



Brussel, 14.10.2020  
COM(2020) 953 final

**VERSLAG VAN DE COMMISSIE AAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE  
RAAD**

**over de vooruitgang op het gebied van het concurrentievermogen inzake schone energie**

{SWD(2020) 953 final}

## INHOUD

|    |                                                                                                         |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | INLEIDING.....                                                                                          | 2  |
| 2. | ALGEMEEN CONCURRENTIEVERMOGEN VAN DE EU-SECTOR<br>VOOR SCHONE ENERGIE.....                              | 5  |
|    | 2.1 Trends op het gebied van energie en hulpbronnen.....                                                | 5  |
|    | 2.2 Aandeel van de EU-energiesector in het bbp van de EU .....                                          | 6  |
|    | 2.3 Menselijk kapitaal .....                                                                            | 7  |
|    | 2.4 Trends op het gebied van onderzoek en innovatie .....                                               | 9  |
|    | 2.5 Herstel van COVID-19.....                                                                           | 13 |
| 3. | FOCUS OP DE BELANGRIJKE SCHONE ENERGIETECHNOLOGIEËN<br>EN -OPLOSSINGEN .....                            | 13 |
|    | 3.1 Hernieuwbare offshore-energiebronnen – wind.....                                                    | 14 |
|    | 3.2 Hernieuwbare offshore-bronnen – oceaanenergie.....                                                  | 17 |
|    | 3.3 Zonne-PV .....                                                                                      | 19 |
|    | 3.4 Productie van hernieuwbare waterstof door elektrolyse .....                                         | 21 |
|    | 3.5 Batterijen .....                                                                                    | 25 |
|    | 3.6 Slimme elektriciteitsnetwerken .....                                                                | 28 |
|    | 3.7 Verdere bevindingen over andere schone en koolstofarme<br>energietechnologieën en -oplossingen..... | 33 |
|    | CONCLUSIES .....                                                                                        | 35 |

## 1. INLEIDING

Het doel van de Europese Green Deal<sup>1</sup>, de nieuwe groeistrategie van Europa, is de Europese Unie (EU)<sup>2</sup> tot een moderne, hulpbronnenefficiënte en concurrerende economie te maken, die tegen 2050 klimaatneutraal is. De economie van de EU moet duurzaam worden en de transitie moet voor iedereen rechtvaardig en inclusief zijn. Met het recente voorstel van de Commissie<sup>3</sup> om tegen 2030 broeikasgassenemissies met minstens 55 % te verminderen is Europa op de goede weg. Meer dan 75 % van de broeikasgasemissies in de EU wordt veroorzaakt door energieproductie en -verbruik. Om de klimaatdoelstellingen van de EU te verwezenlijken, moeten wij ons beleid inzake schone energievoorziening in de hele economie opnieuw bekijken. Dit betekent dat het energiesysteem snel koolstofvrij wordt gemaakt en dat het wordt geïntegreerd en grotendeels op hernieuwbare energie wordt gebaseerd. Tegen 2030 zal de productie van hernieuwbare elektriciteit in de EU al ten minste zijn verdubbeld van het huidige niveau van 32 % tot ongeveer 65 % of meer<sup>4</sup> en tegen 2050 zal meer dan 80 % van de elektriciteit afkomstig zijn uit hernieuwbare energiebronnen<sup>5</sup>.

Om deze streefcijfers voor 2030 en 2050 te bereiken, moet het energiesysteem ingrijpend worden hervormd. Dit hangt echter sterk af van de invoering van nieuwe schone technologieën en meer investeringen in de vereiste oplossingen en infrastructuur, alsmede van de bedrijfsmodellen, vaardigheden en gedragsveranderingen om ze te ontwikkelen en te gebruiken. De industrie vormt de kern van deze sociale en economische verandering. In de nieuwe industriestrategie voor Europa<sup>6</sup> neemt de Europese industrie een centrale plaats in bij de groene en digitale transities. Aangezien de EU een grote binnenlandse markt heeft, zal het versnellen van de transitie bijdragen tot de modernisering van de EU-economie in haar geheel en de kans vergroten dat de EU wereldleider wordt op het gebied van schone technologieën.

Dit eerste jaarlijkse voortgangsverslag over het concurrentievermogen<sup>7</sup> heeft tot doel de stand van de schone-energie technologieën en het concurrentievermogen van de EU-industrie voor schone energie te beoordelen, om na te gaan of de ontwikkeling ervan op schema ligt om de groene transitie en de langetermijnklimaatdoelstellingen van de EU te verwezenlijken. Deze beoordeling van het concurrentievermogen is ook van bijzonder groot belang voor het economisch herstel na de COVID-19-pandemie, zoals aangegeven in de mededeling “*Next Generation EU*”<sup>8</sup>. Een verbeterd concurrentievermogen kan de economische en sociale gevolgen van de crisis op korte en middellange termijn verzachten en tegelijkertijd op een sociaal rechtvaardige manier een antwoord bieden op de uitdaging van de groene en digitale transitie op langere termijn. Zowel in de context van de crisis als op lange termijn kan een verbeterd concurrentievermogen de bezorgdheid over energiearmoede verminderen, doordat de kosten van energieproductie en van investeringen in energie-efficiëntie worden teruggedrongen<sup>9</sup>.

---

<sup>1</sup> COM(2019) 640 final.

<sup>2</sup> In dit verslag wordt EU opgevat als EU-27 (d.w.z. zonder het VK). Telkens wanneer het VK wordt opgenomen, wordt in dit verslag verwezen naar EU-28.

<sup>3</sup> COM(2020) 562 final.

<sup>4</sup> COM(2020) 562 final.

<sup>5</sup> COM/2018/773 final.

<sup>6</sup> COM(2020) 102 final.

<sup>7</sup> Opgesteld overeenkomstig artikel 35, onder m), van Verordening (EU) 2018/1999 (governanceverordening)

<sup>8</sup> COM(2020) 456 final

<sup>9</sup> Zie ook het initiatief “A Renovation Wave for Europe – greening our buildings, creating jobs, improving lives”, COM(2020) 662 vergezeld van SWD(2020) 550, en Aanbeveling C(2020) 9600 inzake energiearmoede

De behoeften inzake schone-energietechnologieën om de streefcijfers voor 2030 en 2050 te bereiken, kunnen worden vastgesteld op basis van de effectbeoordeling, bedoeld in de scenario's in het klimaatdoelstellingsplan van de Europese Commissie<sup>10</sup>. Er wordt met name verwacht dat de EU zal investeren in hernieuwbare elektriciteit, in het bijzonder offshore-energie (windenergie) en zonne-energie<sup>11,12</sup>. Deze sterke toename van het aandeel variabele hernieuwbare energiebronnen leidt ook tot een toename van de energieopslag<sup>13</sup> en het vermogen om elektriciteit te gebruiken in vervoer en industrie, met name door middel van batterijen en waterstof, en vereist grote investeringen in technologieën voor slimme netwerken<sup>14</sup>. Op grond daarvan is dit verslag toegespitst op de zes bovengenoemde technologieën<sup>15</sup>, waarvan de meeste centraal staan bij de vlaggenschipinitiatieven van de EU<sup>16, 17</sup> die erop gericht zijn hervormingen en investeringen te bevorderen om een robuust herstel gebaseerd op groene en digitale transitie te ondersteunen. De overige schone en koolstofarme energietechnologieën die in de scenario's zijn opgenomen, worden geanalyseerd in het werkdokument van de diensten van de Commissie met de titel “Clean Energy Transition – Technologies and Innovations Report (CETTIR)” dat bij dit verslag is gevoegd<sup>18</sup>.

In dit verslag wordt concurrentievermogen in de sector schone energie<sup>19</sup> gedefinieerd als de capaciteit om betaalbare, betrouwbare en toegankelijke schone energie te produceren en te gebruiken door middel van schone-energietechnologieën, en te concurreren op energietechnologiemarkten met als doel voordelen te bieden voor de Europese economie en burgers.

Concurrentievermogen kan niet worden bepaald door middel van één enkele indicator<sup>20</sup>. Daarom wordt in dit verslag een reeks algemeen aanvaarde indicatoren voorgesteld die

<sup>10</sup> Tegen de tijdshorizon van 2050 vertonen de scenario's van 1,5 TECH van de langetermijnstrategie van de EU voor 2050 (COM(2018) 773) en het klimaatdoelstellingsplan (COM(2020) 562 final) geen wezenlijke verschillen en worden daarom beide in dit verslag genoemd. In het CTP-MIX-scenario wordt een reductie van ongeveer 55 % van de broeikasgasemissies bereikt, waarbij de prijsstelling van koolstof wordt uitgebreid en de ambitie van het beleid matig wordt verhoogd.

<sup>11</sup> ASSET-studie in opdracht van DG ENERGIE - Energy Outlook Analysis concept, 2020) waarin LTS 1.5 Life and Tech, BNEF NEO, GP ER, IEA SDS, IRENA GET TES, JRC GECO 2C\_M aan bod komen

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

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

<sup>14</sup> Tussen 71 en 110 miljard EUR/jaar aan investeringen in elektriciteitsnetwerken tussen 2031 en 2050 in de verschillende scenario's, “Diepgaande analyse ter ondersteuning van COM(2018) 773”, tabel 10, blz. 202.

<sup>15</sup> Hernieuwbare offshore-energie (uit wind en oceanen), zonne-PV-energie, hernieuwbare waterstof, batterijen en netwerktechnologieën. Deze selectie doet geen afbreuk aan de rol van gevestigde hernieuwbare energiebronnen, met name bio-energie en waterkracht, binnen de EU-portefeuille van koolstofarme energietechnologieën. Deze worden behandeld in het CETTIR en kunnen nationale energie- en klimaatplannen op het gebied van concurrentievermogen.

<sup>16</sup> Er zijn Europese vlaggenschipinitiatieven voorgesteld in de meest recente jaarlijkse strategie voor duurzame groei 2021 (COM(2020) 575 final) – afdeling IV.

<sup>17</sup> Recente en geplande initiatieven zijn onder meer de aanstaande strategie inzake offshore-energie en de waterstofstrategie (COM(2020) 301 final), met inbegrip van de waterstofalliantie, de Europese alliantie voor batterijen, en de strategie voor een geïntegreerd energiesysteem (COM(2020) 299 final). Deze technologieën worden ook beschreven in een reeks nationale energie- en klimaatplannen.

<sup>18</sup> SWD(2020) 953 – Deze omvatten gebouwen (met inbegrip van verwarming en koeling); CCS; betrokkenheid van burgers en gemeenschappen; geothermische energie; hoogspanningsgelijkstroom- en vermogenslektronica; waterkracht; industriële warmterugwinning; kernenergie; onshore-windenergie; hernieuwbare brandstoffen; slimme steden en gemeenschappen; slimme netwerken – digitale infrastructuur; thermische zonne-energie.

<sup>19</sup> In dit verslag en in het werkdokument van de diensten van de Commissie wordt onder “schone energie” alle energietechnologieën verstaan die zijn opgenomen in de langetermijnstrategie van de EU om klimaatneutraliteit te bereiken in 2050.

<sup>20</sup> Gebaseerd op de conclusies van de Raad Concurrentievermogen (28.07.20).

voor dit doel kunnen worden gebruikt (zie tabel 1) en die het gehele energiesysteem (opwekking, transmissie en verbruik) bestrijken en op drie niveaus (technologie, waardeketen en mondiale markt) worden geanalyseerd.

*Tabel 1 Overzicht van indicatoren om de vooruitgang op het gebied van het concurrentievermogen te volgen*

| Concurrentievermogen van de EU-industrie voor schone energie                         |                                                                                         |                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Technologische analyse: huidige situatie en vooruitzichten                        | 2. Analyse van de waardeketen van de sector energietechnologie                          | 3. Analyse van de mondiale markt                                               |
| <b>Geïnstalleerde capaciteit, productie</b><br>(vandaag en in 2050)                  | <b>Omzet</b>                                                                            | <b>Handel (invoer, uitvoer)</b>                                                |
| <b>Kosten / levelized cost van energieproductie (LCOE's)</b><br>(vandaag en in 2050) | <b>Groei van de bruto toegevoegde waarde</b><br>Jaarvariatie %                          | <b>Mondiale marktleiders tegenover marktleiders in de EU</b><br>(marktaandeel) |
| <b>Overheidsfinanciering voor O&amp;I</b>                                            | <b>Aantal bedrijven in de toeleveringsketen, met inbegrip van marktleiders in de EU</b> | <b>Hulpbronnen efficiëntie en -afhankelijkheid</b>                             |
| <b>Particuliere O&amp;I-financiering</b>                                             | <b>Werkgelegenheid</b>                                                                  | <b>Reële energiekosten per eenheid</b>                                         |
| <b>Trends op het gebied van octrooiëring</b>                                         | <b>Energie-intensiteit/arbeid productiviteit</b>                                        |                                                                                |
| <b>Niveau van wetenschappelijke publicaties</b>                                      | <b>Productie in de Gemeenschap</b> <sup>21</sup><br>Jaarlijkse productiewaarden         |                                                                                |

De analyse van het concurrentievermogen van de sector schone energie kan in de loop der tijd verder worden ontwikkeld en verdiept, en in toekomstige verslagen over het concurrentievermogen kunnen verschillende invalshoeken worden belicht. Bijvoorbeeld door meer in detail te kijken naar beleid en instrumenten ter ondersteuning van O&I en het concurrentievermogen op het niveau van de lidstaten, hoe deze bijdragen aan de doelstellingen van de energie-unie en de Green Deal, door te kijken naar het concurrentievermogen op subsector<sup>22</sup>, nationaal of regionaal niveau, of door de synergieën en compromissen met milieu- of sociale effecten te analyseren, in overeenstemming met de Europese Green Deal-doelstellingen.

Gezien het gebrek aan gegevens voor een groot aantal indicatoren van het concurrentievermogen<sup>23,24</sup>, worden enkele benaderingen van een meer indirecte aard gebruikt (bv. het investeringsniveau). De Commissie roept de lidstaten en belanghebbenden op om samen te werken in het kader van de nationale energie- en

<sup>21</sup> Deze afkorting staat voor Production Communautaire (Prodcom-dataset).

<sup>22</sup> Bv. de reikwijdte en de rol van alternatieve bedrijfsmodellen, evenals de rol van kmo's en lokale actoren.

<sup>23</sup> Voor een algemeen overzicht van definities inzake concurrentievermogen, zie JRC116838, Asensio Bermejo, J.M., Georgakaki, A, Competitiveness indicators for the low-carbon energy industries - definitions, indices and data sources, 2020.

<sup>24</sup> Voor een overzicht van ontbrekende gegevens, zie hoofdstuk 5 van CETTIR (SWD(2020) 953)

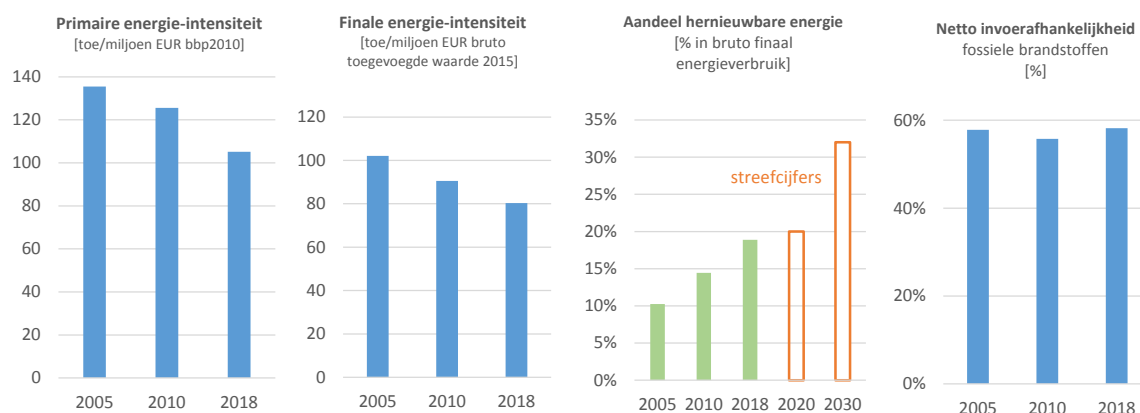
klimaatplannen<sup>25</sup> en het strategisch plan voor energietechnologie om een gemeenschappelijke aanpak te blijven ontwikkelen voor de beoordeling en bevordering van het concurrentievermogen van de energie-unie. Dit is ook belangrijk voor de nationale plannen voor herstel en veerkracht die in het kader van de faciliteit voor herstel en veerkracht worden opgesteld.

## 2. ALGEMEEN CONCURRENTIEVERMOGEN VAN DE EU-SECTOR VOOR SCHONE ENERGIE

### 2.1 Trends op het gebied van energie en hulpbronnen

In de periode 2005-2018 daalde de primaire-energie-intensiteit in de EU met gemiddeld bijna 2 % per jaar, waaruit blijkt dat de vraag naar energie losgekoppeld is van de economische groei. De uiteindelijke energie-intensiteit in de industrie en de bouw volgde dezelfde trend, zij het met een iets lager gemiddeld jaarpercentage van 1,8 %, wat een afspiegeling is van de inspanningen van de sector om zijn energievoetafdruk te verkleinen. Dankzij het energiebeleid is het aandeel hernieuwbare energie in het eindenergieverbruik gestegen van 10 % naar het streefcijfer van 20 % voor 2020. Het aandeel hernieuwbare energie in de elektriciteitssector steeg tot net boven 32 %. In de verwarmings- en koelsector steeg het tot net boven 21 %, terwijl het cijfer voor de transportsector iets meer dan 8 % bedroeg. Hieruit blijkt dat het energiesysteem geleidelijk is verschoven naar schone-energietechnologieën (zie figuur 1).

*Figuur 1 primaire-energie-intensiteit van de EU, finale energie-intensiteit in de industrie, aandeel en streefcijfers van hernieuwbare energie, en netto invoerafhankelijkheid (fossiele brandstoffen)<sup>26</sup>*



Bron 1 Eurostat

In het afgelopen decennium zijn de prijzen van industriële elektriciteit in de EU<sup>27</sup> relatief stabiel gebleven en zijn ze momenteel lager dan die van Japan, maar dubbel zo hoog als die van de VS en hoger dan die van de meeste G20-landen buiten de EU. Hoewel de industriële gasprijzen<sup>28</sup> gedaald zijn en lager zijn dan de prijzen in Japan, China en Korea, blijven ze hoger dan die van de meeste G20-landen buiten de EU. Relatief hoge

<sup>25</sup> Dit verslag bouwt voort en is een aanvulling op de beoordeling en de landenspecifieke richtsnoeren van de nationale energie- en klimaatplannen (COM/2020/564 final), waarin het thema “onderzoek, innovatie en concurrentievermogen” is opgenomen.

<sup>26</sup> Indicatoren van de energie-unie EE1-A1, EE3, DE5-RES en SoS1.

<sup>27</sup> Gewogen gemiddelde in de EU (zie COM(2020) 951).

<sup>28</sup> Gewogen gemiddelde in de EU (zie COM(2020) 951).

niet-terugvorderbare belastingen en heffingen in de EU en prijsregulering en/of subsidies in de G20 buiten de EU spelen een belangrijke rol in dit verschil.

