

INVESTERINGSANALYSE ENERGIETRANSITIE

DE PARTIJEN ACHTER DE NEDERLANDSE ENERGIETRANSITIE

RAPPORT

seo • economisch onderzoek

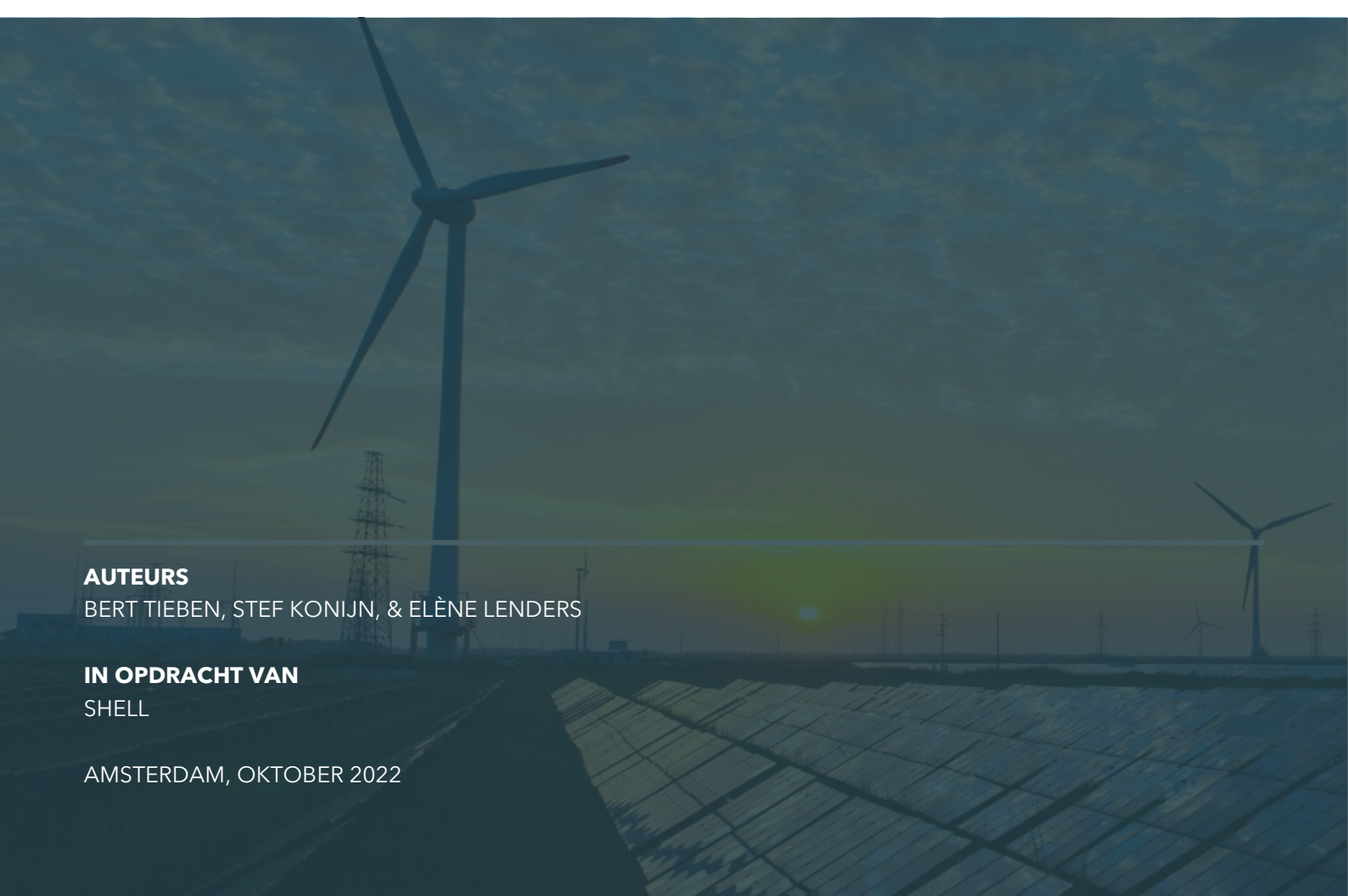
AUTEURS

BERT TIEBEN, STEF KONIJN, & ELÈNE LENDERS

IN OPDRACHT VAN

SHELL

AMSTERDAM, OKTOBER 2022



Samenvatting

Dit onderzoek analyseert de investeringen in duurzame energie in Nederland en de partijen daarachter. In de periode 2016-2021 is er 15.667 MW aan hernieuwbare energie bijgekomen waarbij thermische energie, zonnestroom en wind op zee een belangrijke rol spelen. Ook investeringen in circulariteit, energiebesparing en -flexibiliteit dragen bij aan de energietransitie. Op basis van publieke bronnen is een inschatting gemaakt van de investeringsbeslissingen in deze technieken tot eind 2021. De resultaten tonen dat Shell de grootste investeerder is in deze periode. Ook Vattenfall en RWE zijn met een breed portfolio aan technologieën grote investeerders.

Op basis van gegevens van het CBS blijkt dat het opgestelde vermogen in Nederland tussen 2016 en 2021 met 15.667 MW is gestegen, wat ongeveer gelijk staat aan een investeringsbedrag van 14,8 miljard euro. Een deel van deze investeringen wordt door individuele huishoudens gedaan, zoals investeringen in warmtepompen. In deze studie kijken we echter naar investeringen door bedrijven.

