar för nya byggnader, t.ex. effektiva isoleringsmetoder och kontrollsystem, men även resurseffektiva åtgärder. Detta bör ske parallellt med en ökad renoveringstakt och fler totalrenoveringar. Energilagring på plats (batterier) är en annan viktig faktor för att möjliggöra en större andel värmepumpar och undvika extrema toppar inom produktion och överföring/distribution av el. Utöver tillgången

---

<sup>128</sup> [https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/capital-markets-union\\_en](https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/capital-markets-union_en).

<sup>129</sup> Nystartade företag inom avancerad teknik bygger på vetenskaplig kunskap och kännetecknas av långa cykler för forskning och utveckling samt otestade affärsmodeller. Nystartade företag inom avancerad klimatteknik använder spjutspets teknik för att lösa miljöutmaningar.

<sup>130</sup> Partnerskap mellan kommissionen och nätverket Breakthrough Energy (europa.eu): [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_21\\_2746](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_2746).

<sup>131</sup> Europeiska kommissionen, *European innovation scoreboard 2022, Annual Report*, 2022.

<sup>132</sup> COM(2022) 332 final (*En ny europeisk agenda för innovation*).

<sup>133</sup> I meddelandet anges att EU kommer att vidta konkreta åtgärder för att förbättra tillgången till finansiering för nystartade företag och snabbväxande företag i EU, förbättra reglerna så att innovatörer kan experimentera med nya idéer, bidra till att skapa ”regionala innovationsdalar”, locka till sig och behålla begåvningar i EU, och förbättra beslutsfattandet rörande innovation genom tydlig terminologi, indikatorer och dataset samt politiskt stöd till medlemsländerna.

<sup>134</sup> COM(2022) 230 (*Planen REPowerEU*).

på produkter är installationskunskaper och driftstjänster för de olika teknikerna avgörande för EU:s sektor för ren energi och dess konkurrenskraft.

Digitalisering av energisystemet: Digitaliseringen expanderar exponentiellt: internettrafiken har tredubblats bara under de senaste fem åren, och omkring 90 % av datan i världen i dag har skapats under de senaste två åren<sup>135</sup>. Decentraliseringen av energi – både på produktionsnivå och genom miljontals anslutna smarta apparater, värmepumpar och elbilar – håller på att omvandla det lokala energisystemet. En bedömning för Hamburg (Tyskland) visade på en betydande kostnadsbesparingspotential: genom att investera 2 miljoner euro i smart laddning för att minska efterfrågetopparna kan man undvika behovet av att investera 20 miljoner euro i den nödvändiga nätförstärkningen för att tillgodose en andel elfordon i staden på 9 %<sup>136</sup>. Utan intelligent hantering av lokala energibehov kan kapacitetsbegränsningar i distributionsnäten bromsa övergången till ren energi. Vissa digitala lösningar kan dock öka energiförbrukningen och växthusgasutsläppen utan lämpliga effektivitetsåtgärder, såsom återvinning av spillvärme från datacentraler.

Energisamhällen och subnationellt samarbete: Minst två miljoner EU-medborgare har deltagit i över 8 400 energisamhällen och genomfört över 13 000 projekt sedan år 2000<sup>137</sup>. Energisamhällen utgör ett viktigt test- och tillämpningsområde för teknik och lösningar för ren energi. Den totala förnybara kapaciteten som installerats av energisamhällen i Europa uppskattas för närvarande till minst 6,3 GW (dvs. omkring 1–2 % av den installerade kapaciteten på nationell nivå). Solcellsenergi utgör lejonparten av den installerade kapaciteten. Därefter kommer landbaserad vindkraft. Utveckling av deltagandemodeller för renare energiteknik, särskilt inriktade på hushåll med låga inkomster, kan leda till att fler energisamhällen utvecklas i hela EU och samtidigt bidra till att åtgärda energifattigdomen.

Att förbättra interaktionen mellan övergripande områden, samtidigt som man tar hänsyn till det ömsesidiga beroendet mellan olika sektorer både på medlemsstats- och EU-nivå, är avgörande för att påskynda utbyggnaden och uppgraderingen av ren energiteknik och för att stärka EU:s konkurrenskraft på den globala marknaden för ren energi<sup>138</sup>.

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

I detta avsnitt presenteras konkurrensbedömningen av en rad olika typer av teknik och lösningar för ren energi som är avgörande för energiproduktion, energilagring och systemintegration. Det ger också insikter om hur tekniken och marknaden utvecklas för att uppfylla målen i den europeiska gröna given och REPowerEU. Detta avsnitt omfattar en analys av solceller, vind, värmepumpar för byggnadsändamål, batterier, vätgasproduktion genom elektrolys, förnybara bränslen och digital infrastruktur. Det ger också en översikt över

---

<sup>135</sup> Internationella energiorganet, *Digitalization and Energy*, 2017, <https://iea.blob.core.windows.net/assets/b1e6600c-4e40-4d9c-809d-1d1724c763d5/DigitalizationandEnergy3.pdf>.

<sup>136</sup> Stromnetz Hamburg, *Elektromobilität – Netzausbaustrategie und Restriktionen im Hamburger Verteilnetz*, Hamburg, 2018, <https://www.hamburg.de/contentblob/10993526/1f90214d9b07e4de6323c078ff779d9d/data/d-anlage-13-pra%CC%88sentation-snh-20180504-energienetzbeirat-snh.pdf>.

<sup>137</sup> Schwanitz, V. J., Wierling, A., Zeiss, J. P., von Beck, C., Koren, I. K., Marcroft, T., och Dufner, S., *The contribution of collective prosumers to the energy transition in Europe – Preliminary estimates at European and country level from the COMETS inventory*, augusti 2021, <https://doi.org/10.31235/osf.io/2ymuh>.

<sup>138</sup> SAPEA (Science Advice for Policy by European Academies), *A systemic approach to the energy transition in Europe*, Berlin, 2021, <https://doi.org/10.26356/energytransition>.

annan viktig teknik<sup>139</sup>. Denna evidensbaserade analys – baserad på de indikatorer som anges i bilaga I – genomfördes inom ramen för kommissionens interna observationsorgan för ren energiteknik (CETO), som sköts av Gemensamma forskningscentrumet. De djupgående tekniks specifika rapporterna finns att tillgå på CETO:s webbplats<sup>140</sup>.

### 3.1. Solcellsenergi<sup>141</sup>

Solceller har varit den snabbast växande energiproduktionstekniken i världen under det senaste årtiondet. Alla scenarier för ett klimatneutralt energisystem<sup>142</sup> tilldelar solcellerna en central roll. I meddelandet om en europeisk strategi för solenergi<sup>143</sup> nyligen efterlyses omkring 450 GWac ny systemkapacitet för solceller mellan 2021 och 2030. Med tanke på den nuvarande trenden att installera en likströmskapacitet som är 1,25–1,3 gånger växelströmskapaciteten för att optimera användningen av nätanslutningen<sup>144</sup> skulle den totala nominella solcellskapaciteten i EU uppgå till cirka 720 GWp. EU:s strategi för solenergi tar itu med de största flaskhalsarna och hindren för investeringar i syfte att påskynda utbyggnaden, säkerställa försörjningstryggheten och maximera de socioekonomiska fördelarna med solcellsenergi genom hela värdekedjan<sup>145</sup>. Den europeiska alliansen för solcellsindustrin, ett av de konkreta initiativen i EU:s strategi för solenergi, stöddes formellt av kommissionen i oktober 2022, och syftar till att utöka tillverkningstekniken för innovativa solcellsprodukter och solcellskomponenter<sup>146</sup>.

Teknisk analys: Den genomsnittliga effektiviteten för cellbaserade kiselmoduler har ökat från 15,1 % 2011 till 20,9 % under 2021<sup>147</sup>. Detta är tack vare användningen av större kiselskivor och effektivare solceller, inklusive flerspektrumsolceller. Europa har en betydande expertis och en ledande roll när det gäller den lovande perovskittekniken, för vilken flera företag i EU, t.ex. Evolar (Sverige), Saule Technologies (Polen) och Solaronix (Frankrike) för närvarande bygger upp produktionslinjer.

---

<sup>139</sup> Vattenkraft, havsenergi, geotermisk energi, koncentrerad solenergi och värme, avskiljning, lagring och användning av koldioxid, bioenergi, kärnkraft.

<sup>140</sup> [https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto\\_en](https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en).

<sup>141</sup> Evidensbaserad analys från CETO (Chatzipanagi, A. m.fl., *Clean Energy Technology Observatory: Photovoltaics in the European Union 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, Europeiska kommissionen, 2022, doi: 10.2760/812610 JRC130720) om inget annat anges.

<sup>142</sup> Framför allt de scenarier som förutspås av icke-statliga organisationer som exempelvis Greenpeace, Energy Watch Group, Bloomberg New Energy Finance, Internationella energiorganet, Internationella byrån för förnybar energi samt branschorganisationer för solcellsindustrin.

<sup>143</sup> COM(2022) 221 final (*En EU-strategi för solenergi*).

<sup>144</sup> Kougias I. m.fl., *The role of photovoltaics for the European Green Deal and the recovery plan*, 2021,(doi: [10.1016/j.rser.2021.111017](https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111017)).

<sup>145</sup> De flaggskeppsåtgärder som tillkännagavs i EU:s strategi för solenergi omfattar EU:s initiativ för solcellstak, kommissionens tillståndspaket (inklusive ett lagstiftningsförslag, rekommendationer och vägledning), EU:s storskaliga kompetenspartnerskap för landbaserad förnybar energi, däribland solenergi, och den europeiska alliansen för solenergiindustrin. I synnerhet skulle EU:s initiativ för solcellstak göra installationen av solenergi på tak obligatorisk för i) alla nya offentliga och kommersiella byggnader med användbar golvyta på mer än 250 m<sup>2</sup> senast 2026, ii) alla befintliga offentliga och kommersiella byggnader med en användbar golvyta på mer än 250 m<sup>2</sup> senast 2027, och iii) alla nya bostadshus senast 2029. Tillsammans förväntas dessa åtgärder avsevärt öka investeringarna i solcellstillgångar och öka kapaciteten för solcellstillverkning i EU.

<sup>146</sup> [https://ec.europa.eu/info/news/commission-kicks-work-european-solar-photovoltaic-industry-alliance-2022-oct-11\\_en](https://ec.europa.eu/info/news/commission-kicks-work-european-solar-photovoltaic-industry-alliance-2022-oct-11_en).

<sup>147</sup> VDMA, *International Technology Roadmap for Photovoltaic (ITRPV)*, 2022.

Syftet med EU:s solenergi strategi<sup>148</sup> är att vända den nedåtgående trend som observerats när det gäller offentlig och privat finansiering i solcellsindustrin<sup>149</sup>. EU är dock fortfarande en stark innovatör på området, och ett stort antal publikationer och patentansökningar registrerades under perioden 2017–2019. Enbart Tyskland ligger på femte plats i världen när det gäller patentering av uppfinningar av högt värde inom solcellsindustrin.

Analys av värdekedjan: Både produktionsuppgifter och nya investeringsprojekt bekräftar Asiens, och särskilt Kinas, dominans i produktionslandskapet för solcellsmoduler. Hela den ytterligare tillverkningskapacitet för polykisel på 80 000 ton som tillkännagavs i början av 2021 (som ska läggas till den totala kapaciteten på cirka 650 000 ton 2020), liksom de 118 000 ton som redan håller på att byggas, håller på att byggas i Kina<sup>150</sup>. Solceller av kisel, som främst tillverkas i Kina, står för över 95 % av den globala produktionen. EU behåller dock en betydande andel av tillverkningssegmenten för produktionsutrustning (50 %) och växelriktare (15 %) inom i värdekedjan för solcellsprodukter.