Ondanks een verbetering op de korte termijn en een vermindering van de afhankelijkheid van invoer van energie tussen 2008 en 2013, heeft de EU sindsdien een toename gekend<sup>29</sup>. In 2018 bedroeg de netto invoerafhankelijkheid 58,2 %, net boven het niveau van 2005, en bijna gelijk aan de hoogste waarden in de periode. Hulpbronnen efficiëntie en economische veerkracht zijn essentieel om concurrerend te zijn en de open strategische autonomie<sup>30</sup> van de EU op de markt voor schone-energie technologieën te verbeteren. Hoewel schone-energie technologieën de afhankelijkheid van de invoer van fossiele brandstoffen verminderen, dreigen zij deze afhankelijkheid te vervangen door afhankelijkheid van grondstoffen. Hierdoor ontstaat een nieuw soort toeleveringsrisico<sup>31</sup>. In tegenstelling tot fossiele brandstoffen kunnen grondstoffen in de economie aanwezig blijven door middel van de toepassing van benaderingen van de circulaire economie<sup>32</sup>, zoals uitgebreidere waardeketens, recycling, hergebruik en ontwerp voor circulariteit, die van invloed zijn op de kapitaaluitgaven en die de energiebehoefte voor de winning en verwerking van ruwe grondstoffen verminderen, maar niet de operationele uitgaven voor energieproductie. De EU is sterk afhankelijk van derde landen voor grondstoffen en verwerkte materialen. Voor sommige technologieën heeft zij echter een leidende positie in de fabricage van onderdelen en eindproducten of hoogtechnologische componenten. Specifieke, vaak hoogtechnologische materialen vertonen een hoge leveringsconcentratie in een handvol landen. (China produceert bijvoorbeeld meer dan 80 % van de beschikbare zeldzame aardmetalen voor permanente-magneetgeneratoren)<sup>33</sup>.

## 2.2 Aandeel van de EU-energiesector in het bbp van de EU

De omzet van de EU-energiesector<sup>34</sup> bedroeg 1,8 biljoen EUR in 2018, bijna evenveel als in 2011 (1,9 biljoen EUR). De sector is goed voor 2 % van de totale bruto toegevoegde waarde van de economie, een cijfer dat sinds 2011 grotendeels constant is gebleven. De omzet van de sector fossiele brandstoffen daalde van 36 % (702 miljard EUR) van de totale omzet in de energiesector in 2011 tot 26 % (475 miljard EUR) in 2018. Tegelijkertijd steeg de omzet van hernieuwbare energiebronnen in dezelfde periode van 127 miljard EUR naar 146 miljard EUR<sup>35,36</sup>. De toegevoegde waarde van de sector schone energie (112 miljard EUR in 2017) was meer dan het dubbele van die van de activiteiten in het kader van de winning en productie van fossiele brandstoffen

---

<sup>29</sup> Aannemelijke redenen hiervoor zijn onder meer de uitputting van gasbronnen in de EU, variabele weersomstandigheden, economische crises en omschakeling van brandstof.

<sup>30</sup> COM(2020) 562 final.

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

<sup>32</sup> Het EU-Actieplan voor de circulaire economie legt de nadruk op het creëren van een secundaire grondstoffenmarkt en ontwerp voor circulariteit (COM/2015/0614 final en COM/2020/98 final)

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

<sup>34</sup> Dit is gebaseerd op de enquête voor structurele bedrijfsstatistieken van Eurostat. De volgende codes zijn hierin opgenomen: B05 (winning van steenkool en bruinkool), B06 (winning van aardolie en aardgas), B07.21 (winning van uranium- en thoriumertsen), B08.92 (winning van turf), B09.1 (ondersteunende activiteiten voor de winning van aardolie en aardgas), C19 (vervaardiging van cokes en geraffineerde aardolieproducten) en D35 (elektriciteit, gas, stoom en gekoelde lucht).

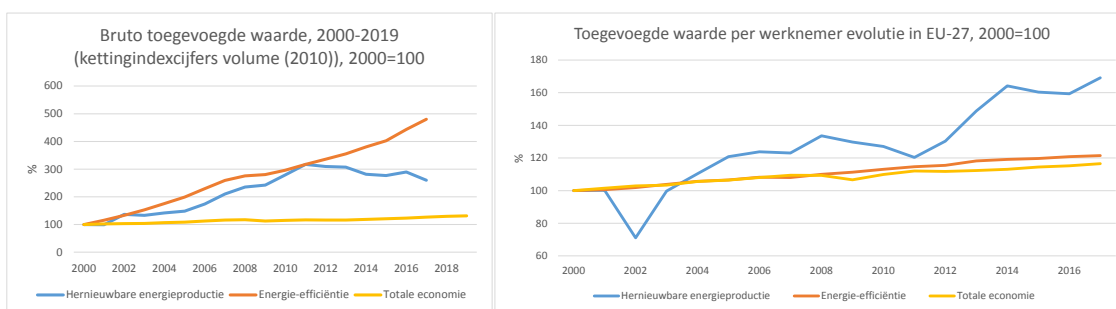
<sup>35</sup> Eurostat [sbs\_na\_ind\_r2]

<sup>36</sup> EurObserv'ER

(53 miljard EUR), en is sinds 2000 verdrievoudigd. De sector schone energie levert dus meer toegevoegde waarde op die binnen Europa blijft dan de sector fossiele brandstoffen.

In de periode 2000-2017 bedroeg de jaarlijkse groei van de bruto toegevoegde waarde van de productie van hernieuwbare energie gemiddeld 9,4 %, terwijl die van energie-efficiëntieactiviteiten gemiddeld 22,3 % bedroeg, wat veel hoger ligt dan voor de rest van de economie (1,6 %). De arbeidsproductiviteit van de EU (bruto toegevoegde waarde per werknemer) is ook aanzienlijk verbeterd in de sector schone energie, in het bijzonder in de sector van de hernieuwbare energieproductie, waar ze sinds 2000 met 70 % gestegen is.

*Figuur 2 Bruto toegevoegde waarde en toegevoegde waarde per werknemer, 2000-2019, 2000=100*



Bron 2 JRC op basis van gegevens van Eurostat: [env\_ac\_egss1], [nama\_10\_a10\_e], [env\_ac\_egss2], [nama\_10\_gdp].

## 2.3 Menselijk kapitaal

Schone energietechnologieën en -oplossingen zorgen voor directe voltijdse werkgelegenheid voor 1,5 miljoen mensen in Europa<sup>37</sup>, waarvan meer dan een half miljoen<sup>38</sup> in hernieuwbare energie (dit cijfer stijgt tot 1,5 miljoen wanneer indirecte arbeidsplaatsen ook worden meegerekend) en bijna 1 miljoen in energie-efficiëntieactiviteiten (in 2017)<sup>39</sup>. De directe werkgelegenheid in de productie van

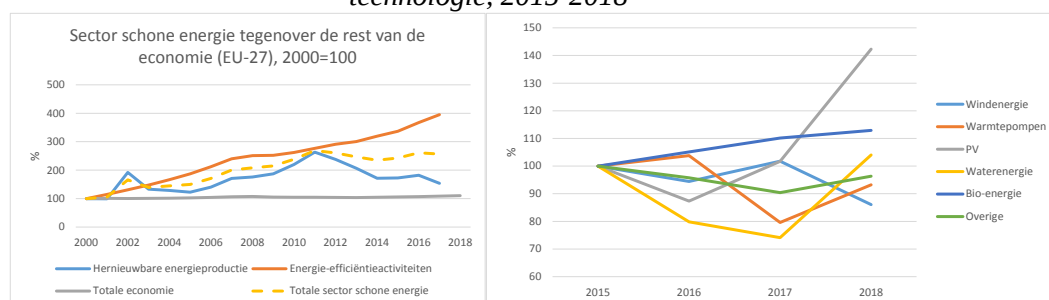
<sup>37</sup> Om enig perspectief te bieden: rechtstreekse werkgelegenheid in de winning en productie van fossiele brandstoffen (NACE B05, B06, B08.92, B09.1, C19) bedroeg 328 000 banen in de EU-27 in 2018, en 1,2 miljoen banen in de sector elektriciteit, gas, stoom en klimaatbeheersing (NACE D35), die elektriciteit levert uit zowel hernieuwbare als fossiele energiebronnen. Het totale cijfer voor de brede energiesector is grotendeels stabiel gebleven, hoewel de werkgelegenheid in de winning van steen- en bruinkool met ongeveer 80 000 en in de winning van aardolie en aardgas met ongeveer 30 000 is gedaald. Zie: JRC120302, Employment in the Energy Sector Status Report 2020, EUR 30186 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020.

<sup>38</sup> Als indirecte arbeidsplaatsen ook in aanmerking worden genomen, biedt de sector hernieuwbare energie werk aan ongeveer 1,4 miljoen mensen in de EU-27, volgens EurObserv'ER. In de raming van EurObserv'ER wordt rekening gehouden met zowel de directe als de indirecte werkgelegenheid. Directe werkgelegenheid omvat de productie van hernieuwbare apparatuur, de bouw van duurzame installaties, engineering en beheer, exploitatie en onderhoud, levering en exploitatie van biomassa. Indirecte werkgelegenheid verwijst naar nevenactiviteiten, zoals vervoer en andere diensten. Geïnduceerde werkgelegenheid valt buiten het toepassingsgebied van deze analyse. EurObserv'ER gebruikt een geformaliseerd model om de werkgelegenheid en de omzet te beoordelen.

<sup>39</sup> Eurostat-gegevens over de sector van milieugoederen en -diensten (EGSS) worden geraamd door gegevens uit verschillende bronnen samen te voegen (SBS, Prodcom, nationale boekhoudingen). In EGSS wordt informatie gerapporteerd over de productie van goederen en diensten die specifiek zijn ontworpen en geproduceerd met het oog op milieubescherming of hulpbronnenbeheer. De eenheid van analyse in EGSS is de vestiging. De vestiging is een onderneming of een onderdeel van een onderneming die zich op één locatie bevindt en waar één activiteit wordt uitgevoerd of waarin de voornaamste productieactiviteit verantwoordelijk is voor het grootste deel van de toegevoegde waarde. Deze wordt ook opgespoord in alle NACE-codes. We gebruiken CREMA 13A voor productie van energie uit hernieuwbare bronnen en CREMA 13B voor verwarming/energiebesparing en -beheer.

hernieuwbare energie in de EU is gestegen van 327 000 banen in 2000 naar 861 000 in 2011, en gedaald tot 502 000 in 2017. Zoals blijkt uit figuur 3, was er na 2011<sup>40</sup> sprake van een daling, die waarschijnlijk is te verklaren door de gevolgen van de financiële crisis, met inbegrip van de daaropvolgende verplaatsing van de productiecapaciteit, alsmede door een hogere productiviteit en afname van de arbeidsintensiteit. Het aantal directe arbeidsplaatsen in energie-efficiëntie is gestaag toegenomen van 244 000 in 2000 tot 964 000 in 2017. Directe arbeidsplaatsen in deze sectoren (hernieuwbare energie en energie-efficiëntie) zijn goed voor ongeveer 0,7 % van de totale werkgelegenheid in de EU,<sup>41</sup> maar de groei ervan is sneller gestegen dan die van de rest van de economie, met een gemiddelde jaarlijkse groei van respectievelijk 3,1 % en 17,4 %<sup>42</sup>.

*Figuur 3 Directe werkgelegenheid in de sector schone energie tegenover de rest van de economie in de periode 2000-2018, 2000=100, en tewerkstelling in de hernieuwbare energie per technologie, 2015-2018*



Bron 3 (JRC op basis van Eurostat-gegevens [env\_ac\_egss1], [nama\_10\_a10\_e]<sup>43</sup> en EurObserv'ER)

De werkgelegenheid in de sector schone energie neemt wereldwijd toe, hoewel de technologieën die meer kansen op werkgelegenheid bieden per regio verschillen. In het algemeen zijn er voornamelijk arbeidsplaatsen gecreëerd in de sectoren zonne-PV en windenergie. China, dat bijna 40% van alle banen in de wereld in duurzame energie heeft, verschaft de meeste werkgelegenheid in zonne-PV, verwarming en koeling met zonne-energie en windenergie; Brazilië verschaft hoofdzakelijk werkgelegenheid in de bio-energiesector; en de EU heeft de meeste arbeidsplaatsen in bio-energie (ongeveer de helft van alle arbeidsplaatsen in hernieuwbare energie) en windenergie (ongeveer een kwart), zie figuur 4.

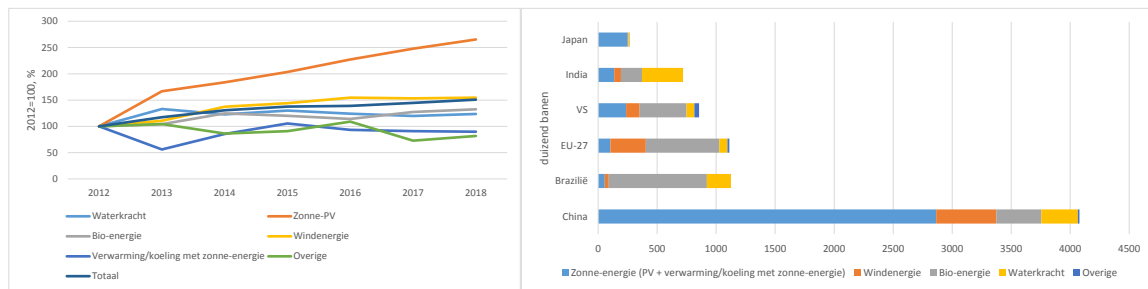
<sup>40</sup> Deze daling kan waarschijnlijk worden verklaard door de gevolgen van de financiële crisis, met inbegrip van de daaropvolgende verplaatsing van de productiecapaciteit, maar ook door de hogere productiviteit en de lagere arbeidsintensiteit (bronnen: JRC120302 Employment in the Energy Sector Status Report, 2020). De daling werd voornamelijk veroorzaakt door zonne-PV en in mindere mate door geothermische energie. De gevolgen van de crisis kwamen tot uiting in de daling van het aantal zonne-PV-installaties en de verplaatsing van de productie naar Azië. Voor de sector onshore- en offshore-windenergie kan met name een hogere productiviteit en dus een lagere arbeidsintensiteit worden waargenomen. Een vergelijking van de directe werkgelegenheid met de cumulatieve geïnstalleerde capaciteit in het afgelopen decennium brengt een daling van 47 % en 59 % aan het licht van de specifieke werkgelegenheid voor respectievelijk de onshore-windenergiesector en de offshore-windenergiesector (bronnen: GWEC 2020, Global Offshore Wind Report, 2020; WindEurope 2020, Update of employment figures based on WindEurope, Local Impact GI). Volgens EurObserv'ER daalde de arbeidsintensiteit (arbeidsplaatsen/MW) met 19 % voor wind en met 14 % voor zonne-PV in de periode 2015-2018. De dynamiek in de energie-efficiëntiesector verschilt (bv. energiebesparing en -efficiëntie hebben een direct positief effect door lagere kosten) en de groei van de werkgelegenheid in energie-efficiëntie kan deels worden verklaard door de sterke groei van de werkgelegenheid in de warmtepompsector sinds 2012 (EurObserv'ER). In het algemeen kunnen we op basis van EurObserv'ER, die zowel directe als indirecte arbeidsplaatsen in aanmerking neemt, een stijgende trend waarnemen voor werkgelegenheid in de sector hernieuwbare energie in de EU-27.

<sup>41</sup> Eurostat, EGSS.

<sup>42</sup> In de rest van de economie bedroeg de gemiddelde jaarlijkse groei 0,5 %.

<sup>43</sup> Hernieuwbare energieproductie verwijst naar EGSS-code CREMA13A van Eurostat, en energie-efficiëntieactiviteiten naar CREMA13B.

Figuur 4 Mondiale werkgelegenheid in hernieuwbare energietechnologie (2012-2018)<sup>44</sup>



Bron 4 (JRC op basis van IRENA, 2019)<sup>45</sup>

De sector schone-energie-technologie wordt nog steeds geconfronteerd met uitdagingen, met name de beschikbaarheid van geschoolde werknemers op de locaties waar de vraag groot is.<sup>46, 47</sup> De desbetreffende vaardigheden omvatten met name techniek en technische vaardigheden, IT-vaardigheden en bekwaamheid om nieuwe digitale technologieën te gebruiken, kennis van gezondheids- en veiligheidsaspecten, gespecialiseerde vaardigheden om werk uit te voeren op extreme fysieke locaties (bijvoorbeeld op hoogte of diepte), en zachte vaardigheden zoals teamwerk en communicatie, evenals kennis van het Engels).

Wat gender betreft, vertegenwoordigden vrouwen in 2019 gemiddeld 32 % van de werknemers in de sector hernieuwbare energie<sup>48</sup>. Dit cijfer ligt hoger dan dat in de traditionele energiesector (25 %<sup>49</sup>), maar lager dan het aandeel in de hele economie (46,1 %<sup>50</sup>), en bovendien verschilt de man-vrouwverhouding in sterkere mate voor bepaalde functieprofielen.

## 2.4 Trends op het gebied van onderzoek en innovatie

De afgelopen jaren heeft de EU gemiddeld bijna 20 miljard EUR per jaar geïnvesteerd in O&I op het gebied van schone energie, een prioriteit van de energie-unie<sup>51,52</sup>. De bijdrage uit EU-fondsen bedraagt 6 %, overheidsfinanciering van nationale overheden is goed voor 17 % en het bedrijfsleven neemt naar schatting 77 % voor zijn rekening.

<sup>44</sup> De werkgelegenheidscijfers per land hebben betrekking op 2017.

<sup>45</sup> IRENA. 2019. Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2019.

<sup>46</sup> Strategy baseline to bridge the skills gap between training offers and industry demands of the Maritime Technologies value chain, september 2019, MATES-project. <https://www.projectmates.eu/wp-content/uploads/2019/07/MATES-Strategy-Report-September-2019.pdf>

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

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

<sup>49</sup> Eurostat (2019), gegevens afkomstig van <https://ec.europa.eu/eurostat/web/equality/overview>

<sup>50</sup> Eurostat [lfsa\_egan2], 2019.

<sup>51</sup> COM(2015) 80; hernieuwbare energiebronnen, slimme systemen, efficiënte systemen, duurzaam vervoer, koolstofafvang, -gebruik en -opslag (CCUS) en nucleaire veiligheid.

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

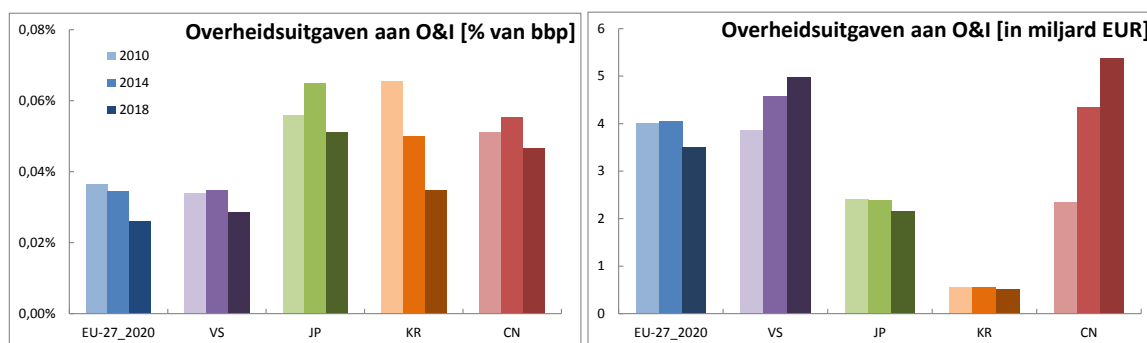
JRC112127 Pasimeni, F.; Fiorini, A.; Georgakaki, A.; Marmier, A.; Jimenez Navarro, J. P.; Asensio Bermejo, J. M. (2018): SETIS Research & Innovation country dashboards. Europese Commissie, Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek (JRC) [Dataset] PID: <http://data.europa.eu/89h/jrc-10115-10001>, volgens:

JRC Fiorini, A., Georgakaki, A., Pasimeni, F. and Tzimas, E., Monitoring R&I in Low-Carbon Energy Technologies, EUR 28446 EN, Bureau voor publicaties van de Europese Unie, Luxemburg, 2017.