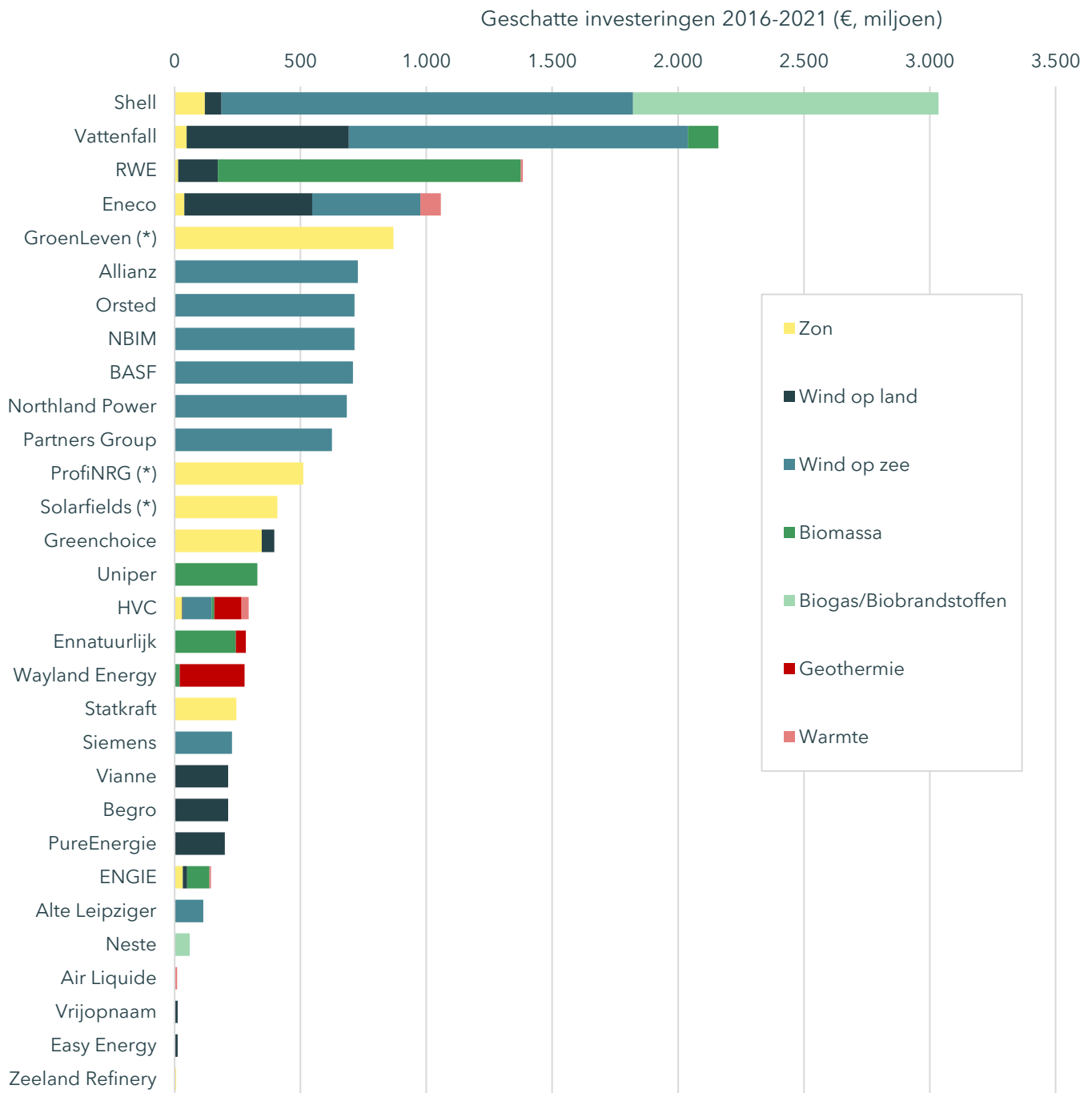
Investerings kunnen onder andere worden afgeleid uit afgegeven SDE-beschikkingen. Onder de SDE-beschikkingen van 2016 tot 2021 is zonnestroom met 25.722 MW (74 procent van het geheel) de grootste investeringscategorie. Geothermie is in termen van vermogen (1.308 MW) de belangrijkste bron voor duurzame warmte in de SDE-regeling. De categorieën CO₂-arme warmte en CO₂-arme productie zijn in 2020 toegevoegd aan de SDE-regeling. Sindsdien is er 1.023 MW beschikbaar voor CO₂-arme warmte. Voor wind op zee wordt in de komende jaren een sterke groei verwacht: de geplande aanbestedingen omvatten een totaal vermogen 17.400 MW.

Van de private partijen met projecten waarvoor tussen 2016 en eind 2021 een zogeheten *final investment decision* (FID) is genomen, heeft Shell met ongeveer 3,1 miljard euro het hoogste investeringsbedrag. Figuur S.1 toont een overzicht van de investeringen per partij tussen 2016 en 2021. Vattenfall en RWE zijn met een breed portfolio aan technologieën ook grote investeerders (2,1 respectievelijk 1,3 miljard euro). De grootste investeringsbedragen voor opgestelde en geplande vermogens zijn toe te rekenen aan wind op zee.

Daarnaast is het mogelijk om op basis van subsidieregelingen van de Topsector Energie te achterhalen wie de grootste investeerders zijn in onderzoek en ontwikkeling binnen de Nederlandse energietransitie. Dit geeft een indruk welke partijen inzetten op vernieuwende technologie, om daarmee de energietransitie in de komende jaren te versnellen. Figuur S.2 toont de geschatte uitgaven in onderzoek en ontwikkeling tussen 2011 en juli 2022. Onderzoeksinstituten – de universiteiten en TNO – voeren hier de lijst aan. Onder private partijen heeft Shell het hoogste besteedde bedrag (circa 64 miljoen euro) en neemt dit bedrijf het vaakst deel aan projectconsortia. Eneco staat met ongeveer 62 miljoen euro op de tweede plaats en Dow met ongeveer 40 miljoen euro op de derde plaats. Ook de rol van nutsbedrijven, netbeheerders en industrieterreinen is onmisbaar voor de energietransitie.