Global marknadsanalys: De globala investeringarna i ny solenergi produktion ökade med 19 % 2021 till 205 miljarder US-dollar (242,5 miljarder euro<sup>151</sup>). Under 2021 försämrades dock EU:s handelsbalans ytterligare, eftersom importen ökade medan exporten däremot förblev stabil, motsvarande 13 % av den globala exporten. De högre materialkostnaderna i många industrisektorer under 2021 och 2022 ledde till en exceptionell och aldrig tidigare skådad ökning av produktionskostnaderna för celler och moduler, vilket vände en tioårig kostnadsminskningstrend. Solcellernas konkurrenskraft förbättrades dock ytterligare i jämförelse med icke-förnybara elkällor<sup>152</sup>. Antalet länder där produktionen av solcellsenergi är den billigaste källan ökar därför. Höjningar av priserna på fossila bränslen på grund av naturkatastrofer, olyckor eller internationella konflikter kan bara förstärka denna trend.

Sammanfattningsvis bekräftar de senaste tillgängliga uppgifterna för 2021 och 2022 den tidigare observerade trenden<sup>153</sup>. EU har bekräftat sin ställning som en av de största marknaderna för solcellsmoduler och som en stark innovatör, särskilt när det gäller framväxande solcellsteknik och solcellstillämpningar (t.ex. agrivoltaiska system, byggnadsintegrerade solceller och flytande solcellsmoduler). EU är dock starkt beroende av import från Asien för flera viktiga komponenter (kiselskivor, göt, celler och moduler) och har fortsatt en betydande närvaro endast inom tillverkningssegmenten för produktionsutrustning och växelriktare (som för närvarande står inför en flaskhals på grund av bristen på chip<sup>154</sup>). Ytterligare flaskhalsar på grund av begränsningar av överkomligheten (särskilt för

---

<sup>148</sup> Den syftar särskilt till att utveckla ett flaggskeppsprogram för forskning och innovation inom solenergi i nästa arbetsprogram för Horisont Europa, inrätta en FoI-pelare i den föreslagna europeiska alliansen för solcellsindustrin och utveckla en gemensam FoI-agenda för solenergi med medlemsstaterna inom ramen för det europeiska forskningsområdet.

<sup>149</sup> De senaste tillgängliga siffrorna är för 2018 och 2019.

<sup>150</sup> Jäger-Waldau, Arnulf (2022) "Overview of the Global PV Industry", i Letcher, Trevor M. (red.) *Comprehensive Renewable Energy*, andra upplagan, vol. 1, s. 130–143. Oxford: Elsevier. Doi: 10.1016/B978-0-12-819727-1.00054-6.

<sup>151</sup> Med den genomsnittliga växelkursen på 1,1827 euro för 1 US-dollar under 2021. Se [https://www.ecb.europa.eu/stats/policy\\_and\\_exchange\\_rates/euro\\_reference\\_exchange\\_rates/html/eurofxref-graph-ron.en.html](https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-ron.en.html).

<sup>152</sup> Detta beror på att priserna på naturgas, olja och kol har stigit mycket snabbare under samma period. Se <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-may-2022>.

<sup>153</sup> COM(2021) 952 final (*Framsteg avseende konkurrenskraft för ren energiteknik*).

<sup>154</sup> EU:s undersökningsrapport om chip, *European Chips Report | Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs* ([ec.europa.eu/economy\\_finance/european-chips-report](https://ec.europa.eu/economy_finance/european-chips-report)).

låginkomsthushåll och små och medelstora företag) och alltför långa väntetider (t.ex. kopplade till ett otillräckligt antal utbildade solcellsinstallatörer) påverkar redan den stora spridningen av solceller. De åtgärder och flaggskeppsåtgärder som tillkännagavs i EU:s strategi för solenergi ger de största möjligheterna att investera i solcellstillgångar och utveckla solcellsproduktionskapaciteten i EU samt att diversifiera importen. Samtidigt har kontinuerliga tekniska framsteg mot mer effektiva och hållbara cellformgivningar och tillverkningsprocesser gjort det möjligt att förbättra solcellsteknikens konkurrenskraft ytterligare jämfört med icke-förnybara energikällor – även om råvarukostnaderna har ökat. Dessa delar stärker affärsnyttan med att främja både produktionen och utbyggnaden i EU, inklusive innovativa tillämpningar.

### 3.2.Havsbaserad och landbaserad vindkraft<sup>155</sup>

Vindenergi spelar en central roll i EU:s klimat- och energipolitik, eftersom en påskyndad utbyggnad av vindenergin är avgörande för att uppnå målen i den europeiska gröna given, 55 %-paketet och REPowerEU-målen. REPowerEU uppmanar till en snabbare installation av vindkraftskapacitet, med 510 GW vindkraft som ska installeras senast 2030<sup>156</sup>, vilket beräknas motsvara en andel på 31 % av EU:s installerade elproduktionskapacitet<sup>157</sup>.

EU har varit världsledande inom forskning och innovation inom vindenergi sedan 2014, med offentliga utgifter på 883 miljoner euro under perioden 2014–2021, och har för närvarande 38 % av alla innovationsföretag, med den största gruppen nystartade företag och innovationsbolag. År 2021 installerades dock endast 11 GW vindkraft (10 GW landbaserad vindkraft, 1 GW havsbaserad vindkraft) i EU, och utsikterna för 2022 ligger fortfarande under den takt som krävs för att uppnå REPowerEU-målen. Kina är för närvarande ledande när det gäller antalet vindkraftverk totalt med en kapacitet på 338 GW, främst på grund av en ökad utbyggnadstakt 2021. Samma år nådde EU omkring 190 GW i kumulativ installerad kapacitet.

För att uppnå målen i REPowerEU kommer en snabb utbyggnad av vindkraft att vara avgörande och kommer att kräva tydliga investeringskanaler och en omsättning av de politiska målen i faktiska genomförandeåtgärder, bl.a. åtaganden som underlättar tillståndsgivningen för vindkraftparker.

Teknisk analys: Den totala installerade landbaserade vindkapaciteten var 769 GW 2021, nästan tre gånger högre än ett årtionde tidigare<sup>158</sup>, med 72 GW kapacitet installerad enbart under 2021. 2021 var också ett rekordår för havsbaserad vindkraft, med 21 GW ny kapacitet installerad globalt, mer än tre gånger så mycket som under 2020. Den totala installerade kapaciteten i världen var 55 GW under 2021<sup>159</sup>. Kina ledde ökningen av den globala

<sup>155</sup> Evidensbaserad analys från CETO (Chatzipanagi, A. m.fl., *Clean Energy Technology Observatory: Wind Energy in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, Europeiska kommissionen, 2022, doi:10.2760/855840, JRC130582) såvida inte annat anges.

<sup>156</sup> SWD(2022) 230 final (*Implementing the REPower EU Action plan: investment needs, hydrogen accelerator and achieving the bio-methane targets* (inte översatt till svenska)). Tillgänglig på <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230&from=EN>.

<sup>157</sup> SWD(2022) 230 final (enligt PRIMES-modellberäkningarna av den installerade nettoenergiKapaciteten i REPowerEU under 2030), figur 3: Installerad nettokapacitet i REPowerEU år 2030 (GWe). Tillgänglig på <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230&from=EN>.

<sup>158</sup> *Renewable Capacity Statistics 2022*, Irena, Abu Dhabi, 2002.

<sup>159</sup> *Renewable Capacity Statistics 2022*, Irena, Abu Dhabi, 2002.

installerade kapaciteten med 30,6 GW landbaserad vindkapacitet och 16,9 GW havsbaserad vindkapacitet installerad 2021.

EU hade i slutet av 2021 en total installerad landbaserad vindkapacitet på 173 GW och en total installerad havsbaserad vindkapacitet på omkring 16 GW. Den totala vindkapaciteten motsvarade cirka 14 % av EU:s totala elförbrukning. Under 2021 stod också den landbaserade vindkapaciteten i EU för det näst högsta årliga bidraget sedan 2010 (10 GW i årlig utbyggnad<sup>160</sup>). Dock installerades endast 1 GW havsbaserad vindkraft i EU 2021<sup>161</sup>. Näringslivets aktörer framhåller beviljandet av tillstånd som en av de största flaskhalsarna i den fortsatta och massiva utbyggnaden av vindkraft, eftersom det orsakar förseningar och färre slutförda projekt. Detta i sin tur sätter press på försörjningskedjans lönsamhet. Kommissionen har lagt fram rättsliga förslag och en vägledning för att påskynda tillståndsgivningen som en del av REPowerEU-paketet.

Analys av värdekedjan: Vindenergisektorn har utvecklats till en global industri med omkring 800 tillverkningsanläggningar. De flesta av dessa finns i Kina (45 %) och i Europa (31 %)<sup>162</sup>. EU har fortsatt ledningen när det gäller patent av högt värde inom vindkraftsteknik: dess andel av uppfinningarna med högt värde var 59 % 2017–2019. EU:s turbintillverkare är fortsatt i ledningen när det gäller kvalitet, teknisk utveckling och investeringar i FoI. EU:s vindkraftsindustri har också en hög tillverkningskapacitet för komponenter med högt mervärde (t.ex. torn, växellådor och blad) och för enheter som även kan användas av andra industrisektorer (t.ex. generatorer, kraftomvandlare och kontrollsystem). EU:s tillverkningsvärdekedja för havsbaserad vindkraft hämtar främst sina komponenter från EU-tillverkare. För landbaserad vindkraft köper däremot EU:s tillverkare av originalutrustning sina komponenter från många olika utländska leverantörer.

Många av råvarorna för generatorer importeras främst från Kina. De potentiella svårigheterna med att öka produktionen av råvaror för att uppnå målen för 2030 kan utgöra utmaningar för EU:s vindkraftsindustri. Ökningen av resurspriserna 2021 och osäkerheten om försörjningen utgör också ett hinder. Industrin har också tagit upp miljöfrågor när det gäller återvinningen av kompositblad. Både nationella forskningsprogram och EU-program för vindkraft fokuserar därför i allt högre grad på cirkularitet.

Global marknadsanalys: Under det senaste årtiondet har EU bibehållit en positiv handelsbalans med resten av världen på mellan 1,8 och 2,8 miljarder euro. EU har dock haft negativa handelsbalanser med Kina och Indien sedan 2018. Kinesiska tillverkare av originalutrustning överträffade för första gången sina motparter i EU när det gäller den globala marknadsandelen 2020. På EU:s ledande marknader finns dock ett stort antal inhemska tillverkare<sup>163</sup>.

Sammanfattningsvis är EU:s vindkraftssektor fortfarande världsledande när det gäller FoI och patent av högt värde. Detta beror på den tillverkningskapacitet, den arbetskraft och den kompetens som står till dess förfogande. Industrin kommer dock att behöva mer än fördubbla den nuvarande årliga kapacitetsinstallationstakten i EU för att uppnå målen för 2030.

<sup>160</sup> *Wind Energy in Europe: 2021 Statistics and the outlook for 2022–2026*, WindEurope, Belgien, 2022.

<sup>161</sup> *Wind Energy in Europe: 2021 Statistics and the outlook for 2022–2026*, WindEurope, Belgien, 2022.

<sup>162</sup> Följt av Indien (7 %), Brasilien (5 %) och Nordamerika (4,5 %). Se även WindEurope/Wood Mackenzie, *Wind energy and economic recovery in Europe*, Belgien, 2020.

<sup>163</sup> WindEurope/Wood Mackenzie, *Wind energy and economic recovery in Europe*, 2020.

Genomförandet av direktivet om förnybar energi<sup>164</sup>, det senaste förslaget till ändring av detta direktiv<sup>165</sup> samt kommissionens respektive rekommendation och vägledning för 2022<sup>166</sup>, förväntas övervinna de huvudsakliga tillståndsrelaterade hindren för utbyggnad. Tydliga förhandsuppgifter om medlemsstaternas planer för vindkraftsinstallation kommer också att göra det möjligt att i tid förbereda för den framtida kapaciteten. Samtidigt kommer forskning och innovation om cirkularitet att föra industrin framåt genom att åtgärda miljöproblem och försörjningsstörningar, och på så sätt förbättra konkurrenskraften hos EU:s vindenergisektor.