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

Het O&I-budget voor energie in de EU vertegenwoordigt 4,7 % van de totale uitgaven voor O&I<sup>53</sup>. In absolute cijfers hebben de lidstaten echter hun nationale O&I-budget voor schone energie verlaagd (figuur 5); in 2018 heeft de EU een half miljard minder uitgegeven dan in 2010. Dit is een wereldwijde trend. De overheidsuitgaven voor O&I aan koolstofarme energietechnologieën waren in 2019 lager dan in 2012, terwijl de landen nog steeds grote bedragen aan O&I-financiering uittrekken voor fossiele brandstoffen<sup>54</sup>. Dit is het tegenovergestelde van wat moet gebeuren: De O&I-investeringen in schone technologieën moeten worden verhoogd als de EU en de wereld hun verbintenissen inzake het koolstofvrij maken van de economie willen nakomen. Vandaag heeft de EU het laagste investeringspercentage van alle grote wereldeconomieën, gemeten als percentage van het bbp (figuur 5). EU-onderzoeksfonds hebben een groter aandeel van de overheidsfinanciering voor hun rekening genomen en hebben in de afgelopen vier jaar een essentiële rol gespeeld om de investeringsniveaus voor onderzoek en innovatie te handhaven.

*Figuur 5 Overheidsfinanciering van de O&I-prioriteiten van de energie-unie<sup>55</sup>*



*Bron 5 JRC<sup>49</sup> gebaseerd op IEA<sup>56</sup>, MI<sup>57</sup>.*

In de particuliere sector wordt op dit moment slechts een klein deel van de inkomsten besteed aan O&I in de sectoren die de meeste behoefte hebben aan grootschalige toepassing van koolstofarme technologieën<sup>51</sup>. De EU schat dat particuliere investeringen in de O&I-prioriteiten van de energie-unie zijn afgenomen: deze bedragen momenteel ongeveer 10 % van de totale uitgaven van ondernemingen aan O&I<sup>58</sup>. Dit percentage ligt hoger dan in de VS en is vergelijkbaar met Japan, maar ligt lager dan in China en Korea. Een derde van deze investeringen gaat naar duurzaam vervoer, terwijl hernieuwbare energiebronnen, slimme systemen en energie-efficiëntie elk ongeveer een vijfde ontvangen. Hoewel de verdeling van particuliere O&I in de EU in de afgelopen jaren

<sup>53</sup> Eurostat, totale GBAORD per NABS 2007 sociaal-economische doelstellingen [gba\_nabsfin07]. De sociaal-economische doelstelling voor energie omvat O&I op het gebied van conventionele energie. De O&I-prioriteiten van de energie-unie zouden ook onder andere sociaal-economische doelstellingen vallen.

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

<sup>55</sup> EU-fonds zijn niet inbegrepen.

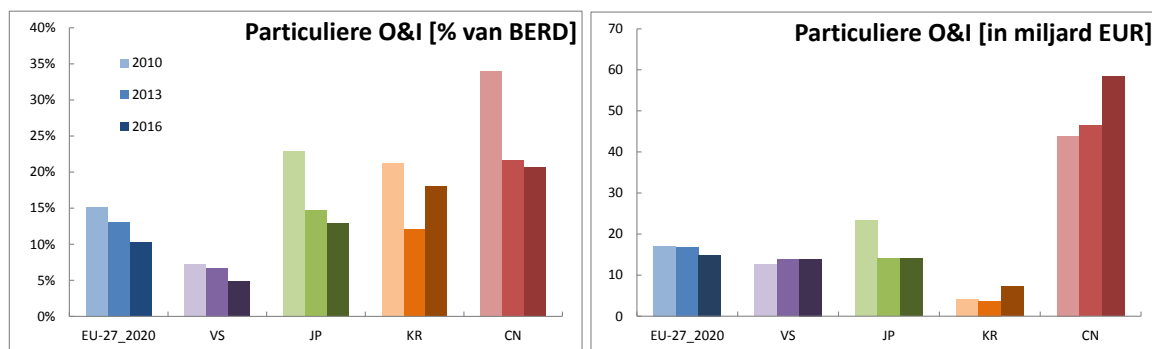
<sup>56</sup> Aangepast uit de 2020-editie van de IEA-gegevensbank voor OO&D-budgetten voor energietechnologie.

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

<sup>58</sup> Dit staat in contrast met de BERD-statistieken: Eurostat/OESO bedrijfsuitgaven voor O&O (BERD) per NACE Rev. 2 activiteit en financieringsbron [rd\_e\_berdfundr2]; De nutssector omvat diensten op het gebied van de winning, behandeling en distributie van water; er zijn niet voor alle landen gegevens beschikbaar.

slechts licht is veranderd, is er wereldwijd een grotere verschuiving opgetreden naar industriële energie-efficiëntie en slimme consumententechnologieën<sup>59</sup>.

*Figuur 6 Schattingen van de particuliere financieringen van O&I-prioriteiten van de energie-unie<sup>60</sup>*



Bron 6 JRC<sup>49</sup>, Eurostat/OESO<sup>55</sup>

De grote beursgenoteerde ondernemingen en hun dochterondernemingen maken gemiddeld 20-25% van de belangrijkste investeerders uit, maar zijn goed voor 60-70% van de octrooieringsactiviteiten en investeringen. In de EU is de automobielsector in absolute cijfers de grootste particuliere investeerder in de O&I-prioriteiten van de energie-unie<sup>61</sup>, gevolgd door de biotechnologie en de farmaceutische sector. Uit figuur 7 blijkt dat van de energiesector de olie- en gassector de grootste investeerder in O&I is. Andere energiesectoren, zoals elektriciteit of alternatieve energiebedrijven, beschikken over veel kleinere O&I-budgetten, hoewel ze meer uitgeven aan schone energie. Het is zorgwekkend dat een groot deel van het particuliere budget voor O&I in de energiesector niet wordt besteed aan schone-energie technologieën. Volgens het IEA heeft minder dan 1 % van de totale kapitaaluitgaven van de olie- en gasbedrijven betrekking op andere dan hun kernactiviteiten, gemiddeld<sup>62,63</sup>, en slechts 8 % van hun octrooien heeft betrekking op schone energie<sup>64</sup>.

<sup>59</sup> JRC118288 bijdrage aan Mission Innovation (2019), “Mission Innovation Beyond 2020: challenges and opportunities”.

<sup>60</sup> De schattingen voor China zijn bijzonder moeilijk en onzeker gezien de verschillen in de bescherming van intellectuele eigendom (zie ook <https://chinapower.csis.org/patents/>), de moeilijkheden die worden ondervonden bij het in kaart brengen van ondernemingsstructuren (bv. door de staat gesteunde ondernemingen) en de financiële verslaglegging.

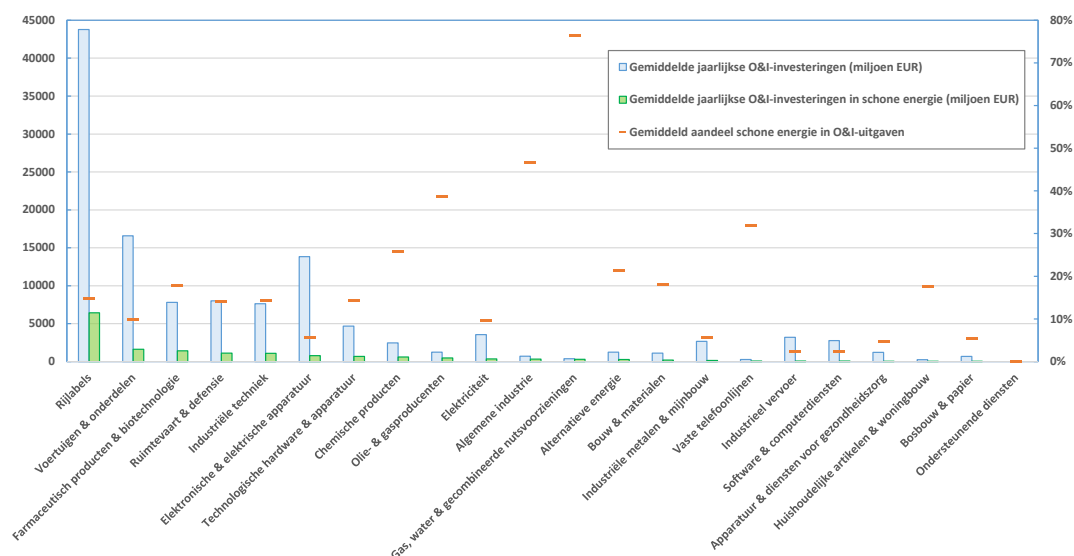
<sup>61</sup> Dit is een bredere definitie van wat schone-energie technologie inhoudt dan de in dit verslag gebruikte definitie. Deze ruimere definitie omvat bijvoorbeeld ook O&I op het gebied van energie-efficiëntie in de industrie.

<sup>62</sup> Sommige toonaangevende individuele ondernemingen besteden ongeveer 5 % aan schone energie.

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

<sup>64</sup> The Energy Transition and Oil Companies’ Hard Choices – Oxford Institute for Energy Studies, juli 2019; Rob West, oprichter Thundersay Energy en onderzoeksmedewerker OIES, en Bassam Fattouh, directeur, OIES, blz. 4.

Figuur 7 EU-investeringen in de O&I-prioriteiten van de energie-unie, per industrietaak<sup>65</sup>



Bron 7 JRC<sup>49</sup>

De risicokapitaalinvesteringen in schone energie zijn de afgelopen jaren toegenomen, maar blijven laag (iets meer dan 6-7 %) ten opzichte van O&I-investeringen van de particuliere sector. Tot nu toe is er in 2020 wereldwijd sprake van een aanzienlijke vertraging van risicokapitaalinvesteringen in schone-energietechnologieën.<sup>66</sup>

Octrooieringsactiviteiten op het gebied van schone-energietechnologieën<sup>67</sup> bereikten een hoogtepunt in 2012 en nemen sindsdien af.<sup>68</sup> Binnen deze trend zijn de octrooieringsactiviteiten voor bepaalde technologieën die steeds belangrijker worden voor de transitie naar schone energie (bv. batterijen) echter op peil gebleven of zelfs verhoogd.

De EU en Japan nemen het voortouw onder de internationale concurrenten op het gebied van hoogwaardige<sup>69</sup> octrooien voor schone-energietechnologieën. Octrooien voor schone energie zijn goed voor 6 % van alle hoogwaardige uitvindingen in de EU. Het aandeel van de EU is vergelijkbaar met dat van Japan, is groter dan dat van China (4 %), de VS en de rest van de wereld (5 %) en komt op de tweede plaats na Korea (7 %) wat concurrerende economieën betreft. In de EU is een kwart van de 100 grootste bedrijven op het gebied van hoogwaardige octrooien voor schone energie gevestigd. Het merendeel van de uitvindingen die worden gefinancierd door multinationale ondernemingen met een hoofdzetel in de EU, wordt geproduceerd in Europa en voor het grootste deel door dochterondernemingen die in hetzelfde land zijn gevestigd.<sup>70</sup> De belangrijkste beoogde IPO-bureaus voor de bescherming van EU-uitvindingen zijn die van de VS en China, en die landen vormen bijgevolg ook de belangrijkste markten.

<sup>65</sup> Voornaamste bijdragende sectoren. Gemiddelde over vijf jaar (2012-2016) per sector; een derde van de ondernemingen (niet-beursgenoteerde, kleinere investeerders) kan niet aan een specifieke sector worden toegewezen.

<sup>66</sup> JRC<sup>52</sup> en JRC-analyse gebaseerd op Pitchbook, en IEA-gegevens over cleantech-risicokapitaalinvesteringen.

<sup>67</sup> Koolstofarme energietechnologieën in het kader van de O&I-prioriteiten van de energie-unie.

<sup>68</sup> Met uitzondering van China, waar de lokale aanvragen blijven toenemen, zonder dat daarbij internationale bescherming wordt aangevraagd. (Zie ook: Are Patents Indicative of Chinese Innovation? <https://chinapower.csis.org/patents/>)

<sup>69</sup> Hoogwaardige octrooifamilies (uitvindingen) bevatten aanvragen aan meer dan één bureau, d.w.z. dat zij bescherming zoeken in meer dan één land/op meer dan één markt.

<sup>70</sup> Stimuleringsmaatregelen, taal en geografische nabijheid verklaren de belangrijkste uitzonderingen.

## 2.5 Herstel van COVID-19<sup>71</sup>

Tijdens de pandemie is het Europese energiesysteem bestand gebleken tegen de schokken als gevolg van de pandemie<sup>72</sup> en is een groenere energiemix ontstaan, waarbij in het tweede kwartaal van 2020 energieopwekking met steenkool in de EU met 34 % is gedaald en hernieuwbare energiebronnen goed waren voor 43 % van de energieopwekking, het grootste aandeel tot dusver<sup>73</sup>. Tegelijkertijd lijken de beursprestaties van de schone energiesector minder te zijn getroffen en zich sneller te herstellen dan die van fossiele brandstoffensector. De digitalisering heeft ondernemingen en sectoren geholpen om succesvol te reageren op de crisis en heeft ook de opkomst van nieuwe digitale toepassingen gestimuleerd.

Hoewel de energiewaardeketens van de EU zich herstellen, heeft de crisis de aandacht gevestigd op de kwestie van het optimaliseren en mogelijk regionaliseren van toeleveringsketens, het verminderen van de blootstelling aan toekomstige verstoringen en het verbeteren van de veerkracht. In reactie daarop wil de Commissie de kritieke toeleveringsketens voor energietechnologieën in kaart brengen, potentiële kwetsbaarheden analyseren en de veerkracht ervan verbeteren<sup>74</sup>. De belangrijkste energieprioriteiten voor herstel zijn energie-efficiëntie, met name door middel van de renovatiegolf, hernieuwbare energiebronnen, waterstof en integratie van het energiesysteem. Verder is er bezorgdheid over het feit dat de pandemie gevolgen heeft voor de investeringen in en beschikbare middelen voor O&I, zoals is gebeurd bij eerdere economische crises.

Herstelmaatregelen kunnen gebruikmaken van het werkgelegenheidspotentieel dat wordt geboden door energie-efficiënte en hernieuwbare energie<sup>75</sup>, inclusief de O&I-sector, om de werkgelegenheid te stimuleren en tegelijkertijd de weg naar duurzaamheid in te slaan. Steun voor O&I-investeringen, met inbegrip van zakelijke O&I, heeft een groter positief effect op de werkgelegenheid in medium- tot hoogtechnologische sectoren zoals schonere energietechnologie<sup>76</sup>. Tegelijkertijd zijn er baanbrekende koolstofarme technologieën nodig, bijvoorbeeld in energie-intensieve industrieën, die snellere O&I-investeringen vereisen voor de demonstratie en toepassing ervan.

## 3. FOCUS OP DE BELANGRIJKE SCHONE ENERGIETECHNOLOGIEËN EN -OPLOSSINGEN

In dit deel worden de meest relevante waarden inzake concurrentievermogen voor elk van de zes hierboven geanalyseerde technologieën, *de status, de waardeketen en de mondiale markt* geanalyseerd op basis van de in tabel 1 weergegeven indicatoren. De prestaties van de EU worden zoveel mogelijk vergeleken met die van andere belangrijke regio's (bv. de VS, Azië). Een uitvoerigere beoordeling van andere belangrijke schone en

<sup>71</sup> Gebaseerd op JRC-werkzaamheden op het gebied van de effecten van COVID-19 op het energiesysteem en de waardeketens.

<sup>72</sup> SWD(2020) 104 - Energy security: good practices to address pandemic risks

<sup>73</sup> Quarterly Report on European Electricity Markets, jaargang 13, nummer 2. [https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/market-analysis\\_en?redir=1](https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/market-analysis_en?redir=1)

<sup>74</sup> De analyse wordt ondersteund door een studie waarvan de conclusies in april 2021 worden verwacht.

<sup>75</sup> Naar schatting zal hetzelfde bestedingsniveau bijna drie keer zoveel banen opleveren als in de fossiele industrie. Bron: Heidi Garrett-Peltier, Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model, *Economic Modelling*, jaargang 61, 2017, 439-447

<sup>76</sup> EC work for MI Tracking Progress: The Economic Impacts of R&D in the Clean Energy Sector and COVID-19, 2020, MI-webinar, 6 mei 2020

koolstofarme energietechnologieën die nodig zijn om klimaatneutraliteit te verwezenlijken, is uiteengezet in het begeleidende Clean Energy Transition – Technologies and Innovations Report (CETTIR)<sup>77</sup>.

### 3.1 Hernieuwbare offshore-energiebronnen – wind

Technologie: de cumulatieve geïnstalleerde capaciteit aan offshore-windenergie in de EU bedroeg 12 GW in 2019<sup>78</sup>. Tegen de tijdshorizon van 2050 voorzien de EU-scenario's ongeveer 300 GW aan offshore-windcapaciteit in de EU<sup>79</sup>. Wereldwijd zijn de kosten de afgelopen jaren sterk gedaald en is de vraag gestimuleerd door nieuwe wereldwijd uitgevoerde aanbestedingen en de bouw van windparken zonder subsidies. Offshore-windenergie heeft aanzienlijk geprofiteerd van de ontwikkelingen op het gebied van onshore-windenergie, met name van schaalvoordelen (bv. materiaalontwikkelingen en gemeenschappelijke onderdelen), waardoor de inspanningen konden worden gericht op de meest innovatieve segmenten van de technologie (zoals drijvende offshore-windturbines, nieuwe materialen en onderdelen). Bij recente offshore-windenergieprojecten zijn de capaciteitsfactoren sterk toegenomen. De gemiddelde vermogenscapaciteit van de turbines is gestegen van 3,7 MW (2015) tot 6,3 MW (2018), dankzij aanhoudende O&I-inspanningen.

O&I in offshore-windenergie heeft voornamelijk betrekking op grotere turbines, drijvende toepassingen (met name het ontwerp van de onderbouw), infrastructuurontwikkelingen en digitalisering. Ongeveer 90 % van O&I-financiering voor windenergie van de EU is afkomstig van de particuliere sector<sup>80</sup>. Op EU-niveau wordt O&I voor offshore-windenergie sinds de jaren 1990 ondersteund. Offshore-windenergie, met name drijvende windturbines, hebben de afgelopen jaren aanzienlijke financiële middelen ontvangen (*Figuur 8*). Deze O&I-patronen laten zien dat de EU een concurrentievoordeel zou kunnen behalen door nieuwe marktsegmenten te ontwikkelen. Bijvoorbeeld een volwaardige EU-toeleveringsketen voor offshore-windenergie (ook uitgebreid tot onontgonnen zeebekkens van de EU), sectorleiderschap op het gebied van drijvende offshore-windenergie die zich richt op markten met diepere wateren of nieuwe opkomende concepten zoals windsystemen vanuit de lucht of de ontwikkeling van een haveninfrastructuur waarmee de ambitieuze doelstellingen kunnen worden gehaald (en synergieën met andere sectoren zoals waterstofproductie in havens). Trends op het gebied van octrooiering bevestigen het concurrentievermogen van Europa op het gebied van windenergie. De EU-spelers zijn toonaangevend op het gebied van hoogwaardige uitvindingen<sup>81</sup> en zij beschermen hun kennis in andere octrooibureaus buiten hun thuismarkt.