Disclaimer: De resultaten bouwen op een zo compleet mogelijke analyse van beschikbare publieke data. Investeringscategorieën waarvoor betrouwbare publieke data op bedrijfsniveau ontbreken, zoals energiebesparingen of CO₂-reducties, zijn niet meegenomen. Ook investeringsbeslissingen die zijn genomen in de loop van 2022 vallen buiten de scope van dit onderzoek. Zie Hoofdstuk 3 voor een uitgebreide beschrijving van de methode.

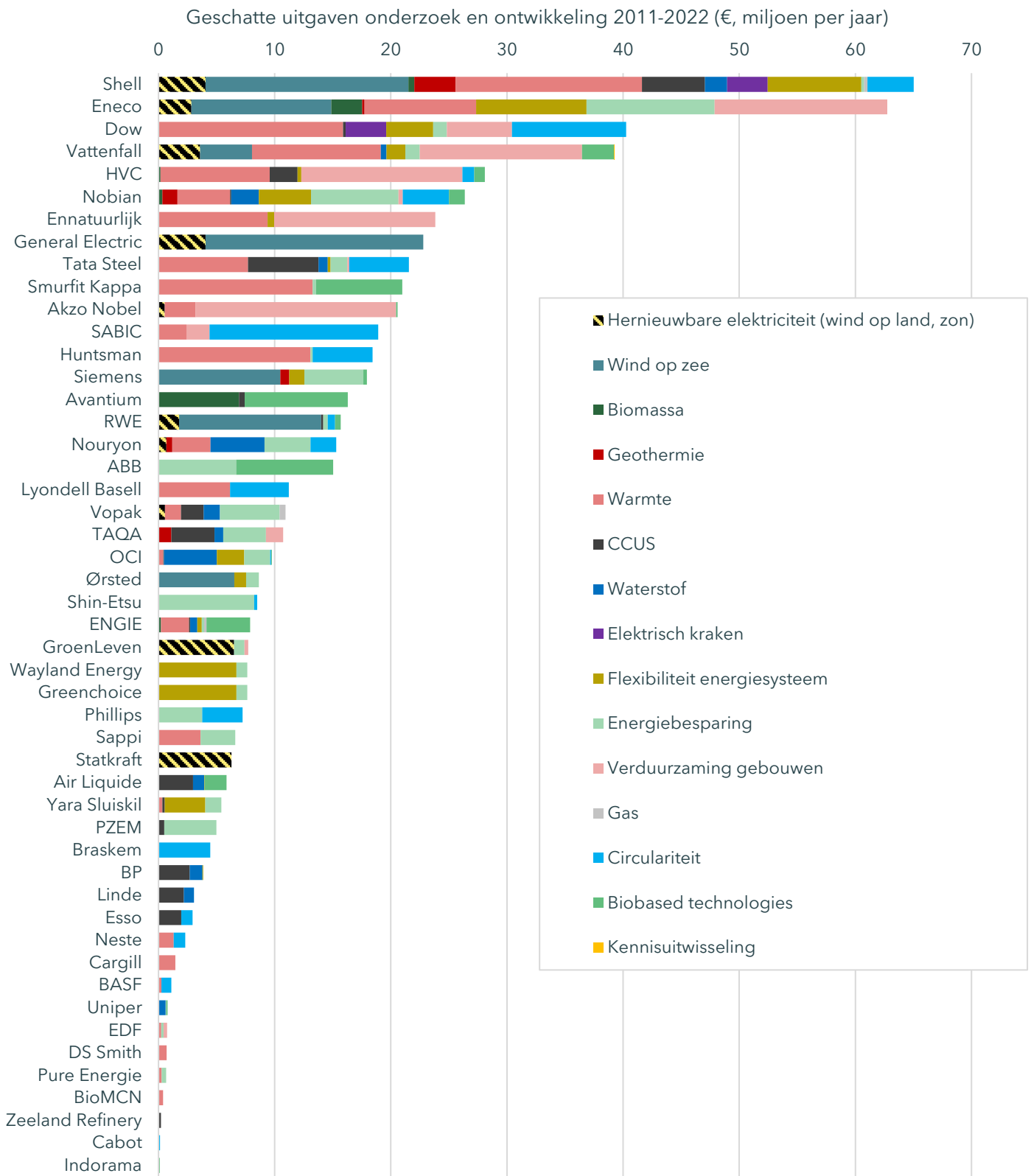
Figuur S.1 Shell is met een geschat bedrag van 3,1 miljard euro de grootste investeerder in de Nederlandse energietransitie gevolgd door Vattenfall, RWE en Eneco



Legenda: (*): Eigenaarschap niet volledig duidelijk

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), gebaseerd op gegevens van RVO (2021a), PBL (2022), & CE Delft (2021)

Figuur S.2 Shell en Eneco voeren de lijst met uitgaven in onderzoek en ontwikkeling aan (respectievelijk 64 en 62 miljoen euro) gevolgd door Dow (40 miljoen euro) en Vattenfall (39 miljoen euro)



Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), op basis van Topsector Energie (2022), & Europese Commissie (2014)