### 3.3. Värmepumpar för byggnadstillämpningar

På EU-nivå får värmepumpar allt större stöd inom ramen för den europeiska gröna given, 55 %-paketet och REPowerEU-planen<sup>167</sup>. I REPowerEU-planen efterlyses en fördubbling av den nuvarande installationstakten för enskilda värmepumpar, vilket skulle leda till en total användning av 10 miljoner värmepumpar under de kommande fem åren och 30 miljoner senast 2030, och skulle gå hand i hand med en utbyggnad av EU:s tillverkningskapacitet. Den kräver också en snabbare utbyggnad av stora värmepumpar i fjärrvärme- och fjärrkylnäten. Den utbredda parallella installationen av både solcellstak (och solvärme) och värmepumpar, med smarta reglage som svarar på nätbelastning och prissignaler, skulle bidra till minskade koldioxidutsläpp från uppvärmningen och färre utmaningar för nätintegrering.

Teknisk analys: Värmepumpar för byggnadstillämpningar är kommersiellt tillgängliga produkter. De kan klassificeras efter vilken källa som värmeenergin hämtas från (luft, vatten eller jord), vilket medium som används för värmeöverföring (luft eller vatten), syftet (rumsuppvärmning eller -kylning, varmvattenberedning) och vilka marknadssegment de används för (kommersiella byggnader, bostäder och nät).

När det gäller värmepumpar som huvudsakligen används för rumsuppvärmning och uppvärmning av badrumsvatten uppgick det installerade beståndet för denna sektor till nästan 17 miljoner enheter i Europa i slutet av 2021, medan försäljningen nådde 2,18 miljoner enheter 2021, vilket är en sammanlagd årlig tillväxttakt på 17 % under de senaste fem åren och 20 % under de senaste tre åren<sup>168</sup>.

Pådrivande för FoI-verksamheten vad avser enskilda värmepumpar är efterfrågan på mer effektiva, kompakta och tysta enheter, större driftsområden vid omgivningstemperatur, digitalisering för optimal integrering med energinäten, och lokal energiproduktion och energilagring. Den drivs också på av nya EU-förordningar för ökad energieffektivitet och lägre miljöpåverkan under hela livscykeln, inklusive materialcirkularitet och köldmedier med låg global uppvärmningspotential. FoI för kommersiella värmepumpar handlar till exempel om integrering av samtidig leverans av värme och kyla med värmelagring.

---

<sup>164</sup> EUT L 328, 21.12.2018. Direktiv (EU) 2018/2001 av den 11 december 2018 om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor.

<sup>165</sup> COM(2021) 557 final (Förslag till Europaparlamentets och rådets direktiv om ändring av Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/2001, Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/1999 och Europaparlamentets och rådets direktiv 98/70/EG vad gäller främjande av energi från förnybara energikällor och om upphävande av rådets direktiv (EU) 2015/652).

<sup>166</sup> SWD(2022) 149 final (Vägledning till medlemsstaterna om god praxis för påskyndande av tillståndsförfaranden för projekt för förnybar energi).

<sup>167</sup> COM(2022) 230 final (Planen REPowerEU).

<sup>168</sup> European Heat Pump Association (EHPA), 2022, <https://www.ehpa.org/market-data/>.

EU:s ställning inom FoI är stark och förbättras fortsatt. EU är ledande när det gäller patent för ”värmepumpar främst för uppvärmning” för byggnadstillämpningar. Under perioden 2017–2019 lämnades 48 % av patentansökningarna för uppfinningar med högt värde in i EU, följt av Japan (12 %), Förenta staterna (8 %) Sydkorea (7 %) och Kina (5 %)<sup>169</sup>. Åren 2014–2022 tillhandahöll Horisont 2020 totalt 277 miljoner euro i finansiering till projekt om värmepumpar för byggnadstillämpningar.

Analys av värdekedjan: Omsättningen för tillverkning, installation och underhåll av värmepumpar i EU uppgick till 41 miljarder euro 2020 och har ökat med i genomsnitt 21 % per år under de senaste tre åren. Direkta och indirekta arbetstillfällen uppgick till 318 800 år 2020, en genomsnittlig årlig tillväxt på 18 % under de senaste tre åren. Dessa uppgifter omfattar alla typer av värmepumpar, inklusive luft-luftvärmepumpar som används för kylning och/eller uppvärmning<sup>170</sup>.

Värmepumpar kräver inte viktiga råvaror för sin produktion, men de påverkas av den nuvarande bristen på halvledare i världen.

Global marknadsanalys: I EU består värdekedjan för ”värmepumpar främst för uppvärmning” av många små och medelstora företag och ett fåtal stora aktörer. Andelen importerade värmepumpar ökar och handelsunderskottet uppgick till 390 miljoner euro 2021, till skillnad från överskottet på 202 miljoner euro som registrerades fem år tidigare<sup>171</sup>. Importen från Kina fördubblades 2021 till 530 miljoner euro.

Sammanfattningsvis går användningen av värmepumpar redan snabbt framåt, men måste påskyndas ytterligare för att uppnå REPowerEU-målen. De EU-baserade leverantörerna måste öka produktionen för att kunna delta i EU:s ökande efterfrågan på värmepumpar. Vissa branschorganisationer hävdar att en snabbare utfasning av köldmedier med hög global uppvärmningspotential skulle bromsa ökningen för specifika tillämpningar, men förbudet i förslaget till ändring av förordningen om fluorerade växthusgaser<sup>172</sup> är avsett att ge industrin tillräckligt med tid för att anpassa sig. Bristen på utbildade installatörer och höga startkostnader kan fördröja utbyggnaden i EU.

Industrin efterlyser en ”värmepumpsaccelerator”-plattform som skulle sammanföra kommissionen, medlemsstaterna och sektorn själv. Plattformen skulle stödjas av tydliga och konsekventa politiska signaler som skulle skapa förtroende för långsiktig planering, säkerställa ett gynnsamt regelverk, sänka kostnaderna genom mer samarbete och FoI, och utveckla en kompetenspakt inriktad på värmepumpar. Som en del av REPowerEU-planen kommer kommissionen att stödja medlemsstaternas insatser för att samla sina offentliga resurser via potentiella viktiga projekt av gemensamt europeiskt intresse som är inriktade på banbrytande teknik och innovation längs värmekedjan för värmepumpar, och upprätta ett storskaligt kompetenspartnerskap inom ramen för kompetenspakten.

---

<sup>169</sup> Lyons, L. m.fl., *Clean Energy Technology Observatory Heat Pumps in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, Europeiska kommissionen, 2022, JRC130874.

<sup>170</sup> Baserat på uppgifter från EurObserv'ER, 2020.

<sup>171</sup> COMEXT, kod 841861.

<sup>172</sup> COM(2022) 150 final (*Förslag till Europaparlamentets och rådets förordning om fluorerade växthusgaser, om ändring av direktiv (EU) 2019/1937 och om upphävande av förordning (EU) nr 517/2014*).

### 3.4. Batterier

Batterier kommer att spela en avgörande roll för att uppnå målen i den europeiska gröna given och genomföra REPowerEU-planen<sup>173</sup>, eftersom de kan minska beroendet av bränsleimport inom transportsektorn samt säkerställa maximal användning av förnybar el och minska inskränkningarna. Över 50 miljoner elfordon förväntas vara i drift på EU:s vägar senast 2030<sup>174</sup> (med minst 1,5 TWh batterier) och över 80 GW/160 GWh stationära batterier<sup>175</sup>. EU rör sig gradvis mot utsläppsfria nya bilar fram till 2035, i linje med målet att ha en hel EU-bilpark på 270 miljoner fordon som bör vara utsläppsfria (mestadels elektriska) senast 2050. E-mobilitet är den främsta drivkraften bakom efterfrågan på batterier. Litiumjonbatterier förväntas dominera marknaden långt efter 2030, men andra typer av teknik utvecklas parallellt.

Teknisk analys: Trots avbrott i chip- och magnesiumförsörjningen har användningen av batteriteknik i EU nått historiska nivåer: 1,7 miljoner nya elfordon såldes 2021, vilket motsvarar 18 % av marknaden (jämfört med 3 % 2019 och 10,5 % 2020<sup>176</sup>) och överträffar Kina (16 %). Försäljningen av elfordon nationellt varierade mellan 1,3 % i Cypern och 45 % i Sverige. Marknaden för stationära batterier i EU växer också snabbt och förväntas nå 8 GW/13,7 GWh i slutet av 2022<sup>177</sup>. Det krävs dock en ytterligare höjning av takten för att minska beroendet av gaskraftverk som körs vid hög efterfrågan, i linje med målen för REPowerEU.

År 2021 sjönk det genomsnittliga batteripriset med 6 % till omkring 116 euro/kWh<sup>178</sup> på världsmarknaden och till omkring 150 euro/kWh på EU-marknaden. Detta är fortsättningen av en lång trend. Men med stigande priser under 2022 på grund av chocker på utbudssidan vänder trenden nu (till exempel ökade priset på litiumkarbonat under våren 2022 med 974 % jämfört med 2021 års priser<sup>179</sup>). Batteripaket kommer att vara minst 15 % dyrare 2022 än 2021<sup>180</sup>. Systemkostnaden för litiumjontillämpningar i nätskala var omkring 350 euro/kWh 2021<sup>181</sup> och ungefär dubbelt så stor för lagringssystem för hushåll.

Analys av värdekedjan: Nästan hela EU:s massproduktion av litiumjonbatterier under 2021 utfördes fortfarande av asiatiska tillverkare som är etablerade i EU (i Ungern och Polen). Byggandet av nya jättefabriker innebär att EU (särskilt Tyskland och Sverige) gradvis kommer att bli viktigare på marknaden. Svenska Northvolt tillverkade sin första battericell med 100 % återvunnen nickel, mangan och kobolt i slutet av 2021 och inledde kommersiell

<sup>173</sup> COM(2022) 230 final (*Planen REPowerEU*).

<sup>174</sup> Policyscenarier för genomförandet av den europeiska gröna given, Europeiska kommissionen, 2021. Tillgänglig på [https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal\\_en](https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal_en).

<sup>175</sup> Policyscenarier för genomförandet av den europeiska gröna given, Europeiska kommissionen, 2021. Tillgänglig på [https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal\\_en](https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal_en).

<sup>176</sup> European Automobile Manufacturers' Association (ACEA), februari 2022, <https://www.acea.auto/fuel-pc/fuel-types-of-new-cars-battery-electric-9-1-hybrid-19-6-and-petrol-40-0-market-share-full-year-2021/>.

<sup>177</sup> *European Market Monitor on Energy Storage*, sjätte upplagan (EMMES 6.0), <https://ease-storage.eu/publication/emmes-6-0-june-2022/>.

<sup>178</sup> BNEF, *Battery Pack Prices Fall to an Average of \$132/kWh*, 30 november 2021. Med en växelkurs på 0,8826 euro för 1 US-dollar den 30 november 2021.

<sup>179</sup> *Energy Storage News*, "BloombergNEF predicts 30% annual growth for global energy storage market to 2030", 4 april 2022.

<sup>180</sup> IEA, *Global EV outlook 2022*, 2022.

<sup>181</sup> Baserat på webbseminariet "How high can battery costs get?" från Aurora Energy Research den 21 april 2022.

produktion 2022. Företaget påstår sig ha en mycket effektiv återvinningsprocess med återvinning av upp till 95 % av batterimetallerna<sup>182</sup>.