---

<sup>77</sup> SWD(2020) 953

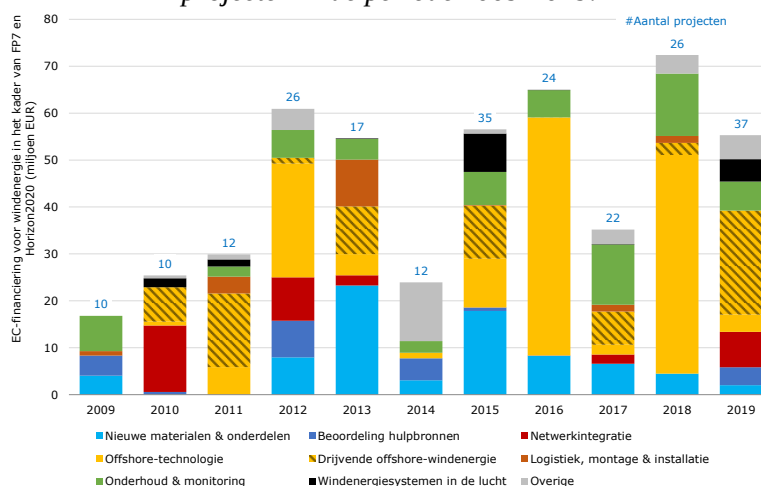
<sup>78</sup> GWEC, Global Wind Energy Report 2019 (2020).

<sup>79</sup> Overeenkomstig het CTP-MIX-scenario van COM(2020) 562 final.

<sup>80</sup> JRC Technology Market Report – Wind Energy (2019).

<sup>81</sup> Dit betekent dat de octrooien worden beschermd door andere octrooibureaus buiten het land van afgifte en dat zij verwijzen naar octrooifamilies die octrooiaanvragen bij meer dan één octrooibureau omvatten. Ongeveer 60 % van alle windgerelateerde uitvindingen in de EU werd in andere landen beschermd (ter vergelijking: slechts 2 % van de Chinese uitvindingen werd in andere octrooibureaus buiten China beschermd).

*Figuur 8 Evolutie van O&I-financiering door de EU, ingedeeld volgens de O&I-prioriteiten voor windenergie in het kader van de FP7- en H2020-programma's en het aantal gefinancierde projecten in de periode 2009-2019.*



Bron 8 JRC, 2020<sup>82</sup>

Andere recente innovaties zijn gericht op de logistieke keten en de toeleveringsketen, bv. de ontwikkeling van tandwielkasten voor windturbines die voldoende compact zijn om in een standaardcontainer te passen<sup>83</sup>, evenals het toepassen van circulaire-economiebenaderingen tijdens de levenscyclus van installaties. Verdere innovaties en trends die de komende tien jaar naar verwachting het meest zullen toenemen, zijn onder meer supergeleidende generatoren, geavanceerde torenmaterialen en de toegevoegde waarde van offshore-windenergie (systeemwaarde van windenergie). De SET-plan-groep inzake offshore-windenergie heeft de meeste van deze gebieden aangewezen als cruciaal voor Europa om in de toekomst concurrerend te blijven. Momenteel is Europa toonaangevend in alle onderdelen van de waardeketen op het gebied van detectie- en monitoringsystemen voor offshore-windturbines, met inbegrip van onderzoek en productie<sup>84</sup>.

Waardeketen: Aan de marktzijde hebben EU-ondernemingen een voorsprong op hun concurrenten wat betreft de levering van offshore-generatoren in alle vermogenscategorieën, wat een weerspiegeling is van een gevestigde Europese offshore-markt en van de toenemende omvang van nieuw geïnstalleerde turbines<sup>85</sup>. Momenteel wordt ongeveer 93 % van de totale offshore-capaciteit die in 2019 in Europa is geïnstalleerd lokaal geproduceerd door Europese fabrikanten (Siemens, Gamesa Renewable Energy, MHI Vestas en Senvion<sup>86</sup>).

<sup>82</sup> JRC (2020), Low Carbon Energy Observatory, Wind Energy Technology Development Report 2020, Europese Commissie, 2020, JRC120709.

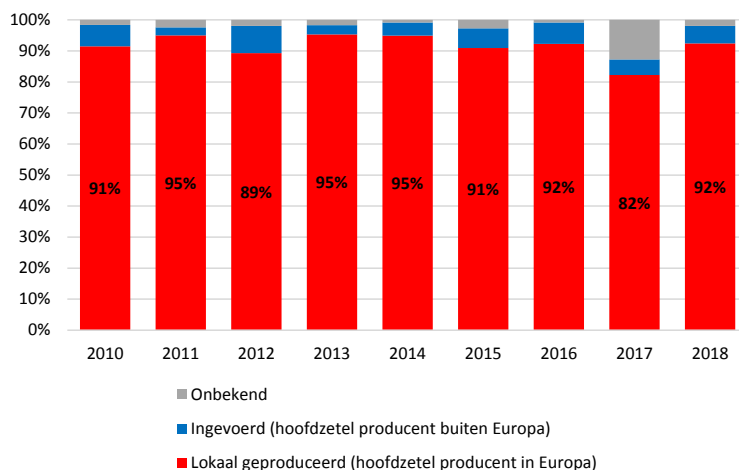
<sup>83</sup> SET-Plan, Offshore Wind Implementation Plan (2018).

<sup>84</sup> ICF, in opdracht van DG Grow – Climate neutral market opportunities and EU competitiveness study (2020)

<sup>85</sup> JRC Technology Market Report – Wind Energy (2019).

<sup>86</sup> Een nog sterkere marktconcentratie kan worden verwacht na het faillissement van Senvion en de sluiting van de Bremerhaven-turbinefabriek eind 2019.

*Figuur 9 Nieuw geïnstalleerde windcapaciteit (onshore en offshore) - lokaal tegenover geïmporteerd, uitgaande van een Europese eengemaakte markt*



*Bron 9 JRC, 2020<sup>87</sup>*

Mondiale markt: het EU-aandeel<sup>88</sup> in de wereldwijde uitvoer is gestegen van 28% in 2016 tot 47% in 2018, en acht van de tien grootste exporteurs ter wereld waren EU-landen, waarbij China en India de belangrijkste concurrenten op de wereldmarkt waren. Tussen 2009 en 2018 is de handelsbalans van de EU<sup>89</sup> positief gebleven, met een stijgende trend.

Wat de vooruitzichten voor de mondiale markten betreft, zal de offshore-windcapaciteit in Azië (inclusief China) tegen 2030 naar verwachting ongeveer 95 GW bereiken (binnen een geraamde mondiale capaciteit van bijna 233 GW tegen 2030)<sup>90</sup>. Bijna de helft van de mondiale investeringen in offshore-windenergie vond in 2018 plaats in China<sup>91</sup>. Voor dezelfde tijdshorizon van 2030 voorziet het CTP-MIX-scenario een offshore-windcapaciteit van 73 GW in de EU. Momenteel voorspellen de geïntegreerd nationale energie- en klimaatplannen 55 GW aan offshore-windcapaciteit tegen 2030.

Drijvende toepassingen lijken een haalbare optie te worden voor EU-landen en regio's die geen ondiepe wateren (drijvende offshore-windmolenparken voor diepten tussen 50 en 1 000 meter) hebben en zouden nieuwe afzetmarkten kunnen openen voor gebieden als de Atlantische Oceaan, de Middellandse Zee en eventueel de Zwarte Zee. Er zijn een aantal projecten gepland of in uitvoering die zullen leiden tot de installatie van 350 MW aan drijvend vermogen in Europese wateren tegen 2024. Bovendien streeft de EU-windenergiesector ernaar om tegen 2050 drijvende offshore-windmolenparken met een capaciteit van 150 GW in Europese wateren te installeren met het oog op het bereiken van klimaatneutraliteit<sup>92</sup>. De mondiale markt voor energie uit drijvende offshore-windmolenparken biedt EU-ondernemingen belangrijke zakelijke kansen. In totaal wordt tegen 2030 ongeveer 6,6 GW uit deze bron verwacht, met een aanzienlijke capaciteit in bepaalde Aziatische landen (Zuid-Korea en Japan), naast de Europese markten (Frankrijk, Noorwegen, Italië, Griekenland, Spanje) tussen 2025 en 2030. Aangezien China potentieel over zeer veel windkracht in ondiep water beschikt, wordt niet verwacht dat het land op middellange termijn drijvende windparken met een aanzienlijke capaciteit

<sup>87</sup> JRC (2020), Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe, JRC121366 (verwacht).

<sup>88</sup> EU inclusief het VK.

<sup>89</sup> EU inclusief het VK.

<sup>90</sup> GWEC 2020, Global Offshore Wind Report, 2020.

<sup>91</sup> IRENA – Future of wind (2019, blz. 52).

<sup>92</sup> ETIPWind, Floating Offshore Wind. Delivering climate neutrality (2020).

zal bouwen<sup>93</sup>. Drijvende toepassingen kunnen ook de milieueffecten onder water verminderen, met name tijdens de bouwfase.

Offshore-windenergie is een concurrerende industrie op de mondiale markt. De opkomende vraag op de mondiale markt, zoals die naar energie opgewekt door drijvende windmolenparken, kan van essentieel belang worden voor de Europese industrie om concurrerend te zijn en te blijven in de groeiende offshore-windindustrie. Een belangrijke overweging is of de lidstaten zich zullen inzetten voor windenergie. De huidige discrepantie tussen de vooruitzichten van de nationale energie- en klimaatplannen voor 2030 (55 GW aan offshore-windenergie) en het EU-scenario (73 GW<sup>94</sup>) betekent dat de investeringen moeten worden opgevoerd. Het positieve effect van de ontwikkeling van offshore-windenergie op de toeleveringsketens in zeebekkens is relevant voor de regionale ontwikkeling (productielocatie, assemblage van turbines dicht bij de markt, effect op haveninfrastructuur). In de strategie voor hernieuwbare offshore-energie<sup>95</sup> worden een reeks maatregelen vastgesteld om de uitdagingen het hoofd te bieden en offshore-vooruitzichten te verbeteren.

### 3.2 Hernieuwbare offshore-bronnen – oceaanenergie

Technologie: de technologieën op het gebied van getijden- en golfslagenergie zijn de meest geavanceerde technologieën op het gebied van oceaanenergie, met een aanzienlijk potentieel in een aantal lidstaten en regio's<sup>96</sup>. Technologieën op het gebied van getijdenenergie kunnen worden beschouwd als technologieën in de pre-commerciële fase. De convergentie van het ontwerp heeft bijgedragen tot de ontwikkeling en de opwekking van een aanzienlijke hoeveelheid elektriciteit (meer dan 30 GWh sinds 2016<sup>97</sup>). In heel Europa en wereldwijd zijn een aantal projecten en prototypen ingezet. De meeste technologische benaderingen van golfslagenergie bevinden zich daarentegen op niveau 6-7 van technologische paraatheid, met een sterke nadruk op O&I. De meeste verbeteringen in de resultaten van golfslagenergie komen voort uit lopende projecten in de EU. In de afgelopen vijf jaar heeft de sector blijk gegeven van veerkracht<sup>98</sup> en is er aanzienlijke technologische vooruitgang geboekt dankzij de succesvolle inzet van demonstratieparken en nieuw ontwikkelde windenergieparken.<sup>99</sup>

De LTS-scenario's voorzien een beperkte toepassing van oceaanenergietechnologie. Door de hoge kosten van de getijden- en golfslagenergieomzetters en de beperkte informatie die beschikbaar is over de prestaties komt oceaanenergie slechts in beperkte mate aan bod in het model<sup>100</sup>. Tegelijkertijd wordt in de Europese Green Deal benadrukt dat mariene hernieuwbare energie een belangrijke rol speelt bij de transitie naar een klimaatneutrale economie, waarbij een aanzienlijke bijdrage wordt verwacht onder de juiste markt- en beleidsomstandigheden (2,6 GW tegen 2030<sup>101</sup> en 100 GW tegen 2050 in Europese wateren<sup>102</sup>). Uit lopende demonstraties blijkt dat de kosten snel kunnen

<sup>93</sup> GWEC 2020, Global Offshore Wind Report, 2020.

<sup>94</sup> Het CTP-MIX-scenario van COM(2020) 562 final.

<sup>95</sup> Deze wordt naar verwachting later in 2020 gepubliceerd.

<sup>96</sup> Er is een belangrijk potentieel om getijdenenergie te ontwikkelen in Frankrijk, Ierland en Spanje, en ook andere lidstaten bieden lokale mogelijkheden. Wat golfslagenergie betreft, is er een groot potentieel in de Atlantische Oceaan en een lokaal potentieel in de Noordzee, de Oostzee, de Middellandse Zee en de Zwarte Zee.

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

<sup>98</sup> Europese Commissie (2017) Study on Lessons for Ocean Energy Development, EUR 27984.

<sup>99</sup> Magagna & Uihlein (2015) 2014 JRC Ocean Energy Status Report.

<sup>100</sup> In de komende jaren kan worden verwacht dat de resultaten van de energiemonitoring van de EU de validering en de kostenvermindering van deze technologieën weerspiegelen.

<sup>101</sup> Europese Commissie (2018) Market study on ocean energy.

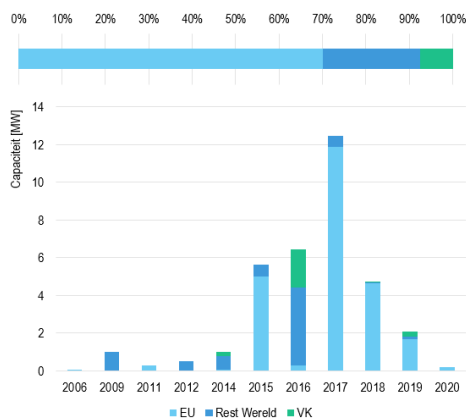
<sup>102</sup> Europese Commissie (2017) Ocean energy strategic roadmap: building ocean energy for Europe.

worden verlaagd: gegevens uit Horizon 2020-projecten tonen aan dat de kosten van getijdenenergie tussen 2015 en 2018 met meer dan 40 % zijn gedaald<sup>103,104</sup>.

Waardeketen: Het Europese leiderschap strekt zich uit over de hele toeleveringsketen<sup>105</sup> en het hele innovatiesysteem<sup>106</sup> voor oceaanenergie. De Europese cluster, gevormd door gespecialiseerde onderzoeksinstituten, ontwikkelaars en de beschikbaarheid van onderzoeksinfrastructuur, heeft Europa in staat gesteld zijn huidige concurrentiepositie te ontwikkelen en te behouden.

Mondiale markt: De EU behoudt het wereldleiderschap ondanks de terugtrekking van het VK uit de het blok en de veranderingen op de markt van technologieën voor golfslag- en getijdenenergie. 70 % van de wereldwijde capaciteit voor oceaanenergie is ontwikkeld door in de EU gevestigde ondernemingen<sup>107</sup>. In het komende decennium is het voor EU-ontwikkelaars van cruciaal belang om hun concurrentiepositie verder uit te bouwen. Verwacht wordt dat de wereldwijde capaciteit voor oceaanenergie in de komende vijf jaar zal toenemen tot 3,5 GW, en tegen 2030 kan een toename tot 10 GW worden verwacht<sup>108</sup>.

*Figuur 10 Geïnstalleerde capaciteit naar oorsprong van technologie*



*Bron10 JRC, 2020<sup>109</sup>*

In de EU<sup>110</sup> hebben 838 ondernemingen in 26 landen octrooien aangevraagd of waren zij betrokken bij octrooiaanvragen in verband met oceaanenergie tussen 2000 en 2015<sup>111</sup>. De EU neemt al lange tijd een leidende positie in bij de ontwikkeling van technologieën voor oceaanenergie, dankzij de aanhoudende steun voor O&I. Tussen 2007 en 2019 bedroegen de totale O&I-uitgaven voor golfslag- en getijdenenergie 3,84 miljard EUR, waarvan het

<sup>103</sup> JRC (2019) Technology Development Report LCEO: Ocean Energy.

<sup>104</sup> Daarnaast kunnen met O&I op het gebied van geavanceerde en hybride materialen, nieuwe productieprocessen en additive manufacturing die gebruikmaken van innovatieve 3D-technologieën de kosten verder omlaag worden gebracht. Dit zou ook kunnen helpen om het energieverbruik te verminderen, de doorlooptijden te verkorten en de kwaliteit te verbeteren in verband met de productie van grote gegoten onderdelen.

<sup>105</sup> JRC (2017) Supply chain of renewable energy technologies in Europe.

<sup>106</sup> JRC (2014) Overview of European innovation activities in marine energy technology.

<sup>107</sup> JRC (2020) - Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe, JRC121366 (verwacht).

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

<sup>109</sup> JRC (2020) - Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe, JRC121366 (verwacht).

<sup>110</sup> EU inclusief het VK.

<sup>111</sup> JRC (2020) Technology Development Report Ocean Energy 2020 Update.

grootste deel (2,74 miljard EUR) afkomstig was uit particuliere bronnen. In dezelfde periode hebben nationale O&I-programma's 463 miljoen EUR bijgedragen aan de ontwikkeling van golfslag- en getijdenenergie, terwijl de EU-fondsen O&I hebben gesteund voor een bedrag van bijna 650 miljoen EUR (met inbegrip van NER300- en Interreg-projecten (medegefinancierd door het Europees Fonds voor regionale ontwikkeling))<sup>112</sup>. Gemiddeld heeft 1 miljard EUR aan overheidsfinanciering (EU<sup>113</sup> en nationaal) 2,9 miljard EUR aan particuliere investeringen gegenereerd tijdens de verslagperiode.

De kosten voor getijden- en golfslagenergietechnologieën moeten nog sterk dalen om hun potentieel binnen de energiemix te kunnen benutten, en hiervoor zijn intensievere (d.w.z. een groter aantal projecten in het water) en aanhoudende (d.w.z. continuïteit van projecten) demonstratieactiviteiten nodig. Ondanks de vooruitgang op het gebied van technologische ontwikkeling en demonstratie heeft de sector het moeilijk om een levensvatbare markt tot stand te brengen. De nationale steun lijkt laag, wat blijkt uit de beperkte inzet voor oceaanenergiecapaciteit in de nationale energie- en klimaatplannen in vergelijking met 2010, en het gebrek aan duidelijk specifieke steun voor demonstratieprojecten of voor de ontwikkeling van innovatieve vergoedingsregelingen voor opkomende hernieuwbare technologieën. Dit beperkt de mogelijkheden om een businesscase te ontwikkelen en om haalbare manieren te vinden om de technologie te ontwikkelen en in te zetten. Specifieke businesscases voor oceaanenergie moeten daarom meer aandacht krijgen, met name wanneer de voorspelbaarheid ervan de waarde kan verbeteren en het potentieel om kleine gemeenschappen en EU-eilanden koolstofvrij te maken, kan vergroten<sup>114</sup>. De geplande strategie voor hernieuwbare offshore-energie biedt een kans om de ontwikkeling van oceaanenergie te ondersteunen en de EU in staat te stellen haar bronnen in de hele EU ten volle te benutten.