Inhoudsopgave

Samenvatting		i
1	Inleiding	1
2	Algemeen beeld energietransitie Nederland	2
	2.1 Opgesteld vermogen	2
	2.2 Beschikte SDE-subsidies en wind op zee tenders	3
	2.3 Subsidies onderzoek & ontwikkeling	5
3	Methodologie investerende partijen	8
	3.1 Onderzochte partijen	8
	3.2 Investeringsbedragen per partij	10
4	Resultaten	12
	4.1 Investeringsbedragen per partij 2016-2021	12
	4.2 Uitgaven onderzoek & ontwikkeling 2011-2022	14
5	Vooruitblik	18
	5.1 Waterstofprojecten	18
	5.2 CO ₂ -afvang, -opslag en -gebruik	19
	5.3 Wind op zee	20
	5.4 Meer technologieën	20
6	Conclusie	21
Referenties		22
Bijlage A	Gegevens per partij	24
Bijlage B	Extra tabellen en figuren	29

1 Inleiding

Dit onderzoek analyseert de investeringen van bedrijven in de energietransitie op de Nederlandse markt. Duurzame energie omvat alle energie die uit hernieuwbare bronnen wordt opgewekt. Daarnaast worden ook andere technologieën die broeikasgassen reduceren onderzocht, zoals CO₂-opslag en waterstof.

Een stijging in de CO₂-uitstoot en de antropogene opwarming van de aarde brengen overheden in beweging. Zo is in 2015 het Klimaatakkoord van Parijs gesloten en in 2019 het Nederlandse Klimaatakkoord. De overheid probeert via diverse kanalen en middelen deze akkoorden vorm te geven. De instrumenten die de overheid hierbij hanteert moeten bedrijven aanzetten tot een duurzamere bedrijfsvoering en investeerders aanzetten tot een duurzamere portefeuille. Welke partijen in welke technologieën investeren zegt veel over hoe er op de instrumenten wordt gereageerd en in welke richting de energietransitie gaat. Er is echter nog weinig onderzoek gedaan naar de investerende partijen achter de energietransitie in Nederland.

SEO Economisch Onderzoek (SEO) heeft begin 2022 in opdracht van Vattenfall een analyse uitgevoerd over de investerende partijen in de markt voor duurzame elektriciteit.¹ Hierin is gekeken naar de ontwikkeling van het opgestelde vermogen voor elektriciteitsopwekking uit zon, wind, biomassa en waterkracht in Nederland. Ook analyseerde het onderzoek de investerende partijen achter deze toename, zoals huishoudens met zonnepanelen en grote energieconcerns en projectontwikkelaars. Nu heeft Shell SEO gevraagd om, naast investeringen in elektriciteitsopwekking, ook de andere investeringen in de energietransitie mee te nemen die bijdragen aan het behalen van de klimaatdoelstellingen. De onderzoeksvraag is derhalve: *Welke partijen zijn de drijvende kracht achter de investeringen in de energietransitie in Nederland?* De analyse wordt uitgevoerd voor de jaren 2011 tot en met 2022.

Het volgende hoofdstuk geeft een algemeen beeld van de energietransitie in Nederland door in te gaan op het totale opgestelde vermogen in Nederland op basis van CBS-gegevens (opgesteld vermogen), data van RVO over subsidieregelingen (beschikt vermogen waarvan een deel nog gerealiseerd moet worden), en subsidies van Topsector Energie voor onderzoek en ontwikkeling. Het algemene beeld geeft een afbakening van de relevante energietechnologieën en de groei daarvan in Nederland. Met behulp van de afbakening, de categorisering van energietechnologieën en de beschreven subsidieregelingen uit Hoofdstuk 2 worden investerende partijen geïdentificeerd in Hoofdstuk 3 en wordt de methodologie nader toegelicht. Hoofdstuk 4 toont de resultaten. Hoofdstuk 5 gaat in op projecten en technieken die door een latere investeringsbeslissing niet in de algemene resultaten meegenomen werden. Het laatste hoofdstuk concludeert. Bijlage A en Bijlage B bieden een nadere toelichting van de resultaten.

¹ Zie SEO (2022) *‘Investeringsanalyse duurzame elektriciteit: De partijen achter de Nederlandse energietransitie’*
<https://www.seo.nl/publicaties/investeringsanalyse-duurzame-elektriciteit/>

2 Algemeen beeld energietransitie Nederland

In dit hoofdstuk wordt op basis van publieke data een beeld geschetst van vorderingen in de energietransitie tussen 2016-2022. Eerst wordt gekeken naar het opgetelde vermogen van technieken in hernieuwbare energie op basis van CBS-data. Daarna wordt gekeken naar groei in technieken op basis van SDE-beschikkingen. Tenslotte wordt gekeken voor welke technieken het meeste subsidie is verstrekt voor onderzoek en ontwikkeling. Het volgende hoofdstuk toont de bedrijven achter de investeringen.

2.1 Opgesteld vermogen

De energietransitie wordt voornamelijk gedreven door investeringen in duurzame energie. Duurzame energie is een breed begrip en een afbakening is daarom nodig. Daarom wordt er eerst naar een algemeen overzicht van duurzame investeringen in Nederland gekeken. Dit gebeurt op basis van CBS-statistieken. Volgens het CBS wordt hernieuwbare energie *“ook wel duurzame of groene energie genoemd”* en is *“afkomstig van natuurlijke bronnen die constant worden aangevuld”* (CBS, 2022).

Figuur 2.1 toont de groei van investeringen in duurzame energiebronnen in miljoenen euro's per jaar, van 2016 tot met 2021. Het gaat om gegevens per 1 januari van het desbetreffende jaar. Voor begin 2022 zijn nog geen nieuwe gegevens beschikbaar. De gegevens over het opgestelde vermogen in megawatt (MW) in Nederland komen van het CBS. Deze data in MW worden omgerekend naar euro's met data van het Planbureau voor Leefomgeving (PBL). Deze data bevatten de investeringskosten per kilowatt (KW) voor de verschillende soorten energiebronnen (zie Tabel B.1 in Bijlage B). Dit zijn de kapitaaluitgaven exclusief voorbereidingskosten voor de projectontwikkelaar. Deze berekening is theoretisch en kan afwijken van daadwerkelijke investeringen.