EU förväntas nå en installerad produktionskapacitet på över 75 GWh<sup>183</sup> i slutet av 2022 (jämfört med 44 GWh i mitten av 2021). De projekt som för närvarande pågår visar att EU är på rätt spår för att tillgodose 69 % av efterfrågan på batterier senast 2025 och 89 % senast 2030<sup>184</sup>. Detta är till stor del tack vare Europeiska batterialliansens initiativ<sup>185</sup>.

Råvarusegmentet i föregående produktionsled är fortfarande det minst resilienta i batterivärdekedjan. Trots flera EU-initiativ ökade försörjningsgapet för batteriråvaror 2021<sup>186</sup>. Förbrukade batterier skickas fortfarande till Asien för återvinning<sup>187</sup>.

EU gör snabba framsteg när det gäller litiumjonteknik (särskilt det mest högpresterande NMC-området<sup>188</sup>), men det går för långsamt framåt när det gäller stationär batteriteknik baserad på rikliga råvaror (t.ex. flödesbatterier och natriumjonbatterier – de senare har också god potential när det gäller elfordon mot bakgrund av utvecklingen i Kina och andra faktorer). EU är också långsammare när det gäller att ta till sig den billigare litium(jon)järnfosfattekniken (LFP), som används i allt högre grad i Asien och som är mindre beroende av råvaror av avgörande betydelse.

Global marknadsanalys: Kina kontrollerar 80 % av världens raffineringsskapacitet för råmaterial för litiumjonbatterier, 77 % av produktionskapaciteten för celler och 60 % av produktionskapaciteten för batterikomponenter<sup>189</sup>. EU:s handelsunderskott vad avser litiumjonbatterier fortsatte att öka 2021 och nådde 5,3 miljarder euro<sup>190</sup> (en ökning med 25 % jämfört med 2020). EU står för ungefär 19 % av den globala tillverkningen av elfordon<sup>191</sup>, men har mycket lite av försörjningskedjan i tidigare led (med undantag för bearbetningen av kobolt). Produktionen och utbyggnaden av elbussar i EU (7 356 e-bussar var i omlopp i slutet av 2021) är obetydlig jämfört med Kina, som har över 90 % av det globala beståndet om 670 000 e-bussar<sup>192</sup>.

Sammanfattningsvis bygger EU i allt högre grad upp den välbehövliga tekniska kapaciteten för billigare lagring/långsiktig lagring (t.ex. teknik för natriumjonbatterier, zinkbaserade batterier, flödesbatterier) och står starkt när det gäller slutprodukter (särskilt produktion och användning av elfordon, med undantag för segmentet elbussar). EU håller också snabbt på att komma ikapp inom celltillverkningen när det gäller litiumjonteknik, och är på väg att bli nästan självförsörjande i fråga om batteriproduktion senast 2030. Bristen på inhemska råvaror och avancerad materialproduktion är ett ihållande problem trots de pågående initiativen. EU

---

<sup>182</sup> NorthVolt.com, *Northvolt produces first fully recycled battery cell*, 12 november 2021.

<sup>183</sup> Inklusive LG Chem (Polen): 32 GWh; Samsung SDI (Ungern): 20 GWh; Northvolt (Sverige): 16 GWh; SK Innovation (Ungern): 7,5 GWh (["Benchmark Minerals: Europe's EV gigafactory capacity pipeline to grow 6-fold to 789.2 GWh to 2030" – Green Car Congress](#)). Andra tillverkare, t.ex. SAFT, MES och Leclanché, bidrar med mer småskalig kapacitet, men håller på att öka sina produktionsvolymerna.

<sup>184</sup> EIT InnoEnergy, *Contribution for High-Level ministerial meeting on batteries*, februari 2022.

<sup>185</sup> [Europeiska batterialliansen \(europa.eu\)](#).

<sup>186</sup> EIT InnoEnergy, *Contribution for High-Level ministerial meeting on batteries*, februari 2022.

<sup>187</sup> EBA250, Europeiska batterialliansens industriella utvecklingsprogram, <https://www.eba250.com/>.

<sup>188</sup> NMC = Nickel-mangan-kobolt.

<sup>189</sup> Willuhn M., "National lithium-ion battery supply chains ranked" i *PV Magazine*, 16 september 2020.

<sup>190</sup> Uppgifter från COMEXT 2022.

<sup>191</sup> Baserat på produktionsdata från Prodcorn 2021 för EU samt på IEA-data om 2021 års globala försäljning av elfordon.

<sup>192</sup> IEA, 2022 års *Global EV Outlook*.

strävar efter att öka sina ansträngningar för att ta itu med dessa utmaningar från utvinning till raffinering och från bearbetning till återvinning, t.ex. med den aviserade europeiska lagen om råvaror av avgörande betydelse.

### 3.5. Produktion av förnybar vätgas genom vattenelektrolys

Förnybar vätgas<sup>193</sup> har stor möjlighet att bidra till EU:s klimat- och energimål. Den kan användas som bränsle i sektorer som är svåra att elektrifiera (t.ex. långväga och tunga transporter), som kemiska råvaror (t.ex. gödselmedel och andra kemikalier), och i industriprocesser (t.ex. stål- eller cementproduktion). Vätgas och dess derivat förväntas utgöra 12 % av den globala energimixen 2050<sup>194</sup>, men förnybar vätgas med hjälp av vattenelektrolys utgör för närvarande endast 0,1 % av EU:s totala produktion.

REPowerEU har ytterligare förstärkt de politiska målen för 2020 års vätgasstrategi<sup>195</sup> och fastställt målen för 2030 för förnybar och koldioxidsnål vätgas till 10 miljoner ton inhemsk produktion och 10 miljoner ton import (delvis i form av ammoniak). Inrättandet av en europeisk vätgasbank kommer att påskynda produktionen och användningen av förnybar vätgas och bidra till att utveckla den nödvändiga infrastrukturen på ett samordnat sätt<sup>196</sup>.

Kommissionen och de ledande tillverkarna av elektrolysörer i EU åtog sig att öka produktionskapaciteten tiofaldigt till 17,5 GW vätgasproduktion senast 2025<sup>197</sup>. Dessutom anslår medlemsstaternas återhämtnings- och resiliensplaner omkring 10,6 miljarder euro till vätgasteknik, och kommissionen godkände 2022 två projekt av gemensamt europeiskt intresse (i juli och september), för 5,4 respektive 5,2 miljarder euro i investeringar med 15 respektive 13 deltagande medlemsstater.

Teknisk analys: Av en global kapacitet på 300 MW 2020<sup>198</sup> stod Europa (inklusive Förenade kungariket och Eftaländerna) för 135 MW installerad kapacitet 2021. Elektrolysörer med Proton Exchange Membrane (PEM) och alkaliska elektrolysörer utgör 55 % respektive 44 % av den installerade kapaciteten på europeiskt territorium (inklusive Efta och Förenade kungariket)<sup>199</sup>.

Den utjämnade elkostnaden är den viktigaste faktorn som påverkar den ekonomiska livskraften hos elektrolysanläggningarnas investeringar, och de stigande elpriserna förblir en av de största utmaningarna för den ekonomiska livskraften hos en konkurrenskraftig produktion av elektrolysvätgas.

Kostnaden för europeisk vätgasproduktion som använder förnybara källor varierar från ett medianvärde (från 2020) på 6,8 euro/kgH<sub>2</sub> (solcellsbaserad produktion) till ett medianvärde på 5,5 euro/kgH<sub>2</sub> (vindkraftsbaserad produktion)<sup>200</sup>. Kostnaderna för elektrolysörer förväntas

<sup>193</sup> Kommissionen definierar förnybar vätgas som vätgas som produceras med hjälp av förnybar el eller som erhålls från biomassa som uppfyller kravet på 70 % minskning av koldioxidutsläppen (jämfört med fossila bränslen). Kommissionen har fastställt en tröskel för "koldioxidsnål vätgas" i paketet om utfasning av fossila bränslen från vätgas- och gasmarknaderna av den 15 december 2021 (COM(2021) 803 final).

<sup>194</sup> Irena, *Geopolitics of Energy Transformation: the Hydrogen Factor*, Abu Dhabi, 2022.

<sup>195</sup> COM(2020) 301 final (*En vätgasstrategi för ett klimatneutralt Europa*).

<sup>196</sup> Som tillkännagavs i talet om tillståndet i unionen 2022 den 14 september 2022. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sv/SPEECH\\_22\\_5493](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sv/SPEECH_22_5493).

<sup>197</sup> Gemensam förklaring av den 5 maj 2022, <https://ec.europa.eu/documents/50014/>.

<sup>198</sup> *Global Hydrogen Review*, IEA, 2021.

<sup>199</sup> *The Clean Hydrogen Monitor*, Hydrogen Europe, 2021.

<sup>200</sup> *The Clean Hydrogen Monitor*, Hydrogen Europe, 2021.

minska på grund av högttemperaturelektrolys: från 2 130 euro/kW 2020 till 520 euro/kW 2030. Kostnadsmålen för 2030 för PEM-elektrolysörer och alkaliska elektrolysörer är 500 respektive 300 euro/kW<sup>201</sup>.

Analys av värdekedjan: 2021 års produktionskapacitet för vattenelektrolysanläggningar har uppskattats till 2,5 GW/år i Europa<sup>202</sup>. Den globala tillverkningskapaciteten uppskattades till omkring 6–7 GW/år (cirka två tredjedelar alkalisk elektrolys och en tredjedel PEM-elektrolys för både de europeiska och globala marknaderna)<sup>203</sup>.

Tillverkningsvolymerna i Europa är lägre än i Kina och Förenta staterna. Enligt uppskattningar innehar kinesiska företag hälften av världens alkaliska elektrolystillverkningskapacitet och amerikanska företag har det mesta av världens PEM-elektrolystillverkning. Europa är ledande i fråga om antalet tillverkningsföretag och vad gäller fastoxidelektrolys, men är beroende av länder som Kina, Ryssland och Sydafrika för leverans av de råvaror av avgörande betydelse som behövs och kan endast anskaffa 1–3 % av dessa på den inhemska marknaden<sup>204</sup>.

Vattenförbrukningen (för närvarande omkring 17 l/kgH<sub>2</sub>) i samband med utbyggnaden av mer förnybar vätgasproduktion kommer att öka påfrestningarna på sötvattenresurserna, så nya platser för elektrolysanläggningar bör vara förenliga med ramdirektivet om vatten<sup>205</sup> för att även skydda mot vattenrelaterade flaskhalsar i produktionen.

Global marknadsanalys: Endast 0,2 % av EU:s totala årliga (icke-förnybara) behov av väte på 8,4 miljoner ton tillgodoses genom internationell handel<sup>206</sup>. Även om en internationell vätgashandel fortfarande inte har förverkligats finns det betydande handelsmöjligheter för EU i den framtida försörjningen av förnybar vätgas, såsom anges i REPowerEU-planen.

Sammanfattningsvis kan EU inte konkurrera med Kina när det gäller alkalisk teknik utan större monteringsystem, mer automatisering och stordriftsfördelar.

För närvarande är de höga elpriserna och beroendet av import av råvaror av avgörande betydelse från ett fåtal leverantörer grundläggande svagheter i EU:s elektrolysanläggningars värdekedjor. Det behövs långsiktiga samarbetsavtal. Det behövs också särskild forskning om alternativ till sällsynta metaller och andra råvaror av avgörande betydelse som för närvarande är nödvändiga för vattenelektrolys. Dessutom är framgången på lång sikt beroende av en hållbar vattenförsörjning och tillräcklig återvinningskapacitet i EU samt av en övergripande strategi som drivkraft för efterfrågan och tillgång. Stödet från EU:s reglerings- och finansieringsramar samt stora investeringar genom återhämtningsfinansiering, integrerade projekt av gemensamt europeiskt intresse, sammanhållningspolitiken, Horisont Europa, det

---

<sup>201</sup> *Strategic Research and Innovation Agenda 2021–2027*, partnerskapet för förnybar vätgas.