### 3.3 Zonne-PV

Technologie: Zonne-PV is de snelst groeiende energietechnologie ter wereld, waarbij de vraag naar zonne-PV zich verspreidt en uitbreidt omdat het in een groeiend aantal markten en toepassingen de meest concurrerende optie wordt voor elektriciteitsopwekking. Deze groei wordt ondersteund door de afnemende kosten van PV-systemen (EUR/W) en de steeds meer concurrerende kosten van opgewekte elektriciteit (EUR/MWh).

De cumulatieve geïnstalleerde PV-capaciteit van de EU<sup>115</sup> bedroeg 134 GW in 2019 en zal naar verwachting toenemen tot 370 GW in 2030 en tot 1051 GW in 2050<sup>116</sup>. Gezien de verwachte aanzienlijke groei van de PV-capaciteit in de EU en wereldwijd, zou Europa een belangrijke rol moeten spelen in de gehele waardeketen. Op dit moment lopen de prestaties van Europese ondernemingen in de verschillende segmenten van de PV-waardeketen uiteen (Figuur 11).

---

<sup>112</sup> JRC-berekening, 2020.

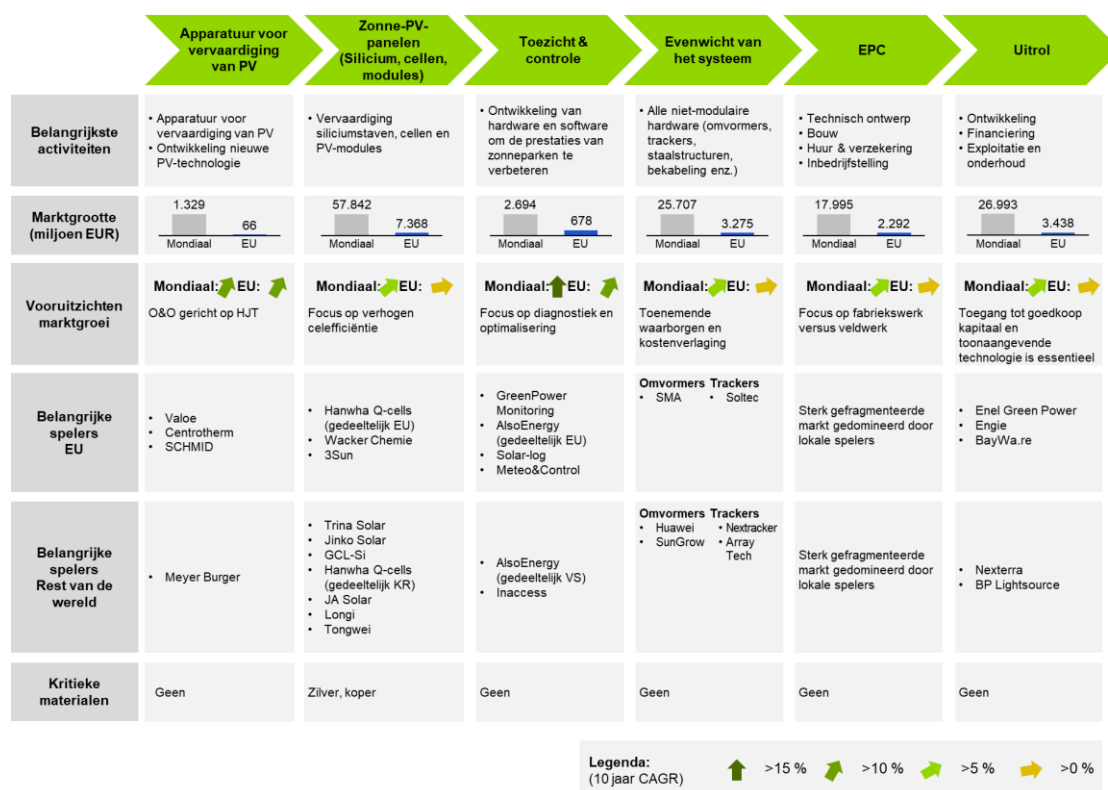
<sup>113</sup> In de tot 2020 toegekende EU-middelen zijn VK-ontvangers opgenomen.

<sup>114</sup> Europese Commissie (2020), The EU Blue Economy Report, 2020.

<sup>115</sup> EU inclusief het VK.

<sup>116</sup> Volgens de prognoses van de effectbeoordeling ter staving van het klimaatdoelstellingsplan (COM(2020) 562 final.)

Figuur 11 Europese spelers in de waardeketen van de PV-industrie



Bron 11 ASSET-studie over het concurrentievermogen

**Waardeketen:** EU-ondernemingen zijn voornamelijk concurrerend in het downstreamgedeelte van de waardeketen. Zij zijn er met name in geslaagd concurrerend te blijven in de segmenten monitoring, controle en systeemevenwicht, met een aantal van de leiders in de productie van omvormers en zonnevolgers. EU-ondernemingen hebben ook een leidende positie behouden in het operationele segment, waar gevestigde spelers zoals Enerparc, Engie, Enel Green Power of BayWa.re wereldwijd een nieuw marktaandeel konden verwerven<sup>117</sup>. Bovendien heeft de productie van apparatuur nog steeds een sterke basis in Europa (bv. Meyer Burger, Centrotherm, Schmid).

**Mondiale markt:** de EU is haar marktaandeel in sommige upstreamdelen van de waardeketen (bv. de productie van zonne-PV en modules) kwijtgeraakt. De hoogste toegevoegde waarde bevindt zich zowel ver upstream (in basis- en toegepast O&O en ontwerp) als ver downstream (in marketing, distributie en merkbeheer). Hoewel de activiteiten met de laagste toegevoegde waarde in het midden van de waardeketen (productie en assemblage) plaatsvinden, hebben ondernemingen er belang bij om goed gepositioneerd te zijn in deze segmenten om de risico's en de financieringskosten te beperken. In de EU bevindt zich nog steeds een van de grootste polysiliciumfabrikanten (Wacker Polysilicon AG), die alleen al door zijn productie 20 GW aan zonnecellen kan produceren en die een aanzienlijk deel van zijn polysiliciumproductie naar China uitvoert<sup>118</sup>. Momenteel wordt de wereldwijde productie van PV-panelen geraamd op ongeveer 57,8 miljard EUR, waarvan de EU 7,4 miljard EUR (12,8 %) voor haar rekening neemt. De EU vertegenwoordigt nog steeds een relatief groot aandeel van de totale waarde van het segment, dankzij de productie van polysiliciumstaven. Wat de productie van PV-cellen en -modules betreft, is het aandeel echter drastisch gedaald. De

<sup>117</sup> ASSET-studie over het concurrentievermogen, 2020.

<sup>118</sup> JRC, PV Status Report, 2011.

10 belangrijkste producenten van PV-cellen en -modules vervaardigen het grootste deel van hun producten nu in Azië<sup>119</sup>.

De investeringskosten voor de productie van polysilicium, zonnecellen en -modules zijn tussen 2010 en 2018 drastisch gedaald. Samen met innovaties in de productie moet dit de EU de gelegenheid bieden om een frisse blik te werpen op de PV-productie-industrie en de situatie om te keren<sup>120</sup>.

De aanwezigheid van de EU in de verre upstream- en downstreamgedeelten van de waardeketen zou een solide basis kunnen vormen voor de wederopbouw van de PV-industrie. Dit vereist een focus op specialisatie of hoogwaardige producten, zoals de productie van apparatuur en omvormers en PV-producten afgestemd op de specifieke behoeften van de bouwsector, het vervoer (in voertuigen geïntegreerde PV) en/of de landbouw (dubbel grondgebruik met AgriPV) of op de behoefte aan zonne-energie-installaties met hoog rendement/van hoge kwaliteit om het gebruik van beschikbare oppervlakten en hulpbronnen te optimaliseren. De modulariteit van de technologie maakt het gemakkelijker om PV in een aantal toepassingen te integreren, met name in de stedelijke omgeving. Deze nieuwe PV-technologieën, die nu de commerciële fase bereiken, zouden een nieuwe basis kunnen bieden voor de wederopbouw van de industrie<sup>121</sup>. De uitgebreide kennis van de EU-onderzoeksinstellingen, de geschoolde arbeidskrachten en de bestaande en opkomende industriële spelers vormen de basis voor het herstel van een sterke Europese toeleveringsketen voor PV-energie<sup>122</sup>. Om concurrerend te blijven, moet een dergelijke industrie een mondiaal bereik ontwikkelen. Het opbouwen van een omvangrijke PV-productie-industrie in de EU zou ook het risico op onderbrekingen van de levering en kwaliteitsrisico's verminderen.

### 3.4 Productie van hernieuwbare waterstof door elektrolyse

In dit deel wordt ingegaan op de hernieuwbare waterstofproductie en op het concurrentievermogen van dit eerste segment van de waterstofwaardeketen<sup>123</sup>. Waterstof is cruciaal voor de opslag van energie uit hernieuwbare elektriciteit en het koolstofvrij maken van de moeilijk te elektrificeren sectoren. Het doel van de waterstofstrategie van de EU is om tegen 2030 40 GW aan elektrolyse-installaties voor hernieuwbare

---

<sup>119</sup> Izumi K., PV Industry in 2019 uit het IEA PVPS Trends Report, ETIP PV-conferentie “Readying for the TW era”, mei 2019, Brussel

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

<sup>121</sup> Hier volgen enkele voorbeelden van de meest relevante PV-productie-initiatieven in Europa. i) Het “Ampere”-project van H2020 ter ondersteuning van de bouw van een proeflijn voor de productie van heterojunctie silicium zonnecellen en -modules. 3Sun Factory (Catanië, Italië) produceert een van de meest efficiënte PV-technologieën op basis van deze benadering. ii) Het Oxford PV-initiatief voor de productie van PV-zonnecellen op basis van perovskietmateriaal, dat een EIB-lening heeft ontvangen in het kader van de InnovFin EDP-faciliteit. iii) De gepatenteerde heterojunctie-/SmartWire-technologie van Meyer Burger, die efficiënter is dan de huidige standaard mono-PERC, en andere heterojunctie-technologieën die momenteel beschikbaar zijn.

<sup>122</sup> Assessment of Photovoltaics (PV) Final Report, Trinomics (2017).

<sup>123</sup> De productie van waterstof ter plaatse voor gelijktijdig gebruik op dezelfde locatie in industriële toepassingen lijkt een veelbelovend patroon te zijn dat het mogelijk zou kunnen maken de schaal voor een bredere invoering van de drager in het energiesysteem snel te bereiken, in overeenstemming met de ambitie van een klimaatneutrale economie en de waterstofstrategie. Het concurrentievermogen van de andere segmenten van de toeleveringsketen, zoals het vervoer van waterstof, de opslag ervan en de omzetting in eindgebruikerstoepassingen (bv. mobiliteit, gebouwen) komt in dit verslag niet aan de orde. De Commissie heeft de Europese alliantie voor schone waterstof opgericht als een stakeholderplatform om de relevante spelers samen te brengen.

waterstof<sup>124</sup> en tot 10 Mt aan hernieuwbare waterstof in het energiesysteem van de EU te integreren, met een directe investering die 24 en 42 miljard EUR ligt<sup>125,126</sup>.

**Technologie:** de kapitaalkosten van elektrolyse-installaties zijn de afgelopen tien jaar met 60 % gedaald en zullen dankzij schaalvoordelen naar verwachting tegen 2030 weer gehalveerd zijn ten opzichte van vandaag<sup>127</sup>. De kosten van hernieuwbare waterstof<sup>128</sup> liggen momenteel tussen 3 en 5,5 EUR per kilo, waardoor deze duurder is dan niet-hernieuwbare waterstof (2 EUR per kilo waterstof (in 2018)<sup>129</sup>).

Momenteel is minder dan 1 % van de mondiale waterstofproductie afkomstig uit hernieuwbare bronnen<sup>130</sup>. Volgens prognoses voor 2030 zouden de kosten van hernieuwbare waterstof tussen 1,1 en 2,4 EUR/kg liggen<sup>131</sup>, wat goedkoper is dan koolstofarme fossiele waterstof<sup>132</sup>, en bijna concurrerend is met fossiele waterstof<sup>133</sup>.

Tussen 2008 en 2018 heeft de Gemeenschappelijke Onderneming brandstofcellen en waterstof (FCH JU) 246 projecten voor verschillende technologische toepassingen op het gebied van waterstof gesteund, waarmee een totaal investeringsbedrag van 916 miljoen EUR is gemoeid, aangevuld met 939 miljoen EUR aan particuliere en nationale/regionale investeringen. In het kader van het Horizon 2020-programma (2014-2018) is meer dan 90 miljoen EUR toegewezen aan de ontwikkeling van elektrolyse-installaties, aangevuld met 33,5 miljoen EUR aan particuliere middelen<sup>134,135</sup>. Op nationaal niveau heeft Duitsland de meeste middelen ingezet, waarbij 39 miljoen EUR<sup>136</sup> is toegekend aan projecten voor de ontwikkeling van elektrolyse-installaties tussen 2014 en 2018<sup>137</sup>. In

<sup>124</sup> Hernieuwbare waterstof (vaak “groene waterstof” genoemd) is waterstof die wordt geproduceerd door elektrolyse-installaties die worden aangedreven door hernieuwbare elektriciteit, via een proces waarbij water wordt in waterstof en zuurstof wordt gescheiden.

<sup>125</sup> Een waterstofstrategie voor een klimaatneutraal Europa,

[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen\\_strategy.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf)

<sup>126</sup> Daarnaast zou van nu tot 2030 een bedrag tussen 220 en 340 miljard EUR nodig zijn voor de opschaling en de aansluiting van 80-120 GW zonne- en windenergiegeneratoren op de elektrolyse-installaties om de nodige elektriciteit te leveren.

<sup>127</sup> Uit de waterstofstrategie: op basis van kostenramingen van het IEA, Irena en BNEF. De kosten voor elektrolyse-installaties dalen naar verwachting van 900 EUR/kW tot 450 EUR/kW of minder in de periode na 2030, en tot 180 EUR/kW na 2040. De kosten van koolstofafvang en -opslag zorgen voor een verhoging van de kosten voor aardgasreforming van 810 EUR/kWh<sub>2</sub> tot 1 512 EUR/kWh<sub>2</sub>. Voor 2050 worden de kosten geraamd op 1 152 EUR/kWh<sub>2</sub> (IEA, 2019).

<sup>128</sup> De stand van de techniek voor de efficiëntie van alkaline-elektrolyse-installaties bedraagt ongeveer 50 kWh/kgH<sub>2</sub> (ongeveer 67 % op basis van de calorische onderwaarde voor waterstof) en 55 kWh/kgH<sub>2</sub> (ongeveer 60 % op basis van de calorische onderwaarde voor waterstof) voor PEM-elektrolyse. Het energieverbruik voor SOE ligt lager (in de grootteorde van 40 kWh/kgH<sub>2</sub>), maar er is een warmtebron nodig om voor de noodzakelijke hoge temperaturen (>600 °C) te zorgen.

[https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/MAWP%20final%20version\\_endorsed%20GB%2015062018%20%28ID%203712421%29.pdf](https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/MAWP%20final%20version_endorsed%20GB%2015062018%20%28ID%203712421%29.pdf)

<sup>129</sup> <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/hydrogen-production-costs-using-natural-gas-in-selected-regions-2018-2> Oorspronkelijke cijfer 1,7 USD - toegepaste wisselkoers: (1 EUR = 1,18 USD)

<sup>130</sup> International Energy Agency, Hydrogen Outlook, juni 2019, blz. 32 – ramingen voor 2018.

<sup>131</sup> COM(2020) 301 final

<sup>132</sup> Verwijst naar “fossiele waterstof met koolstofafvang”: een vorm van fossiele waterstof, waarbij echter de broeikasgassen die worden uitgestoten als onderdeel van het waterstofproductieproces, worden afgevangen.

<sup>133</sup> Verwijst naar waterstof die wordt geproduceerd via verschillende processen waarbij fossiele brandstoffen als grondstof worden gebruikt (COM(2020) 301 final).

<sup>134</sup> JRC (2020), Current status of Chemical Energy Storage Technologies, blz. 63.

[https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current\\_status\\_of\\_chemical\\_energy\\_storage\\_technologies.pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current_status_of_chemical_energy_storage_technologies.pdf)

<sup>135</sup> Vergeleken met 472 miljoen EUR voor de financiering van FCH JU in totaal en 439 miljoen EUR voor andere financieringsbronnen.

<sup>136</sup> Dit omvat zowel particuliere als overheidsmiddelen.

<sup>137</sup> JRC (2020), Current status of Chemical Energy Storage Technologies, blz. 63. [https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current\\_status\\_of\\_chemical\\_energy\\_storage\\_technologies.pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current_status_of_chemical_energy_storage_technologies.pdf)

Japan heeft Asahi Kasei een subsidie ter waarde van miljoenen dollar ontvangen voor de ontwikkeling van hun alkaline-elektrolyse-installatie<sup>138</sup>.

Azië (voornamelijk China, Japan en Zuid-Korea) neemt de belangrijkste plaats in wat betreft het aantal octrooien dat tussen 2000 en 2016 is aangevraagd voor de groepen waterstof, elektrolyse-installaties en brandstofcellen. Toch presteert de EU zeer goed en heeft ze het grootste aantal “hoogwaardige” octrooifamilies aangevraagd op het gebied van waterstof en elektrolyse-installaties. Japan heeft daarentegen het grootste aantal aanvragen voor “hoogwaardige” octrooifamilies op het gebied van brandstofcellen ingediend.

Waardeketen: de belangrijkste waterelektrolysetechnologieën zijn alkalische elektrolyse (AEL), elektrolyse met een membraan van elektrolytisch polymeer (PEMEL) en vasteoxide-elektrolyse (SOEL)<sup>139</sup>:

- AEL is een volwaardige technologie met operationele kosten die worden gedreven door elektriciteitskosten en hoge kapitaalkosten. De uitdagingen op onderzoeksgebied worden gevormd door hogedrukwerkzaamheden en de koppeling met dynamische belasting.
- PEMEL kan een aanzienlijk hogere stroomdichtheid bereiken<sup>140</sup> dan AEL en SOEL, met het potentieel om de kapitaalkosten verder te verlagen. De afgelopen jaren zijn er in de EU (Duitsland, Frankrijk, Denemarken en Nederland) verschillende grote installaties (op MW-schaal) geïnstalleerd, waardoor de EU haar achterstand op AEL kan inhalen. Het is een marktrijpe technologie met onderzoek dat vooral gericht is op het verhogen van de oppervlaktevermogensdichtheid, terwijl tegelijkertijd de vermindering van het gebruik van kritieke grondstoffen<sup>141</sup> en de duurzaamheidsprestaties worden gegarandeerd.
- SOEL blijkt het efficiëntst te zijn. De centrales zijn echter relatief kleiner, gewoonlijk nog binnen het capaciteitsbereik van 100 kW, vereisen een constante werking en moeten aan een warmtebron worden gekoppeld<sup>142</sup>. In het algemeen bevindt SOEL zich nog in de ontwikkelingsfase, hoewel het mogelijk is producten op de markt te bestellen.

In 2019 beschikte de EU over ongeveer 50 MW aan geïnstalleerde waterelektrolysecapaciteit<sup>143</sup> (ongeveer 30 % AEL en 70 % PEMEL), waarvan in 2018 ongeveer 30 MW in Duitsland<sup>144</sup>.