Omdat er per energiebron vele technologieën en categorieën bestaan (bijvoorbeeld gebouwgebonden zonnepanelen en grondgebonden zonnepanelen met verschillende vermogens), wordt een gemiddelde per energiebron genomen (bijvoorbeeld voor 'zonnestroom' als geheel). Een nadere toelichting is in Bijlage A te vinden. Het CBS maakt onderscheid tussen de bronnen waterkracht, windenergie op land, windenergie op zee, zonnestroom, biomassa, biogas en warmtepompen.

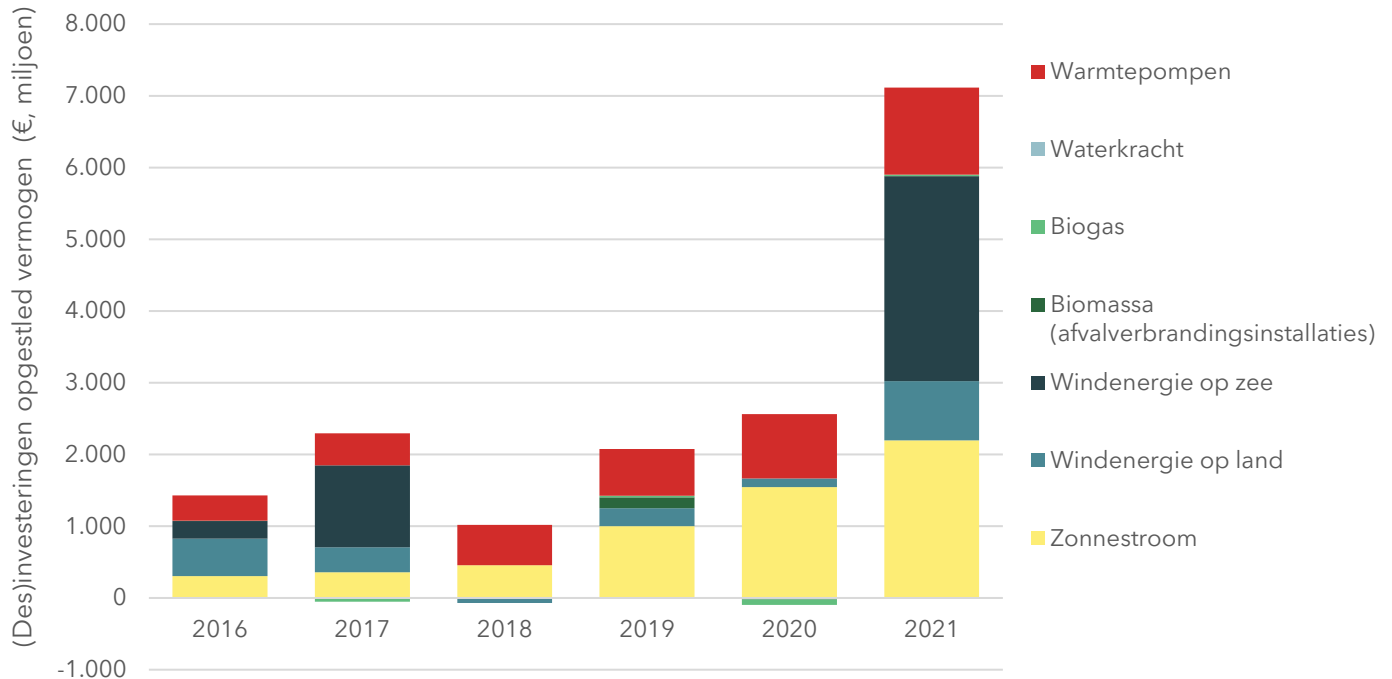
Het totale vermogen aan duurzame energie is tussen 2016 en 2021 fors gestegen. Het gaat om een stijging van de productiecapaciteit van 15.667 MW; dit is gelijk aan ongeveer 14,8 miljard euro aan investeringen. De sterke stijging in 2021 is te verklaren door de toename aan wind op zee projecten, die in dat jaar door CBS zijn gemeten.²

- Met ongeveer 5.118 MW (circa 6,6 miljard euro) vertegenwoordigen *warmtepompen* het grootste geïnstalleerde vermogen en ook de grootste investeringen in euro's. Voor 2017 is 71 tot 76 procent van dit vermogen toe te kennen aan utiliteitsgebouwen, kassen en stallen – en de rest aan woningen. Vanaf 2018 is het aandeel woningen met warmtepompen gestegen, zodat woningen en niet-woningen in 2021 ieder 50 procent van het totale vermogen op zich nemen.

² Het tijdstip van deze meting verschilt met de data van RVO's Routekaart windenergie op zee over gerealiseerde tenders.

- *Zonnestroom* staat op de tweede plaats met een opgesteld vermogen van 10.950 MW (circa 6,4 miljard euro). Het vermogen aan zonnestroom is zes keer groter geworden en wind op zee is in de periode 2016-2021 met een factor van vijf keer gegroeid. Zonnestroom heeft een gemiddelde groei van 49 procent per jaar. Uit het vorige SEO-onderzoek blijkt dat 36 procent van dit vermogen bij huishoudens ligt en de overige 64 procent bij het bedrijfsleven.