<sup>202</sup> Gemensam förklaring från det europeiska toppmötet för elektrolysanläggningar i Bryssel den 5 maj 2022.

<sup>203</sup> BNEF, 2021. Observera att olika källor ger olika uppskattningar av den årliga produktionskapaciteten.

<sup>204</sup> Dolci, F. m.fl., *Clean Energy Technology Observatory: Hydrogen Electrolysis – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, Europeiska kommissionen, 2022, JRC130683.

<sup>205</sup> EGT L 327, 22.12.2000. Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område.

<sup>206</sup> Hydrogen Europe, *Clean Hydrogen Europe*, 2021. Den årliga efterfrågan på vätgas inkluderar Island, Norge, Schweiz och Förenade kungariket.

gemensamma företaget för förnybar vätgas<sup>207</sup> och innovationsfonden är av avgörande betydelse för konkurrenskraften hos EU:s industri för förnybar vätgas.

### 3.6.Förnybara bränslen

Teknik för förnybara bränslen kan på kort sikt avsevärt bidra till att minska koldioxidutsläppen från transporter och till att trygga energiförsörjningen och energidiversifieringen. I REPowerEU-planen<sup>208</sup> anges särskilt biometan<sup>209</sup> vara avgörande för att diversifiera EU:s gasförsörjning genom att öka dess produktion två gånger över EU:s mål för 2030, och på så sätt sätta biometan högst upp av prioriteringarna för förnybar energi.

55 %-paketets lagstiftningsförslag<sup>210</sup> skulle skapa en betydande efterfrågan på förnybar energi inom transportsektorn 2030, långt över de mål för andelen avancerade biodrivmedel och förnybara bränslen av icke-biologiskt ursprung som fastställs i det reviderade förslaget till det andra direktivet om förnybar energi<sup>211</sup>. Detta beror på minskningsmålet för växthusgaser på 13 % inom transportsektorn (vilket sannolikt inte kommer att uppnås enbart genom elektrifiering) och de högre målen för minskade växthusgasutsläpp på 40 % och 61 % i de reviderade förslagen till förordningen om ansvarsfördelning<sup>212</sup> respektive direktivet om handel med utsläppsrätter<sup>213</sup> (om dessa ska uppnås med lika bidrag från transportsektorn). I REPowerEU-planen föreslås en ytterligare ökning av den mängd förnybara bränslen som krävs. Till skillnad från vägtransporter, vars utfasning av fossila bränslen till stor del förväntas förlita sig på el och vätgas,<sup>214</sup> kommer förnybara bränslen enligt RefueEU Aviation och FuelEU Maritime-förslagen att tillhandahålla 5 % och 6,5 % av EU:s totala bränsleförbrukning inom flyg- och sjöfartssektorerna<sup>215, 216</sup>.

Teknisk analys: Det finns kommersiella vägar (t.ex. anaerob nedbrytning till biometan, hydrogenerad vegetabilisk olja och produktion av etanol från lignocellulosa), men det finns inte mycket installerad kapacitet (0,43 Mt/år) och den planerade produktionen är begränsad (1,85 Mt/år). En rad innovativa teknikformer (t.ex. förgasning av biomassa till syntetiska Fischer-Tropsch-bränslen, pyrolysbaserade bränslen och produktion av biometanol) har uppvisats i industriell miljö och är redo för uppstart. Det görs märkbara framsteg med flera typer av nästa generations teknik. EU inriktar sina åtgärder på avancerade biobränslen, främst

---

<sup>207</sup> Det gemensamma företaget för förnybar vätgas har anslagit 150,5 miljoner euro, programmet Horisont 2020 har tillgängliggjort 130 miljoner euro, och innovationsfonden stödde fyra projekt med 240 miljoner euro fram till mitten av 2022.

<sup>208</sup> COM(2022) 230 final (*Planen REPowerEU*).

<sup>209</sup> Särskilt när det framställs av organiskt avfall och restprodukter, vilket resulterar i ett avancerat biobränsle när det används inom transportsektorn.

<sup>210</sup> COM(2021) 550 final (*55 %-paketet ("Fit for 55")*): nå EU:s klimatmål 2030 för klimatneutralitet).

<sup>211</sup> COM(2021) 557 final (*Ändring av direktiv 2018/2001, förordning 2018/1999 och direktiv 98/70/EG vad gäller främjande av energi från förnybara energikällor*).

<sup>212</sup> COM(2021) 555 final (*Förslag till Europaparlamentets och rådets förordning om ändring av förordning (EU) 2018/842 om medlemsstaternas bindande årliga minskningar av växthusgasutsläpp under perioden 2021–2030 som bidrar till klimatåtgärder för att fullgöra åtagandena enligt Parisavtalet*).

<sup>213</sup> COM(2021) 551 final (*Förslag till Europaparlamentets och rådets direktiv om ändring av direktiv 2003/87/EG om ett system för handel med utsläppsrätter för växthusgaser inom unionen, beslut (EU) 2015/1814 om upprättande och användning av en reserv för marknadsstabilitet för unionens utsläppshandelssystem och förordning (EU) 2015/757*).

<sup>214</sup> De viktigaste politiska drivkrafterna inom sektorn är utsläppsnormerna för koldioxid och förordningen om infrastruktur för alternativa bränslen, vilka föreslås ingå i 55 %-paketet.

<sup>215</sup> SWD(2021) 633 final, (*Impact assessment accompanying the Proposal for a Regulation of the European Parliament and the Council on ensuring a level playing field for sustainable air transport* (inte översatt till svenska)).

<sup>216</sup> COM(2021) 562 final (*Förslag till förordning användning av förnybara och koldioxidsnåla bränslen för sjötransport*).

baserade på icke-återvinningsbart avfall och restprodukter, och begränsar sitt stöd till biobränslen baserade på livsmedel och råvaror.

Teknik för andra förnybara syntetiska bränslen (solbränslen, andra generationens mikrobiella bränslen och mikroalgbränslen) befinner sig för det mesta fortfarande på laboratorienivå. Även när det gäller elektrobränslen är den mest avancerade tekniken ännu inte kommersiell på grund av de fortfarande befintliga tekniska utmaningarna, de för närvarande höga elektrolyskostnaderna, höga omvandlingsförluster (50 %) och höga transport- och distributionskostnader<sup>217</sup>.

Analys av värdekedjan: Den största utmaningen för spridningen på marknaden av avancerade biobränslen är deras konkurrenskraft gentemot befintliga konventionella biobränslen som utvinns av livsmedelsgrödor. Kostnaden för avancerade biobränslen uppskattas till 1,5–3 gånger marknadspriset för traditionella biobränslen, t.ex. biodiesel och bioetanol (som fastställs till 50–100 euro/MWh). Avancerade biobränslen har också höga kapitalutgifter (upp till 500 miljoner euro för en enda anläggning) och är kopplade till tillgången på hållbar råvara för biomassa. Det finns en betydande möjlighet att minska kapitalkostnaderna med 25–50 % och råvarukostnaderna med 10–20 %, närmare bestämt genom FoI, storskalig utbyggnad och sambearbetning i befintliga anläggningar.

Finansieringen av biobränslen med privat riskkapital för FoI<sup>218</sup> uppgick i genomsnitt till 250 miljoner euro per år under 2010–2021. Förenta staterna och Kanada dominerade (om än med olika definitioner av biobränslen), medan EU:s andel under de senaste fem åren endast har varit 6 %. EU går dock i spetsen med dubbelt så många patent av högt värde som Förenta staterna. Kina har flest låginnovationspatent och EU:s patentansökningar ökar i Förenta staterna och Kina.

Global marknadsanalys: EU har ungefär 7 % av värdet på den globala biobränslemarknaden (dvs. cirka 105 miljarder euro 2020) som genereras främst av första generationens biodiesel. Omsättningen nådde en topp på 14,4 miljarder euro 2018<sup>219</sup> där huvuddelen genererades i Frankrike, Tyskland och Spanien. 250 000 direkta och indirekta arbetstillfällen skapades längs värdekedjan i EU. EU hyser också 29 % av världens innovationsföretag, medan Förenta staterna och Japan har flest.

Sektorn för avancerade biobränslen har precis bara börjat växa fram. Antalet kommersiella anläggningar är fortfarande ganska lågt och den internationella handeln är mycket begränsad. EU är världsledande med 19 av de 24 operativa kommersiella avancerade biobränsleanläggningarna. Sverige och Finland har flest (12 totalt)<sup>220</sup>.

---

<sup>217</sup> 50 % för elektrobränslen. Dagens elektrobränslekostnader på 7 euro/liter förväntas minska till 1–3 euro/liter fram till 2050 på grund av stordriftsfördelar, inlärningseffekter och förväntad minskning av priset på förnybar el.

<sup>218</sup> Privata investeringar omfattar riskkapital, affärsängel- och såddfinansiering samt bidrag. 57 % av investeringarna sedan 2010 gjordes i Förenta staterna, 28 % i Kanada och endast 10 % i EU som helhet (gemensamma forskningscentrumets CETO-rapport från 2022 om avancerade biobränslen).

<sup>219</sup> Advanced Biofuels rapporterar att Frankrike hade den högsta omsättningen 2020 (drygt 2 500 miljoner euro), följt av Tyskland och Spanien (cirka 1 500 miljoner euro vardera) samt Ungern, Rumänien och Polen (lite mindre än 1 000 miljoner euro vardera) (se *Clean Energy Technology Observatory: Advanced biofuels in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, JRC130727).

<sup>220</sup> Sverige har åtta anläggningar, Finland fyra, Spanien och Italien har två vardera, och Frankrike och Nederländerna har en var. Utanför EU har Förenta staterna två och Kina, Indonesien, Japan och Norge en var (gemensamma forskningscentrumet, CETO-rapporten om avancerade biobränslen från 2022).

Alla biobränslen kan handlas med internationellt. Den internationella handeln är lägre än för dess fossila motsvarigheter och existerar knappt för avancerade biobränslen. EU:s import av biobränslen har ökat konstant sedan 2014. EU hade 2021 ett handelsunderskott på över 2 miljarder euro för biobränslen, och importen kom främst från Argentina, Kina och Malaysia. Nederländerna och Tyskland är EU:s största producenter och globala exportörer av biobränslen.

Sammanfattningsvis kan man dra slutsatsen att även om den installerade och planerade produktionskapaciteten för förnybara bränslen för 2030 är minimal och potentialen för avancerade biobränslen från hållbara råvaror i EU är begränsad, kan denna sektor ändå bidra till 55 %-paketets mål för minskade växthusgasutsläpp och i tillräcklig utsträckning täcka alla eftersläpningar av transportelektrifieringen. Vissa tekniska och ekonomiska risker måste fortfarande övervinnas för att fullt ut förverkliga potentialen hos förnybara bränslen inom transportsektorn. Kostnaderna för alla förnybara bränslen, särskilt syntetiska, är fortfarande höga eftersom dessa bränslen är beroende av priserna på förnybar energi och vätgas. Avancerade biobränslen är dock beroende av lokala hållbara biomassaresurser och korta leveranskedjor som skapar ett stort antal kvalificerade arbetstillfällen, minskar energifattigdomen och driver på industrins konkurrenskraft. EU är tydligt marknadsledande när det gäller idrifttagna kommersiella anläggningar för avancerade biobränslen och innovationer av högt värde. Företagen i EU är för närvarande bland världens tio främsta företag, men de riskerar att förlora sitt tekniska ledarskap på grund av bristen på privat finansiering. Utöver inhemskt producerad energi bör därför exportpotentialen hos den underliggande europeiska tekniken också beaktas.