---

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

<sup>139</sup> Momenteel is een nieuw type installatie voor hoge-temperatuur-elektrolyse, op een zeer laag niveau van technologische paraatheid, in ontwikkeling: proton-keramische elektrolyse-installaties (PCEL), met het potentiële voordeel dat ze zuivere, droge waterstof onder druk produceren bij de maximale druk van de elektrolyse-installatie, in tegenstelling tot andere elektrolyse-technologieën.

<sup>140</sup> Elektrolyse is een oppervlaktegebonden proces. Daarom kan bij het opschalen van een electrolyser stack geen gebruik worden gemaakt van een gunstige oppervlakte/volumeverhouding zoals bij volume-gebaseerde processen. Als alle andere factoren gelijk blijven, zullen bij het verdubbelen of verdrievoudigen van de omvang van een electrolyser stack ook de investeringskosten bijna verdubbelen of verdrievoudigen, met beperkte directe besparingen die voortkomen uit de schaalvergroting. Daarom is de hogere oppervlaktevermogensdichtheid die bij de PEMEL-benadering is toegestaan, relevant. Door te zorgen voor een hogere waterstofproductie voor een bepaalde oppervlakte van de elektrolyse-installatie, worden de kapitaalkosten verminderd en bijgevolg ook de totale voetafdruk van de installatie.

<sup>141</sup> Voornamelijk platinagroep-metalen (PGM's), met name iridium.

<sup>142</sup> Een recent gestart Europees project<sup>142</sup> heeft momenteel tot doel 2,5 MW te installeren in een industriële omgeving.

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

Er zijn geen kritieke onderdelen in de AEL-toeleveringsketen. Dankzij de technische overeenkomsten met de industrie voor elektrolyse van alkalichloriden, die veel grotere installaties inzet, kan zij profiteren van de overlap in de technologie en de gevestigde waardeketens<sup>145</sup>. PEMEL en SOEL delen enkele kosten- en toeleveringsrisico's met de respectievelijke waardeketens voor brandstofcellen<sup>146</sup>. Dit geldt met name voor kritieke grondstoffen<sup>147</sup> bij PEMEL en voor zeldzame aardmetalen bij SOEL.

PEMEL moet bestand zijn tegen corrosieve omgevingen en vereist bijgevolg het gebruik van duurdere materialen, zoals titaan voor bipolaire platen. De belangrijkste factoren die bijdragen aan de systeemkosten zijn de electrolyser stack<sup>148</sup> (40-60 %), gevolgd door de vermogenselektronica (15-21 %). De kernonderdelen die de kosten van de stack opdrijven, zijn de lagen membraan-elektrode-assemblages (MEA's), die edelmetalen bevatten<sup>149</sup>. Celcomponenten op basis van zeldzame aardmetalen die voor SOEL-elektroden en elektrolyt worden gebruikt, vormen het grootste aandeel in de kosten van de stack. Naar schatting zijn stacks goed voor ongeveer 35 % van de totale kosten van het SOEL-systeem<sup>150</sup>.

Mondiale markt: Europese ondernemingen bevinden zich in een goede positie om van de groei van de markt te profiteren. De EU heeft producenten van alle drie de belangrijkste technologieën voor elektrolyse-installaties<sup>151</sup> en is de enige regio die een duidelijk omschreven marktproduct voor SOEL aanbiedt. De andere spelers zijn gevestigd in het VK, Noorwegen, Zwitserland, de VS, China, Canada, Rusland en Japan.

De totale omzet van water elektrolysesystemen wordt momenteel geraamd op 100 tot 150 miljoen EUR per jaar. Volgens schattingen uit 2018 zou de water elektrolyseproductie op zeer korte termijn (één tot twee jaar) een capaciteit van 2 GW per jaar kunnen bereiken (wereldwijd). Europese fabrikanten zouden ongeveer een derde van deze toegenomen mondiale capaciteit kunnen leveren<sup>152</sup>.

Het doel van de EU-waterstofstrategie is om tegen 2030 een aanzienlijke productiecapaciteit voor hernieuwbare waterstof te bereiken. Om de momenteel geïnstalleerde water elektrolysecapaciteit van 50 MW op te schalen tot 40 GW in 2030, de capaciteit die nodig is voor een duurzame waardeketen in de EU, vergt een enorme inspanning. Deze inspanning moet gebruikmaken van het innovatiepotentieel dat wordt geboden door het hele spectrum van elektrolysetechnologieën en op de leidende positie die EU-ondernemingen hebben op het gebied van elektrolyse in alle technologische benaderingen in de gehele waardeketen, van de levering van onderdelen tot het

---

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

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

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

<sup>147</sup> Iridium is momenteel alleen cruciaal voor PEM-elektrolyse, maar niet voor brandstofcellen systemen. Aangezien het een van de zeldzaamste elementen in de aardkorst is, is het waarschijnlijk dat elke belasting door een grotere extra vraag sterke gevolgen zal hebben voor de beschikbaarheid en de prijs.

<sup>148</sup> Een stack is de som van alle cellen.

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

<sup>150</sup> [https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/16014\\_h2\\_production\\_cost\\_solid\\_oxide\\_electrolysis.pdf](https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/16014_h2_production_cost_solid_oxide_electrolysis.pdf)

<sup>151</sup> AEL wordt geleverd door negen EU-producenten (vier in Duitsland, twee in Frankrijk, twee in Italië en een in Denemarken), twee in Zwitserland en een in Noorwegen, twee in de VS, drie in China en drie in andere landen (Canada, Rusland en Japan). PEMEL wordt geleverd door zes leveranciers uit de EU (vier in Duitsland, een in Frankrijk en een in Denemarken), een leverancier uit het VK en een uit Noorwegen, twee leveranciers uit de VS en twee leveranciers uit andere landen. SOEL wordt geleverd door twee leveranciers uit de EU (Duitsland en Frankrijk).

<sup>152</sup> [https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/1-nip-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie/181204\\_bro\\_a4\\_indwede-studie\\_kurzfassung\\_en\\_v03.pdf](https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/1-nip-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie/181204_bro_a4_indwede-studie_kurzfassung_en_v03.pdf)

uiteindelijke integratievermogen. Er worden aanzienlijke kostenverminderingen verwacht als gevolg van de schaalvergroting van de industriële productie van elektrolyse-installaties.

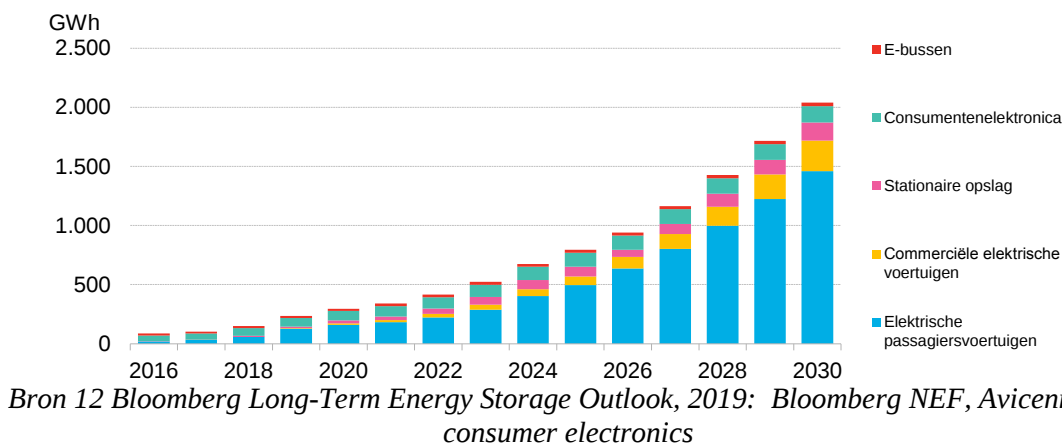
### 3.5 Batterijen

Batterijen zijn van belangrijke voorwaarde voor de transitie naar de klimaatneutrale economie die we tegen 2050 willen bereiken, voor de uitrol van schone mobiliteit en voor energieopslag om de integratie van het toenemende aandeel van variabele hernieuwbare energiebronnen mogelijk te maken. Deze analyse spitst zich toe op de lithiumionbatterijtechnologie. Daar zijn verschillende redenen voor:

- de zeer geavanceerde staat van deze technologie en haar marktrijpheid;
- de hoge omzettingsefficiency;
- de aanzienlijke verwachte vraag; en
- het verwachte ruimere gebruik ervan, zowel in elektrische voertuigen, in toekomstige elektrische vaartuigen (op zee en in de lucht), als in stationaire en andere industriële toepassingen, wat tot aanzienlijke marktkansen leidt.

**Technologie:** de wereldwijde vraag naar lithiumionbatterijen zal naar verwachting stijgen van ongeveer 200 GWh in 2019 tot ongeveer 800 GWh in 2025, en zal tegen 2030 meer dan 2 000 GWh bedragen. In het meest optimistische scenario zou ze tegen 2040 kunnen oplopen tot 4 000 GWh<sup>153</sup>.

*Figuur 12 Historische en verwachte jaarlijkse vraag naar lithiumionbatterijen, naar gebruik*



De verwachte groei, die voornamelijk is gebaseerd op elektrische voertuigen (met name passagiersvoertuigen), is het gevolg van de verwachte sterke technologische verbeteringen en verdere kostendalingen. De prijzen voor lithiumionbatterijen, die in 2010 meer dan 1 100 USD/kWh bedroegen, zijn in reële cijfers met 87 % gedaald tot 156 USD/kWh in 2020<sup>154</sup>. Tegen 2025 zullen de gemiddelde prijzen naar verwachting

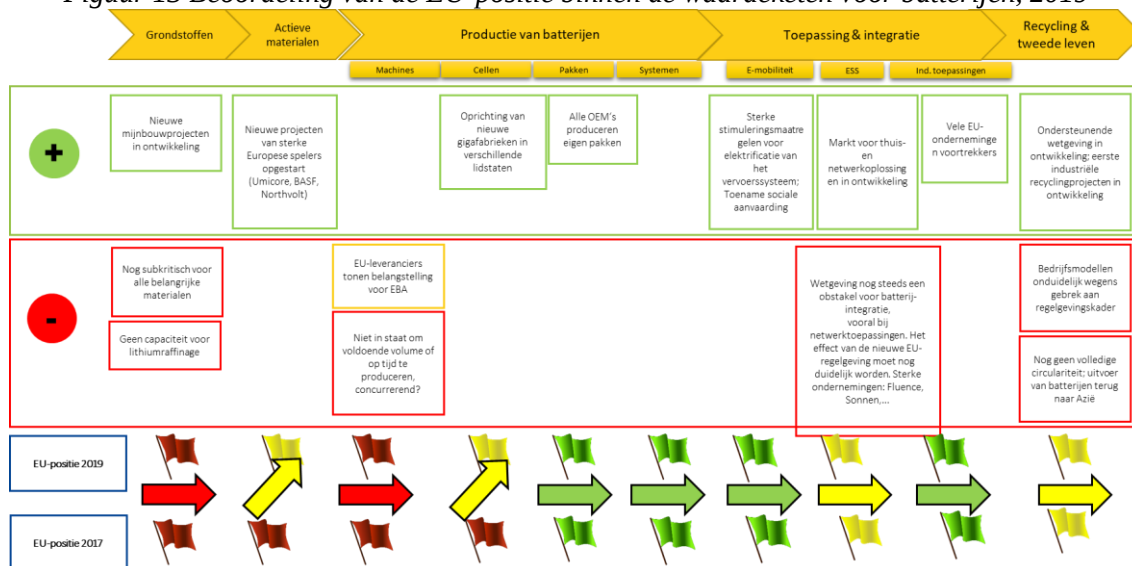
<sup>153</sup> Bron: JRC Science for Policy Report: Tsiropoulos I., Tarvydas D., Lebedeva N., Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications – Scenarios for costs and market growth, EUR 29440 EN, Bureau voor publicaties van de Europese Unie, Luxemburg, 2018, doi:10.2760/87175.

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

100 USD/kWh benaderen<sup>155</sup>. Wat de prestaties betreft, is de energiedichtheid van lithiumionen de afgelopen jaren sterk toegenomen, met een verdrievoudiging sinds de commercialisering ervan in 1991<sup>151</sup>. Met de nieuwe generatie lithiumionbatterijen wordt verder optimaliseringspotentieel verwacht<sup>156</sup>.

**Waardeketen:** Figuur 14 toont de waardeketen voor batterijen samen met de positie van de EU in de verschillende segmenten. De EU-industrie investeert in de mijnbouw, de productie en verwerking van grondstoffen en geavanceerde materialen (kathode-, anode- en elektrolytmaterialen) en in de productie van moderne cellen, pakken en batterijen. Het doel is om door middel van kwaliteit, schaalgrootte en met name duurzaamheid het concurrentievermogen te vergroten.

*Figuur 13 Beoordeling van de EU-positie binnen de waardeketen voor batterijen, 2019*



*Bron 13 InnoEnergy (2019).*

**Mondiale markt:** de mondiale markt voor lithiumionaccu's voor elektrische voertuigen heeft momenteel een waarde van 15 miljard EUR/jaar (waarvan de EU 450 miljoen EUR/jaar voor haar rekening neemt (2017)<sup>157</sup>). Volgens een voorzichtige raming zal de waarde van de markt in 2025 tussen 40 en 55 miljard EUR/jaar liggen en 200 miljard EUR/jaar in 2040<sup>158</sup>. In 2018 beschikte de EU slechts over ongeveer 3 % van de mondiale productiecapaciteit van lithiumioncellen, terwijl China ongeveer 66 % vertegenwoordigde<sup>159</sup>. De Europese industrie werd als sterk beschouwd in de downstream, waardegestuurde segmenten, zoals de productie en integratie van batterijpakken en de recycling van batterijen, en over het algemeen als zwak in upstream-, kostprijsgedreven segmenten zoals de productie van materialen, onderdelen en cellen<sup>160,161</sup>. De markt voor scheepsaccu's groeit en is tegen 2025 naar schatting meer dan

<sup>155</sup> BNEF, 2019 Battery Price Survey

<sup>156</sup> JRC (2020), Technology Development Report LCEO: Batterijopslag.

<sup>157</sup> [https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc114616\\_li-ion\\_batteries\\_two-pager\\_final.pdf](https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc114616_li-ion_batteries_two-pager_final.pdf)

<sup>158</sup> Bloomberg, Long Term Energy Storage Outlook 2019, blz. 55-56

<sup>159</sup> Productiecapaciteit; Bloomberg, Long-Term Energy Storage Outlook, 2019, blz. 55-56

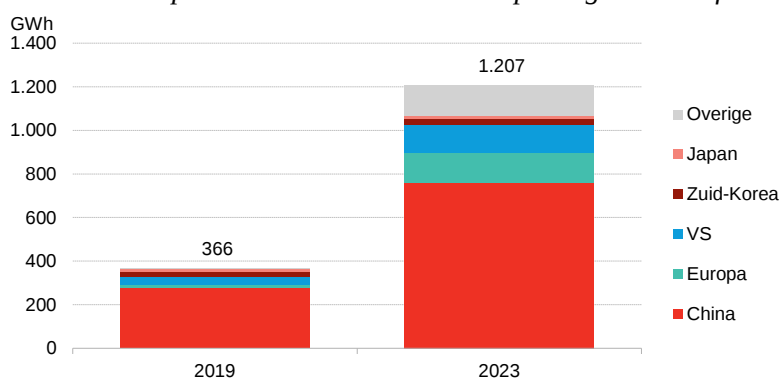
<sup>160</sup> JRC Science for Policy report: Steen M., Lebedeva N., Di Persio F., Boon-Brett L., EU Competitiveness in Advanced Li-ion Batteries for E-Mobility and Stationary Storage Applications – Opportunities and Actions, EUR 28837 EN, Bureau voor publicaties van de Europese Unie, Luxemburg, 2017 doi:10.2760/75757.

<sup>161</sup> JRC Science for Policy report: Lebedeva, N., Di Persio, F., Boon-Brett, L., Lithium ion battery value chain and related opportunities for Europe, EUR 28534 EN, Bureau voor publicaties van de Europese Unie, Luxemburg, 2016, doi:10.2760/6060.

800 miljoen EUR/jaar waard, meer dan de helft binnen Europa, en is een technologische sector waarin Europa momenteel het voorop loopt<sup>162</sup>.

In het besef dat de EU dringend haar concurrentievermogen op de batterijmarkt moet herstellen, heeft de Commissie in 2017 de EU-alliantie voor batterijen gelanceerd en in 2018 een strategisch actieplan voor batterijen goedgekeurd<sup>163</sup>. Dit is een alomvattend beleidskader met regelgevende en financiële instrumenten ter ondersteuning van de totstandbrenging van een volledig ecosysteem voor de waardeketen voor batterijen in Europa. Tegelijkertijd beginnen grootschalige producenten van batterijen en batterijcellen nieuwe productiefabrieken op te zetten (bv. Northvolt). Momenteel zijn er investeringen aangekondigd in 22 batterijfabrieken (waarvan sommige in aanbouw zijn), met een geraamde capaciteit van 500 GWh tegen 2030<sup>164</sup>.

*Figuur 14 Productiecapaciteit van lithiumioncellen per regio van de fabriekslocatie*



*Bron 14 BloombergNEF, 2019*

De EU beschikt over sterke punten waarop zij kan voortbouwen om de achterstand in de batterijsector in te halen, met name op het gebied van geavanceerde materialen en batterijchemie, en op het gebied van recycling, waar de baanbrekende EU-wetgeving het mogelijk heeft gemaakt een goed gestructureerde industrie te ontwikkelen. De batterijenrichtlijn wordt momenteel herzien. Om een aanzienlijk deel van de nieuwe en snelgroeiende markt voor oplaadbare batterijen te veroveren, is echter gedurende een langere periode aanhoudende actie nodig om te zorgen voor meer investeringen in de productiecapaciteit. Dit moet worden ondersteund door O&I om de prestaties van de batterijen te verbeteren en tegelijkertijd te garanderen dat ze voldoen aan de kwaliteits- en veiligheidsnormen op EU-niveau en om de beschikbaarheid van grondstoffen en verwerkte materialen en het hergebruik of de recycling en de duurzaamheid van de hele waardeketen voor batterijen te waarborgen. Er moet ook een nieuw alomvattend EU-wetgevingskader komen waarin robuuste prestatie- en duurzaamheidsnormen worden

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

<sup>163</sup> COM(2019) 176 Verslag over de tenuitvoerlegging van het strategisch actieplan voor batterijen: de ontwikkeling van een strategische waardeketen voor batterijen in Europa. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2019/NL/COM-2019-176-F1-NL-MAIN-PART-1.PDF> De acties omvatten a) het versterken van het Horizon 2020-programma door aanvullende financiering voor batterijonderzoek, b) het opzetten van een specifiek technologieplatform, “Batteries Europe” van ETIP, dat belast is met de coördinatie van O&O&I-activiteiten op regionaal, nationaal en Europees niveau, c) het voorbereiden van specifieke instrumenten voor het volgende kaderprogramma voor onderzoek Horizon Europa, d) het voorbereiden van nieuwe duurzaamheidsregelgeving en e) het stimuleren van investeringen door middel van een belangrijk project van gemeenschappelijk Europees belang. Persbericht IP/19/6705, “Staatssteun: Commissie geeft groen licht voor 3,2 miljard EUR overheidssteun van zeven lidstaten voor pan-Europees onderzoeks- en innovatieproject in alle segmenten waardeketen voor batterijen”, 9 december 2019. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/nl/ip\\_19\\_6705](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/nl/ip_19_6705).