Figuur 2.1 De totale investeringen in duurzame energie zijn gegroeid met 6,8 miljoen euro in 2021



Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), gebaseerd op gegevens van CBS (2021-a; 2021-b), & PBL (2022)

Noot: De investeringen in biomassa op basis van het opgestelde vermogen van afvalverbrandingsinstallaties; biogas wordt hier niet in meegenomen en separaat toegelicht. De investeringen in warmtepompen zijn gecorrigeerd voor het gebruik van elektriciteit en aardgas. Ze omvatten alleen het aandeel warmte dat uit de bodem of lucht (en niet uit elektriciteit of aardgas) werd onttrokken (ongeveer 67 procent).

- *Wind op zee* beleeft sinds 2016 een sterke groei en is toegenomen van slechts 357 MW naar 2.460 MW (circa 4,6 miljard euro) in 2021. Gemiddeld ligt de groei op 64 procent per jaar. Terwijl het totale opgestelde vermogen van *wind op land* groter is, is deze categorie met 1.125 MW minder sterk gegroeid, met slechts 8 procent per jaar. In de investeringsbedragen is het verschil tussen wind op land en wind op zee nog groter; de groei van wind op land is tussen 2016 en 2021 1,4 miljard euro en voor wind op zee 3,9 miljard euro. Dit onderstreept de relatief hoge investeringskosten van wind op zee. In tegenstelling tot zonnestroom investeren grotere bedrijven of bedrijfsconsortia in wind op zee.
- *Biomassa en biogas* blijven redelijk constant met een lichte afname voor biogas in 2017 en 2020. In deze jaren gaat het om desinvesteringen. In tegenstelling tot warmtepompen en zonnestroom staan grotere bedrijven en bedrijfsconsortia voornamelijk achter de investeringen in wind op zee en wind op land. Bij biomassa en biogas zijn dat bedrijven met afvalverbrandingsinstallaties, stortplaatsen of rioolwaterzuiveringsinstallaties.

2.2 Beschikte SDE-subsidies en wind op zee tenders

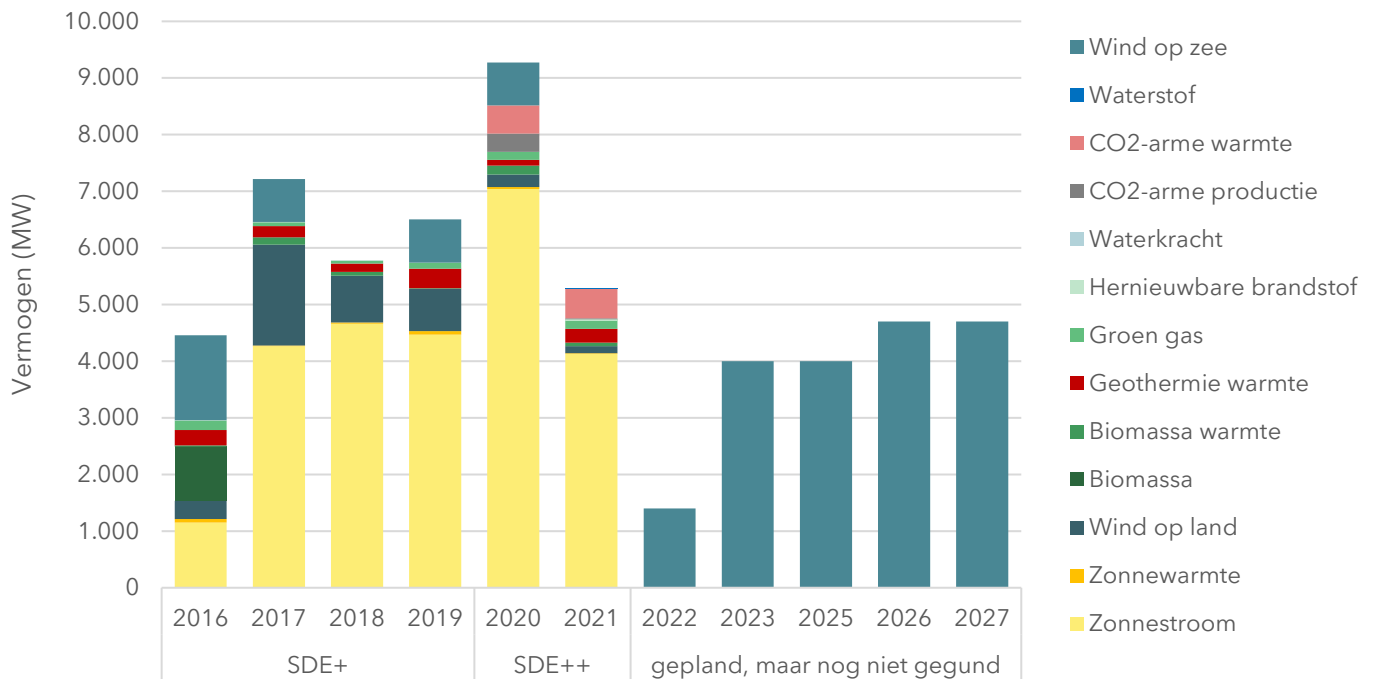
Het CBS biedt statistieken van het opgestelde vermogen en de investeringskosten hiervan in Nederland. Deze gegevens bevatten niet alle duurzame energietechnologieën en ook geen informatie over de identiteit of kenmerken van de investerende partijen. De subsidie Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie

(SDE+, en sinds 2020 SDE++) geeft meer inzicht. In het vervolg wordt ingegaan op de duurzame energietechnologieën, die in de SDE-beschikkingen genoemd worden en projecten die door de *Routekaart Windenergie op zee* van RVO (2022-b) aangegeven worden. Ten eerste wordt een algemeen beeld van alle beschikkingen tussen 2016 tot en met 2021 gegeven. Hoofdstuk 3 zal nader ingaan op de investerende partijen en investeringsbedragen.