### 3.7. Smart teknik för energihantering

EU:s och medlemsstaternas politik har tydligt erkänt vikten av smarta elnät under de senaste åren. I EU:s strategi från 2020 för integrering av energisystem<sup>221</sup> erkändes vikten av smarta nät för att uppnå EU:s energi- och klimatpolitiska mål. I 2022 års reviderade förordning om transeuropeisk energiinfrastruktur<sup>222</sup> anges utbyggnaden av smarta elnät som ett prioriterat temaområde<sup>223</sup>. I sina återhämtnings- och resiliensplaner erkände medlemsstaterna potentialen hos digitala lösningar för att uppgradera elnätens smarthet<sup>224</sup>. Elektrifieringen av nätet och uppgraderingen till smarta nät går framåt, men det behövs mer för att stärka elinfrastrukturen för att genomföra REPowerEU-planen. Utmaningarna omfattar minskning, datadelning mellan olika aktörer, flexibilitet, interoperabilitet och teknisk beredskap. EU:s handlingsplan för digitalisering av energisystemet<sup>225</sup> innehåller en rad åtgärder för att övervinna dessa hinder.

Mot bakgrund av det stora antalet och det breda utbudet av olika typer av smart energiteknik är detta avsnitt inriktat på att presentera en bedömning av den relevanta tekniska utvecklingen

<sup>221</sup> COM(2020) 299 final (*Kraft till en klimatneutral ekonomi: En EU-strategi för integrering av energisystemet*).

<sup>222</sup> EUT L 152, 3.6.2022. Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2022/869 av den 30 maj 2022 om riktlinjer för transeuropeisk energiinfrastruktur och om ändring av förordningarna (EG) nr 715/2009, (EU) 2019/942 och (EU) 2019/943 och av direktiven 2009/73/EG och (EU) 2019/944, och om upphävande av förordning (EU) nr 347/2013.

<sup>223</sup> Enligt förordningen ska projekt för smarta nät bidra till minst två av följande kriterier: i) försörjningstrygghet, ii) marknadsintegration, iii) nätsäkerhet, flexibilitet och försörjningskvalitet, och iv) smart sektorsintegration.

<sup>224</sup> Europeiska kommissionen, *Recovery and Resilience Scoreboard, Thematic Analysis: Digital public services*, december 2021.

<sup>225</sup> COM(2022) 552 final (*Digitalisering av energisystemet – EU:s handlingsplan*).

och marknadsutvecklingen för endast tre nyckeltekniker: i) avancerad mätinfrastruktur, ii) energihanteringssystem för hushåll och iii) smart laddning av elfordon.

i) Avancerad mätinfrastruktur (AMI)

AMI-system<sup>226</sup> erbjuder många fördelar för både leverantörer av energitjänster och konsumenter, bland annat minskade elräkningar genom bättre konsumtionshantering, bättre nätobserverbarhet och därmed bättre hantering av avbrott, minskade kostnader för nätuppdateringar på grund av bättre hantering av eltoppar, och bättre kundkontroll genom användning av avancerad kundinfrastruktur (dvs. smarta program och webbportaler)<sup>227</sup>.

Införandet av intelligenta mätsystem går framåt i EU, även om det behöver påskyndas ytterligare. År 2020 hade endast 43 % av konsumenterna utrustats med en smart elmätare (motsvarande cirka 123 miljoner enheter i EU och Förenade kungariket)<sup>228</sup>. De funktioner som erbjuds av en avancerad mätinfrastruktur varierar: i de flesta länder erbjuder den detaljerad information via ett mätargränssnitt om förbrukningsuppgifter (t.ex. förbrukningsnivå/datum/tid) och/eller information om ackumulerade förbrukningsuppgifter.

Att utnyttja den avancerade mätinfrastrukturens fulla potential kommer att kräva ytterligare integrering med energihanteringssystem för hushåll och smarta apparater (inklusive smart laddning av elfordon) samt med nya energitjänster.

ii) Energihanteringssystem för hushåll (HEMS)

Den ökande utbyggnaden av smarta apparater<sup>229</sup> tyder på att energihanteringssystem för hushåll bör bli ett nav för aggregering, optimering och externalisering av data till tredje parter (t.ex. energimäklare och tjänsteleverantörer). Kommissionen håller på att utarbeta en uppförandekod för tillverkare av energismarta apparater, som kommer att fastställa krav på driftskompatibilitet och principerna för datadelning mellan apparater, automatiseringssystem för bostäder och byggnader, laddare av elfordon, aggregatorer, och systemansvariga för distributionssystem<sup>230</sup>.

De nuvarande energihanteringslösningarna för hushåll sträcker sig från energiövervakningsapplikationer som säljs direkt till kunderna till märkeslösa programplattformar för allmännyttiga företagskunder, som senare kan instaleras hos slutanvändarna. Utöver ”traditionella” företag med erfarenhet av energi och/eller

---

<sup>226</sup> AMI-systemen består av olika komponenter. Smarta mätare utgör kärnan, och kompletteras med kommunikationsnät och datahanteringssystem.

<sup>227</sup> Advanced Metering Infrastructure and Customer Systems, *Results from the Smart Grid Investment Grant Program*, Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, amerikanska energiministeriet, [https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/12/f34/AMI%20Summary%20Report\\_09-26-16.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/12/f34/AMI%20Summary%20Report_09-26-16.pdf).

<sup>228</sup> Estland, Spanien, Italien, Finland och Sverige: 90 %, Danmark, Frankrike, Luxemburg, Malta, Nederländerna och Slovenien: 70–90 %, Lettland och Portugal: 50–70 %, Grekland, Österrike och Förenade kungariket: 20–50 % (Vitiello, S., Andreadou, N., Ardelean, M. och Fulli, G., ”Smart Metering Roll-Out in Europe: Where Do We Stand? Cost Benefit Analyses in the Clean Energy Package and Research Trends in the European Green Deal” i *Energies*, vol. 15 (2022), s. 2340, <https://doi.org/10.3390/en15072340>).

<sup>229</sup> Exempel på detta är smarta termostater, smarta kontakter, smart belysning samt distribuerade energiapparater såsom solceller, elfordon.

<sup>230</sup> ”Support on the development of policy proposals for energy smart appliances” | *Joint Research Centre Smart Electricity Systems and Interoperability* (europa.eu).

elektronik<sup>231</sup> distribueras nu HEMS-produkter av stora programvaruföretag som exempelvis Google, Apple och Cisco<sup>232</sup>. Denna trend betonar den allt större roll som programvaruutveckling spelar för apparater som är anslutna till sakernas internet.

Efterfrågan på energihanteringssystem för hushåll förväntas öka betydligt under de kommande åren. Exempelvis förväntas den tyska marknaden, som är den största nationella HEMS-marknaden i EU, växa till nästan 460 miljarder US-dollar (544 miljarder euro<sup>233</sup>) fram till 2027, och den franska HEMS-marknaden skulle kunna ha en sammanlagd årlig tillväxttakt på 20,3 % mellan 2021 och 2027<sup>234</sup>. Detta är en återspeglning av de globala trenderna. Den globala HEMS-marknaden uppskattades till 2,1 miljarder US-dollar 2021 (2,5 miljarder euro<sup>235</sup>) och skulle kunna växa till 6 miljarder US-dollar (7 miljarder euro<sup>236</sup>) fram till 2027 (med en årlig tillväxttakt på 16,5 % under perioden 2022–2027)<sup>237</sup>. I detta skede är det dock fortfarande oklart om energihanteringssystem för hushåll endast kommer att hjälpa konsumenterna att optimera sin konsumtion och bekvämlighet eller om de också kommer att möjliggöra efterfrågefleksibilitet och flexibilitet i stor skala.

### iii) Smart laddning av elfordon

Smart laddning av elfordon kommer att vara avgörande för att maximera synergieffekterna mellan elfordon, produktionen av förnybar energi och nättjänsterna. Taktiken på spridningen av elfordon innebär att elfordonen inte förväntas skapa en kris i efterfrågan på kort till medellång sikt<sup>238</sup>, men de kan komma att omforma belastningskurvan<sup>239</sup>. Inverkan av smart laddning av elfordon kan bli större i regioner och lokala områden där en hög koncentration av elfordon möter en mindre robust nätinфраstruktur. Smarta laddningstekniker för elfordon kan potentiellt erbjuda balanseringstjänster för nätet och minska inskränkningen av förnybar energi, vilket minskar behovet av nätupptraderingar.

Smart laddning omfattar en rad olika prisalternativ och tekniska laddningsalternativ, och förekommer i tre former: fordon till nät i en riktning (V1G), fordon till nät i två riktningar (V2G) och fordon till hem eller byggnad (V2H-B). Viktiga aktörer på marknaden för smart

<sup>231</sup> T.ex. Fortum (FI), ENEL X (IT), Bosch (DE), NIBE (SE) och Schneider Electric (FR). HEMS-leverantörer presenterades i detalj i kommissionens rapport om konkurrenskraft från 2021 (SWD(2021) 307 final, [arbetsdokument från kommissionens avdelningar](#)).

<sup>232</sup> Googles Home, Apples Siri och Ciscos energihanteringstjänst är exempel på tjänster för energihantering för hushåll.

<sup>233</sup> En genomsnittlig växelkurs på 1,1827 euro per US-dollar för 2021 används i detta stycke. [https://www.ecb.europa.eu/stats/policy\\_and\\_exchange\\_rates/euro\\_reference\\_exchange\\_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html](https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html).

<sup>234</sup> Delta-EE, <https://www.delta-ee.com/research-services/home-energy-management/>.

<sup>235</sup> En genomsnittlig växelkurs på 1,1827 euro per US-dollar för 2021 används i detta stycke. [https://www.ecb.europa.eu/stats/policy\\_and\\_exchange\\_rates/euro\\_reference\\_exchange\\_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html](https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html).

<sup>236</sup> En genomsnittlig växelkurs på 1,1827 euro per US-dollar för 2021 används i detta stycke. [https://www.ecb.europa.eu/stats/policy\\_and\\_exchange\\_rates/euro\\_reference\\_exchange\\_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html](https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html).

<sup>237</sup> IMARC-gruppen: *Home Energy Management System Market Size and Share 2022–2027*, <https://www.imarcgroup.com/home-energy-management-systems-market?msclkid=5440b237b02f11ecae445030f049ab37>.

<sup>238</sup> Distributionsnätssimuleringar i Tyskland visar att kraven på upptradering av nätet är ganska låga till dess att elfordonen når omkring 20 % av alla fordonsbestånd (VertgeWall, C.M. m.fl., *Modelling of Location and Time Dependent Charging Profiles of Electric Vehicles Based on Historical User Behaviour*, CIRED 2021 – the 26th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution, 2021).

<sup>239</sup> McKinsey&Company, McKinsey Center for future mobility, *The potential impact of electric vehicles on global energy systems*, 2018.

laddning av elfordon är ABB (Sverige/Schweiz), Bosch Automotive Service Solutions Inc. (Tyskland), Schneider Electric (Frankrike), GreenFlux och Alfen NV (Nederländerna), Virta (Finland), Driivz och Tesla (Förenta staterna).

Den globala marknaden för smart laddning av elfordon börjar helt klart få luft under vingarna, med ett uppskattat värde på 1,52 miljarder US-dollar (1,77 miljarder euro<sup>240</sup>) 2020 och en sammanlagd årlig tillväxttakt på 32,42 % mellan 2021 och 2031<sup>241</sup>. Till skillnad från mer mogna V1G-lösningar har V2G och V2H-B ännu inte nått det breda marknadslanseringsstadiet, även om antalet pilotprojekt och förevisningar ökar.

Utbyggnaden av smart laddningsinfrastruktur i stor skala kommer att medföra två utmaningar: för det första måste standardiseringen av kommunikationsgränssnitt mellan laddningsstationer, elfordon och distributionsnätet förstärkas, och för det andra måste en ökande efterfrågan på råvaror tillgodoseas<sup>242</sup>.