<sup>164</sup> EBA, 2020.

vastgesteld voor batterijen die in de EU op de markt worden gebracht. Dit zal de industrie helpen om investeringen te plannen en hoge duurzaamheidsnormen te waarborgen die in overeenstemming zijn met de doelstellingen van de Europese Green Deal. Een voorstel van de Commissie wordt binnenkort aangenomen.

Hoewel het verbeteren van de positie op het gebied van lithiumionentechnologie de komende decennia vermoedelijk van cruciaal belang zal zijn, moet ook worden gekeken naar andere nieuwe en veelbelovende batterijtechnologieën (zoals volledig solid-state, post-lithiumion- en redox-flow-technologie). Deze zijn belangrijk voor toepassingen waarvan de lithiumionentechnologie niet aan de eisen kan voldoen.

### 3.6 Slimme elektriciteitsnetwerken

Aangezien elektrificatie in alle scenario's voor 2050 toeneemt<sup>165</sup>, is een slim elektriciteitssysteem essentieel als de EU haar Green Deal-ambities wil verwezenlijken. Een slim systeem maakt een efficiëntere integratie mogelijk van een toenemend aandeel van de productie van hernieuwbare elektriciteit en van een toename van het aantal toestellen voor de opslag en/of het verbruik van elektriciteit (bv. elektrische voertuigen) in het energiesysteem. Hetzelfde geldt voor het toenemende aantal elektrisch aangedreven toestellen, zoals elektrische voertuigen. Door middel van uitgebreide controle en monitoring van het netwerk creëren slimme systemen ook waarde door de behoefte aan inperking van hernieuwbare energiebronnen te verminderen en concurrerende en innovatieve energiediensten voor de consument mogelijk te maken. Volgens het IEA zouden investeringen in een betere digitalisering de inperking in Europa tegen 2040 met 67 TWh verminderen<sup>166</sup>. Alleen al in Duitsland werd in 2019 6,48 TWh ingeperkt, terwijl de maatregelen voor de stabilisering van het net 1,2 miljard EUR kosten<sup>167</sup>. Dergelijke systemen moeten cyberveilig zijn, wat sectorspecifieke maatregelen vereist.<sup>168</sup>

Investerings in digitale netwerkinfrastructuur worden overheerst door hardware zoals slimme meters en opladers voor elektrische voertuigen. In Europa zijn de investeringen in 2019 stabiel gebleven op bijna 42 miljard EUR<sup>169</sup>, waarbij een groter deel van de uitgaven werd toegewezen aan de modernisering en renovatie van de bestaande infrastructuur.

---

<sup>165</sup> “Het aandeel van elektriciteit in de eindvraag naar energie zal ten minste tot 53 % verdubbelen en de productie van elektriciteit zal, om broeikasgasneutraliteit te bereiken, aanzienlijk toenemen, nl. tot 2,5 keer de huidige niveaus, afhankelijk van de voor de energietransitie gekozen opties”, Mededeling “Een schone planeet voor iedereen - Een Europese strategische langetermijnvisie voor een bloeiende, moderne, concurrerende en klimaatneutrale economie”, blz. 9.

<sup>166</sup> waarbij de vraagrespons 22 TWh vertegenwoordigt en opslag 45 TWh - <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>

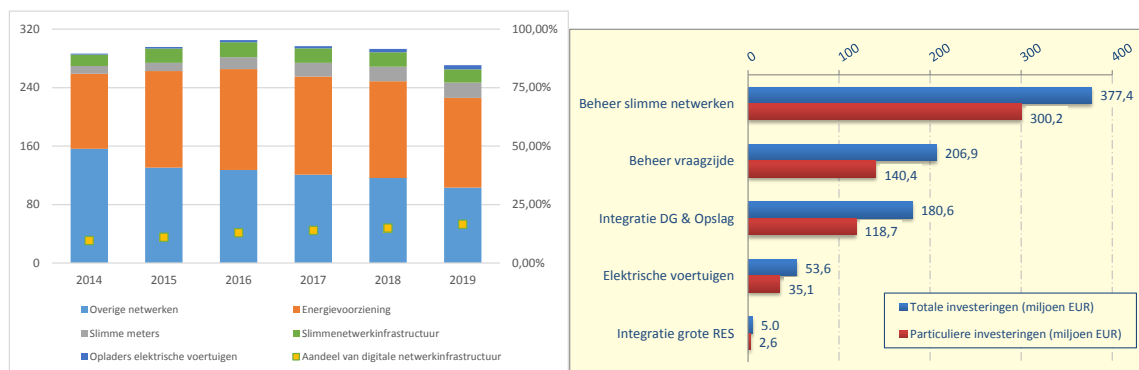
<sup>167</sup> met inbegrip van kosten voor inperking, redispatching en aankoop van reservevermogen. Deze kosten zijn in Duitsland hoger dan elders in Europa, maar geven toch een goede indicatie van de kosten van inperking. Zahlen zu Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen - Gesamtjahr 2019, BNetzA, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Netz\\_Systemsicherheit/Netz\\_Systemsicherheit\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Netz_Systemsicherheit/Netz_Systemsicherheit_node.html), blz. 3

<sup>168</sup> Met name de realtime-vereisten (zo moet een stroomonderbreker binnen enkele milliseconden reageren), cascade-effecten en de combinatie van traditionele technologieën met slimme/geavanceerde technologieën. Zie de aanbeveling van de Commissie over cyberbeveiliging in de energiesector, C(2019) 2400 final.

<sup>169</sup> Bron: cijfer bedraagt 50 miljard USD; <https://www.iea.org/reports/tracking-power-2020>

Figuur 15 (links) Mondiale investeringen in slimme netwerken per technologiegebied, 2014-2019<sup>170</sup> (miljard USD)

Figuur 16 (rechts) Investerings in slimme netwerken door Europese TSB's in de afgelopen jaren, per categorie (2018)<sup>171</sup>



De belangrijkste bron van steun voor O&I-investeringen in slimme netwerken op EU-niveau is Horizon 2020, waaronder tussen 2014 en 2020 bijna 1 miljard EUR is toegekend. Er is 100 miljoen EUR geïnvesteerd in specifieke digitaliseringsprojecten; daarnaast besteden veel andere projecten voor slimme netwerken een aanzienlijk deel van hun budget aan digitalisering.<sup>172</sup> Figuur 16 Toont aan dat overheidsinvesteringen in slimme netwerken, onder meer investeringen in het kader van Horizon 2020, een aanzienlijk deel van de totale investeringen door transmissiesysteembeheerders (TSB's) vertegenwoordigen. Opmerkelijk is dat de budgetten voor O&I van de TSB's laag zijn, namelijk ongeveer 0,5 % van hun jaarlijkse budget<sup>173,174</sup>.

In de TEN-E-verordening worden ook investeringen in slimme elektriciteitsnetwerken ondersteund als een van de twaalf prioritaire gebieden, maar investeringen in (grensoverschrijdende) slimme netwerken kunnen profiteren van meer steun van de regelgevende instanties door opname in nationale netwerkontwikkelingsplannen en het in aanmerking komen voor financiële steun van de EU in de vorm van subsidies voor onderzoek en werkzaamheden, evenals innovatieve financiële instrumenten in het kader van de Connecting Europe Facility (CEF). Tussen 2014 en 2019 heeft de CEF tot 134 miljoen EUR aan financiële bijstand verleend in verband met verschillende projecten voor slimme elektriciteitsnetwerken in de hele EU.

De volgende twee belangrijke technologieën worden nader beoordeeld: Hoogspanningsgelijkstroomsystemen (HVDC) en digitale oplossingen voor netwerkexploitatie en voor de integratie van hernieuwbare energiebronnen.

#### i) Hoogspanningsgelijkstroomsystemen (HVDC-systemen)

**Technologie:** een grotere vraag naar kosteneffectieve oplossingen om elektriciteit over lange afstanden te transporteren, met name in de EU, om offshore-windenergie aan land te brengen, verhoogt de vraag naar HVDC-technologieën. Volgens Guidehouse Insights zal de Europese markt voor HVDC-systemen groeien van 1,54 miljard EUR in 2020 naar

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

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

<sup>172</sup> Dit is naar schatting ten minste de helft van de totale Horizon 2020-steun voor slimme netwerken.

<sup>173</sup> Dit wordt verder ondersteund door cijfers over de submarkten die aan bod komen in CETIR (SWD(2020) 953), zie punt 3.17.

<sup>174</sup> ENTSO-E RDI Roadmap 2020-2030, juli 2020, blz. 25.

2,74 miljard EUR in 2030, met een groeipercentage<sup>175</sup> van 6,1 %<sup>176,177</sup>. De globale markt zal naar verwachting ongeveer 12,5 miljard EUR bedragen (2020), waarbij de belangrijkste investeringen in HVDC in Azië plaatsvinden, waar een groot deel van de markt door Ultra-HVDC is ingenomen<sup>178</sup>. HVDC-apparatuur is zeer kostbaar en projecten om HVDC-verbindingen te bouwen zijn daarom erg duur. Gezien de technologische complexiteit van HVDC-systemen wordt de installatie ervan doorgaans door fabrikanten beheerd<sup>179</sup>.

Analyse van de waardeketen: de waardeketen voor HVDC-netwerken kan worden opgedeeld volgens de verschillende hardwareonderdelen die nodig zijn om een HVDC-verbinding tot stand te brengen<sup>180</sup>. De kosten van HVDC-systemen komen grotendeels voor rekening van converters (ongeveer 32 %) en kabels (ongeveer 30 %)<sup>181</sup>. In de waardeketen van de converterstations<sup>182</sup> speelt de vermogenselektronica een belangrijke rol bij het bepalen van de efficiëntie en de omvang van de apparatuur. Energiespecifieke toepassingen vertegenwoordigen slechts een klein deel van de mondiale markt voor elektronische onderdelen<sup>183</sup>, maar offshore-netwerken en -windturbines zijn afhankelijk van het feit dat zij goed functioneren onder offshore-omstandigheden. O&I-investeringen in HVDC-technologieën zijn hoofdzakelijk particuliere investeringen. De overheidsfinanciering op EU-niveau via Horizon 2020 is bescheiden, maar is gestimuleerd door het onlangs afgeronde Promotion-project<sup>184</sup>.

Mondiale markt: de mondiale HVDC-markt wordt voornamelijk geleid door drie ondernemingen: Hitachi ABB Power Grids, Siemens en GE<sup>185</sup>. Siemens en Hitachi ABB Power Grids hebben in de meeste marktsegmenten ongeveer 50 % van de markt in

<sup>175</sup> Het groeipercentage in dit hoofdstuk wordt gerapporteerd als het samengevoegd jaarlijks groeipercentage.

<sup>176</sup> Guidehouse Insights (2020), *Advanced Transmission & Distribution Technologies Overview*. Gegevens afkomstig van <https://guidehouseinsights.com/reports/advanced-transmission-and-distribution-technologies-overview>

<sup>177</sup> In de EU-energiemodellen (bv. Primes) zijn geen afzonderlijke modellen voor HVDC opgenomen, waardoor er geen cijfers voor de langere termijn beschikbaar zijn. Het is echter duidelijk dat de HVDC-markt naar verwachting consistent zal groeien, vooral gezien de groei van de offshore-energiemarkt.

<sup>178</sup> UHVDC wordt niet toegepast in de EU. Het wordt met name gebruikt voor het vervoer van elektriciteit over zeer lange afstanden, wat in de EU minder belangrijk is. UHVDC is ook minder aantrekkelijk in de EU omdat het moeilijker is vergunningen te verkrijgen, bijvoorbeeld omdat kabeltorens hoger zijn dan normale kabeltorens voor hoogspanningsleidingen. De mondiale markt voor UHVDC wordt geraamd op 6,5 miljard EUR, en situeert zich voornamelijk in China.

<sup>179</sup> Ter vergelijking: gebruiksklare HVAC-systemen worden vaak geleverd door ingenieursbureaus, handelsagenturen en bouwbedrijven.

<sup>180</sup> Belangrijke onderdelen van converterstations zijn onder meer transformatoren, converters, onderbrekers en vermogenselektronica die worden gebruikt om stroom om te zetten van wisselstroom naar gelijkstroom en omgekeerd. Lijngecommuteerde converters (LCC's), ook stroombronconverters (CSC's) genoemd, en spanningsbronconverters (VSC's) zijn de primaire commerciële HVDC-convertertechnologieën. De LCC- als de VSC-stations, die complexer zijn dan de HVAC-onderstations, zijn ook duurder<sup>180</sup>. Ondanks de integratie van gangbare technologieën zijn HVDC-transformatoren en -converterstations niet gestandaardiseerd en zijn de ontwerpen en kosten sterk afhankelijk van lokale projectspecificaties.

<sup>181</sup> In de EU zijn de kosten van kabels doorgaans hoger: ASSET's verslag over het concurrentievermogen voor de Europese Commissie.

<sup>182</sup> Vermogenselektronica is een essentiële technologie voor de integratie van gelijkstroomopwekking en -verbruik die wordt gebruikt in vele delen van het (toekomstige) energiesysteem, zoals PV-installaties, windmolens, batterijen en HVDC-converters. Vermogenselektronicatechnologie is gebaseerd op halfgeleider technologie en maakt het mogelijk spanning of stroom te regelen, bijvoorbeeld om het netwerk te beheren en elektriciteit om te zetten van wisselstroom naar gelijkstroom of omgekeerd. Het zou dus in veel delen van dit verslag aan de orde kunnen komen, maar vanwege een specifieke uitdaging met betrekking tot offshore-windenergie en -netwerken wordt het hier behandeld.

<sup>183</sup> De totale markt voor vermogenselektronica, d.w.z. passieve, actieve, elektromechanische onderdelen, werd in 2019 geraamd op 316 miljard EUR: Mondiaal marktaandeel in actieve elektronicaonderdelen, naar eindgebruiker, 2018. [www.grandviewresearch.com](http://www.grandviewresearch.com)

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

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

handen, terwijl kabelmaatschappijen<sup>186</sup> ongeveer 70 % van de markt in de EU vertegenwoordigen en de belangrijkste concurrenten Japans zijn. In China domineert een andere verkoper, China XD Group, de markt.

Tot nu toe hebben de verkopers de gebruiksklare systemen onafhankelijk van elkaar verkocht, omdat ze als punt-tot-punt HVDC-verbindingen werden geïnstalleerd. In het meer onderling verbonden offshore-netwerk van de toekomst moeten HVDC-systemen van verschillende fabrikanten met elkaar worden verbonden. Dit zorgt voor technologische uitdagingen voor het behoud van netwerkcontrole<sup>187</sup> en met name voor het waarborgen van de interoperabiliteit van HVDC-apparatuur en -systemen. Aangezien alle componenten op offshore-platforms moeten worden geïnstalleerd, is het bovendien belangrijk om hun omvang te verminderen en is er behoefte aan de ontwikkeling van vermogenslektronica-oplossingen, specifiek voor toepassingen op het gebied van offshore-energie.

- ii) Digitale oplossingen voor netwerkexploitatie en voor de integratie van hernieuwbare energiebronnen

Technologie & waardeketen: de markt voor netwerkbeheertechnologieën zal naar verwachting zeer snel groeien. Het IEA heeft de potentiële besparingen van deze specifieke technologieën geraamd op bijna 20 miljard USD wereldwijd in de vorm van de verlaging van kosten voor exploitatie en onderhoud en bijna 20 miljard USD in vermeden netwerkinvesteringen<sup>188</sup>. De markt bestaat uit verschillende technologieën en diensten in een moeilijk te scheiden waardeketen, die lijken te integreren naarmate de behoefte aan geïntegreerde oplossingen voor het beheer van de opslag, vraagrespons, gedecentraliseerde hernieuwbare energiebronnen en het netwerk zelf toeneemt. In deze verslagen worden twee aspecten belicht.

**Software- en databaseerde energiediensten**, die essentieel zijn voor een optimale integratie van hernieuwbare energiebronnen, ook op lokaal niveau, door middel van controle op afstand van verschillende technologieën, met name hernieuwbare energiebronnen en virtuele energiecentrales (VPP)<sup>189</sup>. Dit is een snelgroeiende markt, die naar verwachting zal toenemen van 200 miljoen EUR (wereldwijd<sup>190</sup>) in 2020 tot 1 miljard EUR in 2030<sup>191,192</sup>. Ze vormt de basis van een nieuwe industrie die energiediensten verleent aan energiebedrijven (waaronder netwerkexploitanten) en aan zakelijke en huishoudelijke energieverbruikers. Dankzij een combinatie van een toename van het aandeel van hernieuwbare energiebronnen en marktondersteunend beleid is Europa de drijvende kracht geweest achter de markten voor virtuele elektriciteitscentrales (VPP), die in 2020 goed waren voor bijna 45 % van de mondiale investeringen. Het

<sup>186</sup> Prysmian, Nexans, en NKT Cables zijn de drie belangrijkste Europese kabelmaatschappijen.

<sup>187</sup> Belangrijke technologieën op dit gebied zijn onder meer netvormende converters en gelijkstroomonderbrekers.

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

<sup>189</sup> Dit omvat systemen voor het beheer van verspreide energiebronnen (DERMS), virtuele elektriciteitscentrales (VPP) en analyse van verspreide energiebronnen. Zie punt 3.17.4 van CETTIR (SWD(2020) 953) voor een uitvoerigere beschrijving.

<sup>190</sup> Cijfers voor de EU zijn helaas niet beschikbaar.

<sup>191</sup> ASSET's verslag over het concurrentievermogen voor de Europese Commissie - Hoofdstuk 10.3.2 Netwerkbeheer (digitale technologieën)

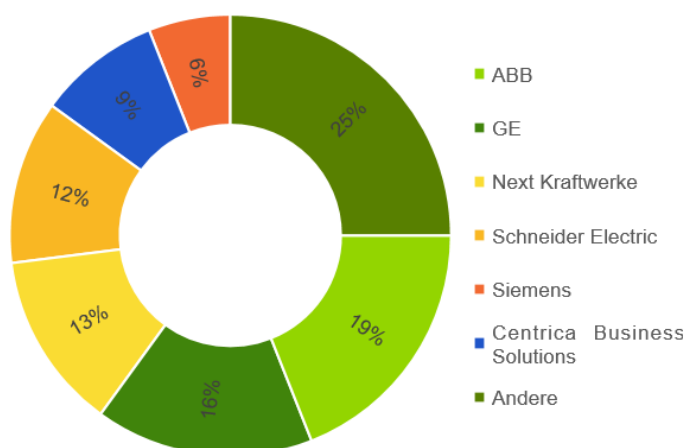
<sup>192</sup> Dit zijn aanzienlijke markten, zoals blijkt uit de vergelijking met meer gevestigde markten zoals de markt voor het energiebeheersysteem voor gebouwen (BEMS) van de EU, die in 2020 een omvang van 1,2 miljard EUR heeft (bron: ASSET's verslag over het concurrentievermogen voor de Europese Commissie). In punt 3.17.4 van CETTIR (SWD(2020) 953) wordt deze technologie samen met het huisenergiebeheersysteem (HEMS) en de markt voor energie-aggregatoren beschreven. Van deze markten kan ook worden verwacht dat ze langzaam integreren met de hier beschreven markten.

merendeel daarvan in Noordwest-Europa, met inbegrip van de Noordse landen. Binnen Europa zal Duitsland naar verwachting tegen 2028 ongeveer een derde van de totale jaarlijkse capaciteit van de VPP-markt innemen.