Naast duurzame elektriciteit omvatten SDE-beschikkingen ook de thema's CO₂-arme productie (CO₂-opslag en -gebruik, zowel voor- en naverbranding); CO₂-arme warmte (aquathermie, elektrische boilers, restwarmte met- en zonder warmtepomp, (industriële) warmtepompen), geothermie, hernieuwbare brandstof, waterstof en zonnecwarmte. Hernieuwbare brandstof is sinds 2021 een nieuwe categorie en bestaat uit één project, dat bio-LNG uit allesvergisting produceert. De categorie 'groen gas' uit voorafgaande jaren is minder specifiek gedefinieerd en omvat verschillende vormen van vergisting van biomassa.

De SDE-regeling neemt wind op zee nog niet mee in haar beschikkingsoverzichten. Daarom integreren we meer gegevens over gegunde en geplande tenders voor windparken op de Noordzee. Figuur 2.2 toont het beschikte vermogen van de SDE-regeling inclusief het gegunde en nog niet gegunde vermogen van de windparkprojecten op zee.

Figuur 2.2 Er is voor 17.400 MW aan toekomstige wind op zee aangewezen, maar nog niet gegund



Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), gebaseerd op RVO (2022a, 2022b)

Voor de periode van 2016 tot en met 2021 is het totale beschikte SDE-vermogen 34.733 MW, waarvan 30.718 MW voor duurzame elektriciteit. Bij SDE-beschikkingen gaat het ook om projecten die nog niet gerealiseerd zijn en waarvan de FID nog niet is genomen. Het beschikte vermogen valt daarom altijd groter uit dan het daadwerkelijk gerealiseerde vermogen van de CBS-data.

Het grootste deel van het SDE-vermogen komt voor rekening van projecten voor opwekking van hernieuwbare elektriciteit; ongeveer 11 procent van het totaal betreft de productie van warmte of hernieuwbare brandstof. Hiervan heeft geothermie het grootste opgetelde vermogen (1.308 MW). Dicht hierop volgt CO₂-arme warmte (1.022 MW),

waarbij deze technologie pas sinds 2020 in de SDE-regeling is opgenomen. Dit relatief grote vermogen in warmtetechnologieën komt overeen met de CBS-data en het totaalbeeld in Figuur 2.1. Zonnestroom telt met 25.721 MW (74 procent van alle beschikkingen in vermogen) het grootste vermogen, gevolgd door wind op land met 4.030 MW (11 procent van alle beschikkingen). Na 2016 zijn er geen beschikkingen meer voor biomassaprojecten, maar nog wel voor biowarmte.

Figuur 2.2 toont daarnaast de investeringen in wind op zee van 2016 tot met 2021 en toekomstige tenders. Naast de eerste zes tenders tot met 2019 uit het eerdere SEO-onderzoek, zijn nu ook de tenders voor kavels VI en VII van het project 'Hollandse Kust' opgenomen.

•	WOZ2013 - Gemini ³	600MW
•	WOZ2016 - Borssele I, II, III, IV en V:	1.500 MW
•	WOZ2017 - Hollandse Kust I en II:	760 MW
•	WOZ2019 - Hollandse Kust III en IV:	760 MW
•	WOZ2020 - Hollandse Kust V:	760 MW
•	WOZ2022 - Hollandse Kust VI en VII:	1.400 MW

Volgens de *Routekaart Windenergie op zee* van RVO (2022-b) zijn er inmiddels tenders ter waarde van 17.400 MW aangewezen, maar nog niet gegund. ⁴ Dit is 11.300 MW meer dan werd aangegeven in de laatste investeringsanalyse van SEO (2022) over duurzame elektriciteit. Als we het totale vermogen van 5.780 MW van de bovenstaande gegunde projecten tot en met 2021 optellen bij het beschikte vermogen uit de SDE-regeling, dan komen we uit op een totaal van 39.113 MW over de periode 2016-2021. Terwijl de groei van wind op land tussen 2017 en 2021 minder sterk is, wordt in deze jaren en in de toekomst nog veel in wind op zee geïnvesteerd. Een reden hiervoor is de noodzaak om de industrie verder op grote schaal te verduurzamen en energieonafhankelijkheid te bevorderen. De omvang van het gevraagde vermogen kan onder andere voor een groot deel door wind op zee worden voorzien.

2.3 Subsidies onderzoek & ontwikkeling

De SDE-regeling richt zich voornamelijk op de toepassing van duurzame energieproductie en CO₂-verminderende technieken. Echter om de energietransitie te kunnen realiseren, wordt ook veel in technologieën geïnvesteerd die nog niet op commerciële schaal kunnen opereren en nader onderzoek vereisen. Recente ontwikkelingen in bijvoorbeeld waterstof en andere innovaties op het gebied van duurzame energie-innovaties ontvangen financiering in andere subsidieregelingen dan de SDE. De Topsector Energie heeft jaarlijks een budget van 130 miljoen euro voor (combinaties van) industrieel onderzoek, experimentele ontwikkeling en demonstratieprojecten. Daarnaast publiceert het een database met projecten met de bijbehorende consortia en het beschikte subsidiebedrag per subsidiethema (de technologieën zijn verdeeld in verschillende thema's zoals 'Energie en Industrie' of 'TKI Nieuw Gas'). Met deze data is het mogelijk dieper op diverse duurzame technologieën in te gaan en ook de grootste investeerders in onderzoek en ontwikkeling te identificeren.