AMI-systemen, energihanteringssystemen för hushåll och den smarta laddningen av elfordon förväntas göra ytterligare framsteg. Införandet av AMI-system har gått långsammare än vad som ursprungligen förutsågs. Ytterligare integrering med energihanteringssystem för hushåll och smarta apparater krävs för att fullt ut utnyttja möjligheterna med AMI-systemen. Den ökande förekomsten av smarta apparater bör leda till en betydande ökning av efterfrågan på energihanteringssystem för hushåll. Den globala marknaden för smart laddning av elfordon bör också ta fart, men utmaningarna måste övervinnas.

### 3.8. Huvudsakliga slutsatser om övrig teknik för ren energi

Ovanstående avsnitt är inriktade på den teknik och de lösningar för ren energi som analyserades 2021<sup>243</sup>. Övriga huvudsakliga lösningar för ren energi som presenteras i detta avsnitt behandlas i de medföljande CETO-rapporterna<sup>244</sup>. Dessa teknikformer befinner sig i olika utvecklingsstadier och utvecklas i olika sammanhang. Det innebär att de alla har sina egna uppsättningar av utmaningar och möjligheter när det gäller konkurrenskraft.

**Vattenkraft**<sup>245</sup> har till exempel byggts ut i stor utsträckning i hela EU. Den installerade kapaciteten var 151 GW år 2021, en ökning med +6 GW jämfört med 2011, vilket motsvarar cirka 12 % av EU:s nettoelproduktion. EU:s 44 GW pumpvattenkraft representerar nästan hela EU:s ellagringskapacitet och säkerställer att det finns flexibilitet för elnätet och vattenlagringskapaciteten. Med åldrande anläggningar blir en hållbar renovering av den befintliga vattenkraftskapaciteten allt viktigare, liksom möjligheten att göra

---

<sup>240</sup> En genomsnittlig växelkurs på 1,1827 euro per US-dollar för 2021 används i detta stycke.

[https://www.ecb.europa.eu/stats/policy\\_and\\_exchange\\_rates/euro\\_reference\\_exchange\\_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html](https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html).

<sup>241</sup> Transparency market research, *Smart EV Charger Market: 2021–2031*, 2021.

<sup>242</sup> Råmaterial såsom rostfritt stål, koppar, aluminium, polykarbonater, elastomerer och termoplastiska polyuretaner används för tillverkning av viktiga komponenter i laddningsstationer för elfordon (höljen, kablar, anslutningsdon, kabelisolering och kabelhöljen samt flexibla ledningar). Kisel och germanium är viktiga råvaror vid tillverkningen av elektroniska kretsar och kretskort.

<sup>243</sup> COM(2021) 952 final (*Framsteg avseende konkurrenskraft för ren energiteknik*).

<sup>244</sup> [https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto\\_en](https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en).

<sup>245</sup> Quaranta, E. m.fl., ”Clean Energy Technology Observatory, Hydropower and Pumped Hydropower Storage in the European Union” i *2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, Europeiska kommissionen, 2022, JRC130587.

vattenkraftanläggningarna mer motståndskraftiga mot klimatförändringar och marknadsförändringar. EU är ledande inom FoI, innehar 33 % av alla uppfinningar med högt värde globalt (2017–2019) och hyser 28 % av alla innovativa företag. På en globalt expanderande marknad hade EU också 50 % av hela den globala exporten av vattenkraft, till ett värde av 1 miljard euro under perioden 2019–2021. För att fullständigt kunna utnyttja vattenkraftens potential behöver EU dock övervinna utmaningarna kopplade till social acceptans och miljöpåverkan med avseende på nya anläggningar och dammar. Klimatförändringarnas effekter påverkar också vattenkraften i Europa på olika sätt, och vattenkraftsdammar kan bidra till att mildra vissa av dessa effekter. Det är viktigt att erkänna de ytterligare fördelarna (utöver energiproduktion) med flerfunktionsvattenkraftsdammar och att ge incitament till mer hållbara (dvs. mindre påverkande) vattenkraftstekniker och -åtgärder.

En allt större utbyggnad av **havsenergi**<sup>246</sup> håller på att genomföras. Med tanke på resurspotentialen kan havsenergi på lång sikt bidra med upp till 10 % av EU:s energibehov. I EU:s strategi för havsbaserad förnybar energi från 2020<sup>247</sup> föreslogs särskilda kapacitetsmål för havsenergi med det långsiktiga målet på minst 40 GW senast 2050. Företagen i EU är ledande inom havsenergisektorn, och de flesta företagen är belägna i EU-länderna. Utbyggnaden inom och utanför EU ökar när det gäller installerad kapacitet. Enskilda enheter bidrar redan till nätet under längre tidsperioder<sup>248</sup>. Det krävs dock fortsatta kostnadsminskningar och en säkerställd hållbarhet för att våg- och tidvattenenergitekniken ska kunna etablera sig på elmarknaden och konkurrera med andra förnybara energikällor. Ytterligare finansiering för provning och marknadsintroduktion är också nödvändig för att möjliggöra en storskalig utbyggnad av denna teknik.

**Geotermisk**<sup>249</sup> **energi** har genomgått tillväxt både för kraftverk och för fjärrvärme och fjärrkyla, även om i långsam takt jämfört med annan ren energiteknik. År 2021 beställdes ytterligare två geotermiska kraftverk i Tyskland, med en kapacitet på 1 MWe respektive 5 MWe<sup>250</sup> – vilket innebär att EU:s totala kapacitet uppgick till 0,877 GWe – medan den totala globala installerade kapaciteten var omkring 14,4 GWe. År 2021 nådde den totala installerade kapaciteten för geotermisk fjärrvärme och fjärrkyla 2,2 GWth i EU, med över 262 system. Den största tillväxten sker i Frankrike, Nederländerna och Polen. Förbättrade geotermiska system (EGS) står fortfarande inför flera innovationsutmaningar som kommer att kräva ytterligare forskning och innovation. Att minska risken för investeringar i projekt för geotermisk energi är avgörande för att utnyttja den enorma potentialen hos geotermisk energi. I EU handlar de största utmaningarna om kostnadseffektivitet och miljöprestanda.

---

<sup>246</sup> Inklusive teknik för våg-, tidvatten- och saltgradientenergi samt omvandling av termisk havsenergi.

<sup>247</sup> COM(2020) 741 final (*En EU-strategi för att utnyttja potentialen i havsbaserad förnybar energi för en klimatneutral framtid*).

<sup>248</sup> Meygen 1A-projektet för tidvattenenergi (Förenade kungariket) har varit i drift sedan april 2018, Mutrikus projekt för vågenergi (ES) sedan juli 2011 och Shetland Tidal Array för tidvattenenergi sedan 2016.

<sup>249</sup> Bruhn, D. m.fl., *Clean Energy Technology Observatory: Deep Geothermal Energy in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, Europeiska kommissionen, 2022, JRC130585.

<sup>250</sup> European Geothermal Energy Council, *2021 EGEC Geothermal Market Report*.

**Koncentrerad solenergi och solvärme**<sup>251</sup> (CSP) kan i hög grad bidra till elproduktionen på platser med hög direkt insolation, men hittills har endast en bråkdel av dess potential utnyttjats. År 2021 var den globala installerade kapaciteten omkring 6,5 GW, med 2,4 GW installerad i EU. Det finns också en stor EU-marknad för industriprocessvärme, som delvis kan utnyttjas av koncentrerade solvärmesystem. Att utforska denna potential för kraftvärme och processvärme med finansiella och andra stödåtgärder skulle göra det möjligt för EU att bättre kunna möta den internationella konkurrensen. Detta är särskilt viktigt eftersom kinesiska organisationer håller på att växa fram som internationella utvecklare av CSP-projekt, ett område där företag inom EU traditionellt har varit ledande. Koncentrerad solenergi och solvärme har gjort betydande framsteg när det gäller kostnadsminskning och etablering som ett tillförlitligt alternativ. Europeiska organisationer spelar en ledande roll inom forskning och teknisk utveckling. EU:s forskare är de främsta utgivarna av vetenskapliga artiklar och upphovsmän till patent med högt värde som ökar effektiviteten och minskar kostnaderna, såsom anges i den plan för genomförande av koncentrerad solenergi och solvärme som ingår i den strategiska planen för energiteknik (SET-planen)<sup>252</sup>. FoI kommer att spela en nyckelroll här och konkret stöd kommer fortsatt att tillhandahållas på EU-nivå i enlighet med EU:s nya strategi för solenergi.

Utvecklingen när det gäller **avskiljning, lagring och användning av koldioxid (CCUS)** har gått allt snabbare de senaste åren, men fortfarande är bara ett litet antal anläggningar i drift i EU. Frankrike, Tyskland och Nederländerna är ledande när det gäller offentliga och privata FoI-investeringar och de företag som skaffar flest nya patent. Det finns vissa kvarstående hinder för utvecklingen av avskiljning, lagring och användning av koldioxid, främst när det gäller genomförandet av regelverket<sup>253</sup>, ekonomi, risker och osäkerheter samt allmänhetens acceptans. Elva storskaliga projekt för avskiljning och lagring samt för avskiljning och användning av koldioxid har valts ut för EU-stöd från innovationsfonden.

**Bioenergi**<sup>254</sup> står för närvarande för nästan 60 %<sup>255</sup> av EU:s förnybara energiförsörjning. Bioenergin är fortfarande viktig för omställningen av flera medlemsstaters energisektorer, eftersom den bidrar till att fasa ut fossila bränslen och samtidigt ökar energitryggheten och diversifieringen. Den beräknade ökningen av biomassa innebär att det är viktigt för EU att se till att bioenergin kommer från hållbara källor och används på ett hållbart sätt, och att undvika negativa effekter på biologisk mångfald och kolsänkor och kollager. Förslaget till översyn av direktivet om förnybar energi innehåller starkare hållbarhetskriterier för bioenergi och inför ett krav på att medlemsstaterna ska tillämpa kaskadprincipen i sina system för ekonomiskt stöd. I synnerhet hållbart producerad biometan som baseras på organiskt avfall och restprodukter kan bidra till REPowerEU-målet att minska EU:s beroende av importerade fossila bränslen. Skyldigheten att senast 2024 separera och samla in organiskt avfall utgör en stor möjlighet för produktionen av hållbar biogas under de kommande åren. Bioenergi ger flexibel elproduktion, balanserar elnätet och spelar en viktig roll för att möjliggöra stora andelar av variabla förnybara energikällor i elnäten, t.ex. vindkraft och solenergi.

---

<sup>251</sup> Taylor, N. m.fl., *Clean Energy Technology Observatory: Concentrated Solar Power and Heat in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, Europeiska kommissionen, 2022, doi: 10.2760/080204, JRC130811.

<sup>252</sup> [https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions/csp-ste\\_en](https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions/csp-ste_en).

<sup>253</sup> Till exempel ratificeringen av Londonprotokollet.

<sup>254</sup> Motola, V. m.fl., *Clean Energy Technology Observatory: Bioenergy in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, Europeiska kommissionen, 2022, JRC130730.

<sup>255</sup> I denna siffra ingår biobränslen, som står för omkring 7 %.

**Kärnkraft**, med 103 kraftreaktorer (101 GWe) i EU 2022, genererar omkring en fjärdedel av EU:s el och står för omkring 40 % av EU:s koldioxidsnåla el<sup>256</sup>. Vid sidan av förnybar energi ingår kärnkraft i EU:s strategiska långsiktiga plan för en klimatneutral ekonomi senast 2050. I REPowerEU-planen erkänns vidare den roll som kärnkraftsbaserad vätgas spelar för att ersätta naturgas i produktionen av fossilfri vätgas. Kärnkraftens potentiella bidrag till den framtida koldioxidsnåla energimixen är beroende av forskning och innovation, med målet att ha allt säkrare och renare kärnteknik (både konventionell och avancerad teknik). Flera allmännyttiga företag och forskningsorganisationer från minst sju EU-medlemsstater har visat intresse för nya mindre och modulära kärnreaktorer (SMR)<sup>257</sup> och för att koppla dem till koldioxidsnål el- och icke-elenergiproduktion, t.ex. industri- och fjärrvärme samt vätgasproduktion. Intresserade industriaktörer och statliga aktörer i EU driver en process mot en europeisk industriell modell för utbyggnad av mindre och modulära kärnreaktorer i början av 2030-talet.