**Digitale technologieën ter verbetering van netwerkexploitatie en -onderhoud**, een markt die met name gericht is op netwerkexploitanten. Dit is ook een groeiende markt, die naar verwachting in 2030 in de EU 0,2 miljard EUR zal bedragen voor softwareplatforms voor predictief onderhoud en 1,2 miljard EUR voor “internet der dingen (IoT)”-sensoren. Vermoedelijk zal de IoT-markt tussen 2020 en 2030 met 8,8 % groeien.

Mondiale markt: de EU heeft een sterke positie in beide delen. Veel van de mondiale ondernemingen zijn Europees (Schneider Electric SE en Siemens). De concurrentie is het sterkst van Amerikaanse bedrijven, waaronder verschillende innovatieve starters. De markt voor IoT-sensoren en hardware voor controleapparatuur bestaat uit verschillende grote spelers met een breed productaanbod en tientallen middelgrote en kleine ondernemingen in nichemarkten. Een handvol mondiale ondernemingen (Hitachi ABB<sup>193</sup>, IBM, Schneider Electric SE, Oracle, GE, Siemens en C3.ai) domineren de markt voor softwareoplossingen, die moeilijk toegankelijk is voor nieuwe spelers. Figuur 17 geeft de mondiale markt voor digitale diensten weer.

*Figuur 17: Belangrijkste marktspelers en marktaandelen voor digitale diensten, wereldwijd, 2020*



*Bron 15 ASSET-studie over het concurrentievermogen*

Verscheidende olie- en gasleveranciers en andere energieleveranciers doen strategische investeringen in netwerkbeheertechnologieën, met name diensten, en hebben in kleinere startende ondernemingen op de Europese en Amerikaanse markten geïnvesteerd of deze overgenomen. Shell en Eneco hebben respectievelijk geïnvesteerd in de Duitse ondernemingen Sonnen<sup>194</sup> en Next Kraftwerke<sup>195</sup> en Engie heeft geïnvesteerd in Kiwi

<sup>193</sup> De gevolgen van de afstoting van ABB aan Hitachi (<https://new.abb.com/news/detail/64657/abb-completes-divestment-of-power-grids-to-hitachi>) moeten nog nader worden geanalyseerd.

<sup>194</sup> Shell bezit 100 % van de aandelen van Sonnen: <https://www.shell.com/media/news-and-media-releases/2019/smart-energy-storage-systems.html>, 15 februari 2019.

<sup>195</sup> Eneco bezit een minderheidsaandeel van 34 %: <https://www.next-kraftwerke.com/news/eneco-group-invests-in-next-kraftwerke>, 8 mei 2017.

Power in het VK<sup>196</sup>. Deze trend lijkt te worden bevestigd door het feit dat van de 200 recente ondernemingen waarin olie- en gasbedrijven hebben geïnvesteerd, 65 op het gebied van digitalisering actief waren, de derde sector na conventionele upstream-ondernemingen en hernieuwbare energiebronnen<sup>197</sup>.

Terwijl de softwareplatforms tot volle wasdom komen, blijven de toepassingen voor digitale technologieën om netwerkdiensten te verlenen de innovatie in de marktruimte stimuleren. De gegevensvolumes zijn relatief klein in vergelijking met andere sectoren, dus de innovatie-uitdaging ligt niet in de gegevensvolumes of de gegevensanalysetechnologieën<sup>198</sup>. Ze ligt in de beschikbaarheid van en toegang tot verschillende en verspreide gegevensbronnen, zodat de softwareleveranciers hun klanten een geïntegreerde oplossing kunnen bieden. Daarom zijn marktbrede interoperabele platformen voor gemakkelijke gegevenstoegang en -uitwisseling van groot belang.

### 3.7 Verdere bevindingen over andere schone en koolstofarme energietechnologieën en -oplossingen

Zoals beschreven in het begeleidende werkdocument van de diensten van de Commissie, heeft de EU een sterke concurrentiepositie op het gebied van **onshore-windenergie-** en **waterkrachttechnologieën**. Voor onshore-windenergie bieden de grote omvang van de markt<sup>199</sup> en de toenemende capaciteit buiten Europa veelbelovende vooruitzichten voor een relatief sterke positie van de EU-industrie in de waardeketen voor windenergie<sup>200</sup>. Ook voor **waterkracht** zijn het belang van de markt<sup>201</sup> en het gewicht van de EU in de mondiale uitvoer (48 %) essentiële elementen voor een concurrerende industrie. Voor beide technologieën ligt een belangrijke uitdaging om vooruitgang te boeken in gericht onderzoek teneinde de mogelijkheden voor de capaciteitsverhoging/renovatie van de oudste installaties te benutten en hun sociale aanvaarding te vergroten en hun voetafdruk te verkleinen. Voor **hernieuwbare brandstoffen** staat de verschuiving van eerste<sup>202</sup> naar tweede en derde generatie brandstoffen centraal om de duurzaamheid van de grondstoffen te vergroten en het gebruik ervan te optimaliseren. Om dit te kunnen doen, is het belangrijk dat de schaalvergroting en de demonstratieprojecten worden voortgezet.

Op de markten voor **geothermische energietechnologieën** (markt van ongeveer 1 miljard EUR) en **zonne-energie technologieën** (markt van ongeveer 3 miljard EUR) is het, om het marktaandeel van de EU te vergroten, een uitdaging om bestaande en nieuwe warmtetoepassingen voor zowel gebouwen (met name geothermische energie) als de industrie (met name voor thermische zonne-energie) verder in te zetten en het innovatiepotentieel om deze technologieën op grote schaal te integreren, verder te vergroten. De ontwikkeling van technologieën voor **koolstofafvang en -opslag** (CCS) wordt momenteel belemmerd door het gebrek aan levensvatbare bedrijfsmodellen en markten. Wat **kernenergie technologieën** betreft, zijn de bedrijven in de EU concurrerend in de hele waardeketen. Het huidige concurrentievermogen is gericht op het ontwikkelen

<sup>196</sup> Engie bezit iets minder dan 50 % van de aandelen, maar is de grootste aandeelhouder: <https://theenergyst.com/engie-acquires-dsr-aggregator-kiwi-power/>, 26 november 2018.

<sup>197</sup> The Energy Transition and Oil Companies' Hard Choices – Oxford Institute for Energy Studies, juli 2019; Rob West, oprichter, Thundersay Energy & onderzoeksmedewerker, OIES and Bassam Fattouh, directeur, OIES, blz. 6.

<sup>198</sup> Zie punt 3.17 van CETTIR (SWD(2020) 953) voor meer informatie.

<sup>199</sup> Inkomsten van de EU-windenergiesector in 2019: 86,1 miljard EUR

<sup>200</sup> Europese fabrikanten vertegenwoordigen ongeveer 35 %; Chinese fabrikanten bijna 50 %

<sup>201</sup> Huidige markt van de EU-28: 25 miljard EUR

<sup>202</sup> De omzet van de industrie voor biobrandstoffen in de EU-27 -bedroeg 14 miljard EUR in 2017 – voornamelijk grondstoffen van de eerste generatie.

en bouwen volgens schema en op het waarborgen van de veiligheid voor de gehele nucleaire levenscyclus, met speciale aandacht voor de berging van het radioactief afval en de ontmanteling van de gesloten centrales. Technologische innovaties zoals kleine modulaire reactoren worden ontwikkeld om het concurrentievermogen van de EU op het gebied van kernenergie op peil te houden.

Een belangrijke sector als het gaat om het terugdringen van het energieverbruik zijn **gebouwen**, die 40 % van het energieverbruik in de EU vertegenwoordigden. De EU bekleedt een sterke positie in bepaalde sectoren<sup>203</sup>, zoals geprefabriceerde bouwonderdelen<sup>204</sup>, stadsverwarmingssystemen, warmtepomptechnologieën en energiebeheersystemen voor huizen/gebouwen (HEMS/BEMS). In de energie-efficiënte verlichtingsindustrie<sup>205</sup> heeft de EU een lange traditie in het ontwerpen en leveren van innovatieve en zeer efficiënte verlichtingssystemen. De uitdaging op het gebied van het concurrentievermogen ligt in de grootschalige massaproductie die mogelijk is voor solid-state-verlichtingstoestellen. Aziatische leveranciers bevinden zich in een gunstigere positie omdat zij kunnen opschalen tot een veel hogere capaciteit (schaalvoordelen). Terwijl sterke vaardigheden op het gebied van innovatief ontwerp en nieuwe benaderingen van oudsher deel uitmaken van de Europese industriële sector.

Tot slot gaat het bij de energietransitie niet alleen om technologieën, maar ook om het integreren van deze technologieën in het systeem. Om te slagen in de transitie naar een energieneutrale economie en samenleving, moeten bij alle acties de **burgers** centraal staan<sup>206</sup> door de belangrijkste drijfveren en strategieën om hen te betrekken grondig te bestuderen en de energieconsument in een bredere sociale context te plaatsen. Het huidige rechtskader op EU-niveau biedt een duidelijke kans voor energieconsumenten en burgers die het voortouw nemen en duidelijk baat hebben bij de energietransitie. Op basis van de waargenomen verstedelijkingstrends kunnen **steden** een belangrijke rol spelen bij de ontwikkeling van een holistische en geïntegreerde benadering<sup>207</sup> van de energietransitie en de koppeling met andere sectoren, zoals mobiliteit, ICT en afval- of waterbeheer. Dit vereist op zijn beurt onderzoek en innovatie op het gebied van technologieën en processen, kennis en capaciteitsgroei, met betrokkenheid van de stedelijke autoriteiten, bedrijven en burgers.

---

<sup>203</sup> Niet alle sectoren zijn in dit eerste verslag aan bod gekomen omdat de beschikbaarheid van de gegevens beperkt is. Andere sectoren die moeten worden geanalyseerd, zijn onder meer de bouwschil en bouwtechnieken/modellering/ontwerp.

<sup>204</sup> De productiewaarde van de EU-28 steeg van 31,85 miljard EUR (in 2009) naar 44,38 miljard EUR (in 2018). In dezelfde periode is de uitvoer van de EU-28 naar de rest van de wereld gestegen van 0,83 miljard EUR naar 1,88 miljard EUR. Anderzijds is de invoer relatief stabiel gebleven rond 0,18 miljard EUR in 2009 en 0,26 miljard EUR in 2018, met een dieptepunt van 0,15 miljard EUR in 2012-2013.

<sup>205</sup> De Europese verlichtingsmarkt zal naar verwachting groeien van 16,3 miljard EUR in 2012 tot 19,8 miljard EUR in 2020 - CBI Ministry of Foreign Affairs, *Electronic Lighting in the Netherlands*, 2014

<sup>206</sup> De strategieën om hen te betrekken moeten zowel individueel als gemeenschapsgericht zijn, en mogen niet alleen tot doel hebben economische stimulansen te bieden, maar ook om individueel gedrag te veranderen, en dus ook gebruikmaken van niet-economische factoren, bijvoorbeeld door feedback over energieverbruik te geven die afgestemd is op sociale normen.

<sup>207</sup> Met inbegrip van technologieën, holistische stadsplanning, een combinatie van grootschalige particuliere en overheidsinvesteringen, en co-creatie tussen beleidsmakers, economische actoren en burgers

## CONCLUSIES

**Bovenal** toont dit verslag het economische potentieel van de sector schone energie aan. Dit resultaat wordt ook ondersteund door de recente effectbeoordeling van het klimaatdoelstellingsplan 2030<sup>208</sup>. Het versterkt het argument dat de Europese Green Deal een duidelijk potentieel biedt om via de energiesector de groeistrategie van de EU te vormen. Uit deze analyse blijkt dat de sector van de schone energietechnologieën beter presteert dan de conventionele energiebronnen en in vergelijking daarmee meer toegevoegde waarde, werkgelegenheid en productieve arbeid creëert. De sector schone energie wint aan belang in de economie van de EU, aansluitend bij de toegenomen vraag naar schone technologieën.

Tegelijkertijd nemen de particuliere en overheidsinvesteringen in O&I voor schone energie af, waardoor de ontwikkeling van belangrijke technologieën die nodig zijn om de economie koolstofvrij te maken en de ambitieuze doelstellingen van de Europese Green Deal te bereiken, in gevaar komt. Deze afname zou ook een negatief effect hebben op de tot nu toe waargenomen groei van de economie en werkgelegenheid. Bovendien investeert de energiesector niet veel in O&I in vergelijking met andere sectoren; binnen de energiesector zijn het de olie- en gasmaatschappijen die het meest in O&I investeren. Hoewel er positieve signalen zijn dat olie- en gasbedrijven in toenemende mate investeren in schone energietechnologieën (bijvoorbeeld wind, PV, digitaal), vormen dergelijke technologieën nog steeds een klein onderdeel van hun activiteiten.

Dit traject is niet voldoende voor de EU om het eerste klimaatneutrale continent te worden en de wereldwijde transitie naar schone energie te leiden. Er is een aanzienlijke toename van O&I-investeringen (van zowel de overheid als de particuliere sector) nodig om de EU op haar weg naar een koolstofarme economie te houden. De komende investeringen in economisch herstel bieden hiervoor een bijzonder goede gelegenheid. Op nationaal niveau moedigt de Commissie de lidstaten aan om te overwegen nationale doelstellingen vast te stellen voor investeringen in O&I ter ondersteuning van schone-energietechnologieën, als onderdeel van de algemene oproep tot meer overheidsinvesteringen in O&I voor de klimaatambitie. De Commissie zal ook samenwerken met de particuliere sector om hun O&I-investeringen op te voeren.

**Ten tweede** hebben de EU-doelstellingen voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie, hernieuwbare energiebronnen en energie-efficiëntie gezorgd voor investeringen in nieuwe technologieën en innovaties die hebben geleid tot wereldwijde concurrerende industrieën. Dit toont aan dat een sterke thuismarkt een essentiële factor is voor het industriële concurrentievermogen op het gebied van schone energietechnologieën en investeringen in O&I zal stimuleren. De belangrijkste kenmerken van de energiemarkt (met name de hoge kapitaalintensiteit, lange investeringscycli, nieuwe marktdynamiek in combinatie met een laag rendement op investeringen) maken het echter moeilijk om voldoende investeringen in deze sector aan te trekken, wat het innovatievermogen aantast.

De ervaring met de zonne-PV-productie in de EU toont aan dat een sterke thuismarkt alleen niet volstaat. Naast het vaststellen van doelstellingen om vraag naar nieuwe technologieën te creëren, moet er ook beleid zijn om het vermogen van de EU-industrie om aan deze vraag te voldoen, te ondersteunen. Dit omvat de ontwikkeling van industriële samenwerkingsplatforms voor specifieke technologieën (bv. op batterijen en

---

<sup>208</sup> COM(2020) 562 final.

op waterstof). Voor andere technologieën kunnen, in samenwerking met de lidstaten en de industrie, nog meer van dergelijke acties nodig zijn.

**Ten derde** kunnen specifieke conclusies worden getrokken uit de zes geanalyseerde technologieën die naar verwachting een steeds grotere rol zullen spelen in de energiemix van de EU voor 2030 en 2050. In de zonne-PV-energie-industrie zijn er aanzienlijke marktkansen in de segmenten van de waardeketen waar specialisatie of hoogwaardige producten van groot belang zijn. Ook wat batterijen betreft, vormt het huidige concurrentiegericht herstel van de EU in het segment van de celproductie door middel van initiatieven zoals de EU-alliantie voor batterijen een aanvulling op de meer gevestigde positie van de Europese industrie in de downstream, waardegedreven segmenten, zoals de productie en integratie van batterijpakken en de recycling van batterijen. Het opnieuw verkrijgen van een concurrentievoordeel in beide technologieën is essentieel, gezien hun verwachte vraag, modulariteit en overlooppotentieel (bv. integratie van PV in gebouwen, voertuigen of andere infrastructuur).

In de oceaanenergie-, hernieuwbare waterstof- en windindustrie heeft de EU momenteel een pioniersvoordeel. Niettemin wijst de verwachte, meervoudige toename van de capaciteitsgrootte van de markten op een onvermijdelijke verandering van de structuur van de industrie: de lidstaten en de particuliere sector moeten hun waardeketens herstructureren en bundelen om de vereiste schaalvoordelen en positieve overloopeffecten te realiseren. Zo biedt de huidige leidende positie van de EU op de markt voor elektrolyse-installaties, in de hele waardeketen van de levering van componenten tot de uiteindelijke integratiecapaciteit, een aanzienlijk overlooppotentieel tussen batterijen, elektrolyse-installaties en brandstofcellen. De aangekondigde Europese alliantie voor schone waterstof zal het mondiale leiderschap van Europa op dit gebied verder versterken. Wat betreft oceaanenergie moeten de technologieën nog commercieel levensvatbaar worden en moeten er financiële steunregelingen worden vastgesteld om de huidige leidende positie van de EU te handhaven en uit te breiden.

De offshore-windenergiesector, met zijn gevestigde innovatieve capaciteit die de grenzen van de technologie verlegt (bv. drijvende offshore-windmolenparken), heeft behoefte aan het vooruitzicht van een groeiende thuismarkt en aanhoudende O&I-financiering om te kunnen profiteren van de groei op de mondiale markten. De EU-industrieën op het gebied van slimme netwerken en HVDC presteren ook goed, en hoewel het een kleine markt is in vergelijking met wind- of zonne-PV-energie, is het toch belangrijk omdat het waarde creëert voor alles wat op het netwerk is aangesloten. Gezien het gereguleerde karakter van de sector spelen overheden en regelgevende instanties in de EU een belangrijke rol bij het benutten van de voordelen van deze sector.

**Ten vierde** zorgt een transitie naar schone technologieën ook voor een verschuiving van de EU-afhankelijkheid van invoer van fossiele brandstoffen naar een toenemend gebruik van kritieke grondstoffen in energietechnologieën. Hun afhankelijkheid is echter minder direct dan die van de fossiele brandstof, aangezien deze materialen het potentieel hebben om in de economie te blijven door hergebruik en recycling. Dit kan de veerkracht van de toeleveringsketens voor schone-energietechnologieën verbeteren en daarmee de open strategische autonomie van de EU vergroten. Er is een duidelijke behoefte aan O&I en investeringen om de onderdelen van de schone energietechnologie beter herbruikbaar en recycleerbaar te maken, zodat de materialen zo lang mogelijk tegen een zo hoog mogelijke waarde/prestatie in de economie kunnen worden gehouden. In verband met het streven naar verdere circulariteit zal de betrokkenheid van de EU in internationale fora zoals de G20, de ministeriële bijeenkomst over schone energie en Mission Innovation de

EU in staat stellen de invoering van milieunormen voor nieuwe technologieën te stimuleren en haar wereldwijde leiderschap verder te versterken, en zal zij het risico van onderbrekingen in de voorziening en de duurzaamheid en kwaliteit van de technologieën beperken.

**Ten vijfde** zal de Europese Commissie de methode voor de beoordeling van het concurrentievermogen verder ontwikkelen in samenwerking met de lidstaten en de belanghebbenden. Het doel is de macro-economische analyse van de sector schone energie te verbeteren, met inbegrip van de voorwaarde om over meer gegevens te beschikken. Een verbeterde methodologie zal het ontwerpen van een energie-O&I-beleid ondersteunen en bijdragen tot het creëren van een concurrerende, dynamische en veerkrachtige schone technologie-industrie. De jaarlijkse beoordeling van het concurrentievermogen van de sector schone energie zal complementair zijn met het kader van de nationale energie- en klimaatplannen, het strategisch energietechnologieplan en het industrieel forum voor schone energie. Het doel van de voortdurende en verbeterde beoordeling is dat de sector een volwaardige rol kan spelen om de Europese Green Deal als groeistrategie van de EU in de praktijk te brengen.