#### 4. SLUTSATS

Den snabba utvecklingen och användningen i EU av ren energiteknik som utvecklats i EU är nyckeln till ett kostnadseffektivt, klimatvänligt och socialt rättvist svar på den nuvarande energikrisen.

Som svar på energipriserna, som aldrig tidigare varit så höga, har EU snabbt lagt fram en uppsättning åtgärder för att **skydda konsumenter och företag**, däribland utsatta hushåll och aktörer inom industrin för ren energiteknik, samtidigt som man säkerställer att klimat- och energimålen för 2030 och 2050 uppnås.

Samtidigt bör EU fortsätta sina ansträngningar för att **minska sitt beroende av, och effektivt diversifiera sina inköp av råvaror**, eftersom de stigande priserna allvarligt påverkar konkurrenskraften hos den rena energitekniken. Den aviserade europeiska lagen om råvaror av avgörande betydelse<sup>258</sup> syftar till att bidra till att uppnå dessa ambitioner. EU måste också **fördjupa det internationella samarbetet och övervinna bristen på kvalificerad arbetskraft** inom olika segment av den rena energitekniken, samtidigt som man säkerställer en jämställd miljö med jämn fördelning mellan könen. Förslaget att göra 2023 till Europeiska kompetensåret är ett steg mot att öka antalet kvalificerade arbetstagare.

**Fler offentliga och privata investeringar i forskning och innovation om ren energi, uppskalning och utbyggnad till ett överkomligt pris** är av avgörande betydelse. EU:s regelverk och finansiella ramar har en avgörande roll att spela här. Tillsammans med genomförandet av den nya europeiska innovationsagendan är EU:s finansieringsprogram, ett **utökat samarbete** mellan medlemsstaterna och en kontinuerlig **övervakning av den nationella FoI-verksamheten** avgörande för att utforma ett verkningsfullt ekosystem för forskning och innovation i EU och för att överbrygga klyftan mellan forskning och innovation och marknadspenetration, och därigenom stärka EU:s konkurrenskraft.

---

<sup>256</sup> World Nuclear Association, *Nuclear Power in the European Union*, tabellen "EU nuclear power", hämtad den 14 oktober 2022.

<sup>257</sup> Europeiska kommissionen, *Small Modular Reactors and Medical Applications of Nuclear Technology*, Europeiska unionens publikationsbyrå, Luxemburg, 2022.

<sup>258</sup> Såsom tillkännagavs i talet om tillståndet i unionen den 14 september 2022, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ov/SPEECH\\_22\\_5493](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ov/SPEECH_22_5493).

I denna rapport bekräftas<sup>259</sup> att **EU har fortsatt att vara ledande inom forskningen om ren energi** och att FoI-investeringarna stadigt ökar (även om de ligger under nivåerna före finanskrisen). På global nivå är EU fortfarande ledande inom ”gröna” uppfinningar och patent med högt värde, och är världens främsta patentsökande på områdena klimat och miljö (23 %), energi (22 %) och transport (28 %). EU:s globala andel av vetenskapliga publikationer har minskat, men EU:s forskare samarbetar och publicerar sig internationellt i ämnen rörande ren energi i en takt som ligger långt över det globala genomsnittet. Dessutom uppvisar EU en högre grad av offentlig-privat samarbete.

Omsättningen och bruttoföreläggsvärdet inom EU:s sektor för förnybar energi har fortsatt att öka sedan 2019, och EU:s produktion av de flesta typer av teknik och lösningar för ren energi uppvisade samma trend 2021. Även om EU har bibehållit en positiv handelsbalans inom ett antal teknikformer, t.ex. vindkraft, har dess handelsunderskott ökat för andra, t.ex. värmepumpar, biobränslen och solceller. Denna allmänna trend beror delvis på EU:s ökande efterfrågan på sådan teknik.

När det gäller specifika typer av ren energiteknik visar rapporten att EU:s **vindkraftssektor** fortfarande är världsledande inom FoI och patent med högt värde 2022, och att den bibehåller en positiv handelsbalans. Konkurrensen är dock fortsatt hård, och vindkraftsindustrin måste övervinna den nuvarande ogynnsamma situationen även på grund av den ökande globala efterfrågan på sällsynta jordartsmaterial och störningar i leveranskedjan. Sektorn kommer att behöva fördubbla sin nuvarande årliga installationskapacitet för att uppnå REPowerEU-målen. EU har också bekräftat sin ståndpunkt 2022 som en av de största marknaderna för **solceller** samt som en stark innovatör, särskilt inom ny solcellsteknik. Ur värdekedjans perspektiv släpar EU fortfarande efter Asien, med ett starkt beroende av flera viktiga komponenter. Innovativa lösningar och kontinuerliga tekniska framsteg erbjuder ytterligare möjligheter till utbyggnad i EU.

EU står vid ett vägsval när det kommer till flera olika typer av teknik. Det återstår fortfarande flera utmaningar att övervinna för att fullt ut kunna utnyttja dem. Sektorn för **värmepumpar** måste påskynda sin redan snabbt växande utbyggnad och säkerställa att systemen är överkomliga i pris (särskilt för låginkomsthushåll och små och medelstora företag), och EU:s leverantörer måste öka sin produktion för att behålla sin marknadsandel i jämförelse med tredjeländer. När det gäller **batteritillverkning** är EU på väg att nästan uppnå självförsörjning senast 2030, men bristen på inhemska råvaror och produktionskapacitet för avancerade material utgör fortsatt utmaningar. Ytterligare uppmärksamhet krävs för att öka återvinningskapaciteten och skapa teknisk kapacitet för billigare lagring/långsiktig lagring. När det gäller **vätgasproduktion genom elektrolys** drar EU nytta av sin starka övergripande strategi som drivkraft för efterfrågan och tillgång. EU:s värdekedjeläge varierar (t.ex. är EU ledande inom fastoxidelektrolys, men konkurrerar inte inom alkalisk teknik). Höjningarna av elpriserna och beroendet av råvaror av avgörande betydelse är några av de största utmaningarna. EU är tydligt marknadsledande när det gäller idrifttagna kommersiella anläggningar för **förnybara bränslen** och innovationer av högt värde. Även med en begränsad installerad och planerad produktion fram till 2030 kan förnybara bränslen bidra till alla 55 %-paketets utsläppsminskningsmål, om vissa tekniska och ekonomiska risker

---

<sup>259</sup> Som i föregående utgåva: COM(2021) 952 final och SWD(2021) 307 final (*Framsteg avseende konkurrenskraft för ren energiteknik*).

åtgärdas. Innovation i EU:s **digitala energiinfrastruktur** kommer att vara avgörande för att säkerställa att elnätet är lämpligt för det framtida energisystemet. Efterfrågan på energihanterssystem för hushåll och smart laddning av elfordon börjar få luft under vingarna och förväntas öka, och införandet av ett intelligent mätsystem fortskrider i EU (om än i långsammare takt än planerat).

Trots de lovande positiva trender som observerats i EU:s innovationsekosystem behövs på det hela taget ytterligare insatser för att ta itu med de strukturella hinder och samhällsutmaningar som håller tillbaka EU-baserade uppstarts företag och snabbväxande företag inom klimatteknik mer än i andra större ekonomier. För att utnyttja sin potential att bli en global ledare inom klimatteknik och avancerad teknik måste EU utnyttja sina olika talanger, intellektuella tillgångar och industriella kapacitet, och få privata investerare att delta mer aktivt i finansieringen av nystartade företag inom klimatteknik och avancerad klimatteknik.

Kommissionen kommer att fortsätta övervaka framstegen inom sektorn för ren energi och vidareutveckla sin metod och datainsamling i samarbete med medlemsstaterna och berörda parter. I detta sammanhang kommer kommissionen att uppdatera sin evidensbaserade metod för framtida utgåvor av framstegsrapporten om konkurrenskraft. Detta kommer att ligga till grund för politiska beslut och bidra till att göra EU konkurrenskraftigt, resurseffektivt, motståndskraftigt, oberoende och klimatneutralt senast 2050.

BILAGA I: Ram för metoder för bedömning av EU:s konkurrenskraft<sup>260</sup>

Del 1: Övergripande konkurrenskraft hos EU:s sektor för ren energi	Del 2: Teknik och lösningar för ren energi		
Makroekonomisk analys (aggregerad, per medlemsstat och per ren teknik)	1. Teknisk analys Nuvarande situation och prognos	2. Analys av värdekedjan inom energitekniksektorn	3. Global marknadsanalys
<p><b>Den senaste utvecklingen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- energipriser och kostnader: de senaste trenderna</li> <li>- hållbarhets- och cirkularitetsrelaterade utmaningar för ren energiteknik, beroende av råvaror (av avgörande betydelse) inom EU:s sektor för ren energi och inverkan på EU:s konkurrenskraft</li> <li>- effekterna av covid-19 och återhämtningen</li> <li>- humankapital och kompetens</li> </ul>	<p><b>Installerad kapacitet, produktion</b> (i dag och 2050)</p>	<p><b>Omsättning</b></p>	<p><b>Handel (import, export)</b></p>
<p><b>Tendenser inom forskning och innovation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- offentliga och privata FoI-investeringar,</li> <li>- patentansökningar och patent med högt värde i EU och per medlemsstat</li> </ul>	<p><b>Kostnad/utjämnad elkostnad (LCoE)<sup>261</sup></b> (i dag och 2050)</p>	<p><b>Tillväxt av bruttoföreläggingsvärde</b> Årlig förändring i %</p>	<p><b>Globala marknadsledare och marknadsledare i EU</b> (marknadsandel)</p>
<p><b>Det globala konkurrenslandskapet för ren energi</b></p>	<p><b>Offentlig FoI-finansiering (medlemsstater och EU)</b></p>	<p><b>Antal företag i leveranskedjan, inkl. marknadsledare i EU</b></p>	<p><b>Resurseffektivitet och resursberoende<sup>262</sup></b></p>
<p><b>Innovationsfinansieringssystemet i EU</b> (jämfört med större ekonomier)</p>	<p><b>Privat finansiering av forskning och innovation</b></p>	<p><b>Sysselsättning i värdekedjesegmentet</b></p>	
<p><b>Systemförändringens roll inom sektorn för ren energi</b> (t.ex. digitalisering, byggnader, energisamhällen och subnationellt samarbete)</p>	<p><b>Patentutveckling</b> (inkl. patent med högt värde)</p>	<p><b>Energiintensitet/arbets produktivitet</b></p>	
	<p><b>Nivå av vetenskapliga publikationer</b></p>	<p><b>Tillverkning i gemenskapen</b> Årliga produktionsvärden</p>	

<sup>260</sup> Denna bedömning gjordes i nära samarbete med Europeiska kommissionens observationsorgan för ren energiteknik: de detaljerade uppgifterna för del 1 anges i Georgakaki, A. m.fl, *Clean Energy Technology Observatory Overall Strategic Analysis of Clean Energy Technology in the European Union – 2022 Status Report*, Europeiska kommissionen, 2022, JRC131001. För del 2 finns de enskilda teknikrapporterna på [https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto\\_en](https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en).

<sup>261</sup> Och – om möjligt – utjämnad lagringskostnad (LCoS).

<sup>262</sup> Segment i värdekedjan som är beroende av råvaror av avgörande betydelse.