Van 2011 tot en met 2022 omvatte de Topsector Energie 1.929 verschillende projecten. ⁵ Omdat er veel diverse subsidiethema's met deels onduidelijke namen zijn, zijn deze thema's voor dit onderzoek in categorieën gesorteerd. Hierbij gebruiken we onder andere de afbakening van hernieuwbare energie die ook het CBS hanteert. Daarnaast

³ Het Gemini-project werd hier meegeteld, omdat de investeringen hiervoor ook in 2016 plaatsvonden.

⁴ In september 2022 kondigde het ministerie van EZK (2022) aan dat het ambities heeft om in 2040 en 2050 respectievelijk 50.000 MW en 70.000 MW aan wind op zee te hebben gerealiseerd. Dit wordt niet meegenomen in deze analyse.

⁵ Per 13 juli 2022; er komen dagelijks nieuwe projecten bij.

is er nog een aantal andere categorieën die ingaan op recente ontwikkelingen in de energietransitie. Door het categoriseren kunnen de technologieën en bijbehorende bedragen in Hoofdstuk 3 en Hoofdstuk 4 per partij duidelijk aangegeven worden. Tabel 2.1 geeft een overzicht van deze categorieën. Voor een overzicht van de thema's en categorieën, zie Tabel B.2 in Bijlage B.

Tabel 2.1 Ruim 1.900 projecten hebben subsidie ontvangen van de Topsector Energie

Technologieën	Aantal projecten	Som subsidiebedrag (miljoen €)
Energiebesparing	326	224,1
Circulariteit	140	166,2
Wind op zee	175	155,3
Hernieuwbare elektriciteit op land	163	133,1
Verduurzaming gebouwen	178	125,7
Warmte	223	123,9
Biobased technologies	141	100,6
Flexibiliteit energiesysteem	139	100,3
Biomassa	97	69,3
Geothermie	111	46,0
CCUS	99	43,7
Waterstof	64	26,5
Gas	50	9,8
Elektrisch kraken	1	3,4
Overig	9	2,0
Kennis	13	0,6
Totaal	1.929 projecten	€ 1.331,4 miljoen

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), op basis van Topsector Energie (2022)

Tussen 2011 en 2022 wordt het meest beroep gedaan op ondersteuning voor projecten die energie besparen. Dit is ook het type project dat de meeste financiering ontvangt met een opgeteld subsidiebedrag van ruim 224 miljoen euro. ‘Energiebesparing’ omvat bijvoorbeeld het maximaliseren van procesefficiëntie of energieopslag en -conversie. Daarna komen ‘Warmte’ en ‘Verduurzaming gebouwen’ en ‘Wind op zee’ het vaakst voor. Deze categorieën staan dicht bij elkaar, omdat het verduurzamen van gebouwen bijvoorbeeld in het omschakelen van aardgas naar warmte voorziet. Ze zijn echter minder kapitaalintensief dan hernieuwbare elektriciteit op land en op zee. De grote hoeveelheid van warmteprojecten komt overeen met het grote opgestelde vermogen van warmtepompen uit Figuur 2.1. Ook de hogere kosten voor wind op land en wind op zee zien we terug in het subsidieoverzicht van de Topsector Energie: deze technologieën hebben relatief hoge subsidiebedragen ontvangen. Zon en wind op land zitten grotendeels in de categorie ‘Hernieuwbare elektriciteit op land’. Deze zijn gebundeld omdat ze bij de investerende partijen minder vaak voorkomen. Dit kan ermee te maken hebben dat de SDE-regeling al voornamelijk zon en wind op land financiert en de subsidieregelingen van de Topsector eerder energie-innovaties op het gebied van energiebesparing en een flexibele energie-infrastructuur financieren en minder vaak energieproductie waarvoor vergroting van de capaciteit van zonne- en windenergie benodigd is.

Subsidies in de Topsector Energie omvatten grotendeels projecten in de onderzoeks-, ontwikkelings- en demonstratiefase. Voorbeelden van subsidies zijn de DEI (Demonstratie Energie Innovatie), de MOOI (Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie), de PPS-toeslag (Publiek Private Samenwerking), of haalbaarheidsstudies binnen de Topsector Energie. Zo heeft de MOOI met 3,4 miljoen euro bijvoorbeeld een

project van Shell en Dow ondersteunt, dat de mogelijkheden voor elektrisch koken onderzoekt. De DEI ondersteunde met 6 miljoen euro bijvoorbeeld het demonstreren van een door LyondellBasell ontwikkelde boiler-technologie met mogelijkheid tot energierugwinning. Met de PPS-toeslag van rond 4.000 euro stellen Vattenfall en Gasunie de haalbaarheid van productie en import van brandstof uit zonne-energie.

3 Methodologie investerende partijen

De analyse wordt gedaan vanuit twee perspectieven: Het achterhalen van de bedrijven achter investeringen in volwassen projecten en het achterhalen van bedrijven die investeren in onderzoek en ontwikkeling. Ten eerste focussen we op het opgestelde en geplande vermogen omgerekend in euro's van 2016 tot en met 2021, gebaseerd op gegevens van het vorige SEO-onderzoek, RVO (de SDE-beschikkingen), PBL en diverse websites van investerende bedrijven. Ten tweede kijken we naar bedragen van de regelingen binnen de Topsector Energie voor de periode 2011-2021. Dit geeft een beeld van de investeringen in onderzoek en ontwikkeling in nieuwe en aanvullende technologieën. Deze investeringen in onderzoek en ontwikkeling zijn mogelijk richtinggevend voor de energietransitie in de komende jaren.

Het algemene beeld in Hoofdstuk 2 toont de meest belangrijke technologieën in de energietransitie. Daarnaast introduceert het relevante subsidieregelingen en daarmee gemoeide (potentiële) investeringen. Met behulp van de aanvragen van deze regelingen en de routekaart voor wind op zee kan de identiteit van de investerende partijen voor een groot deel worden vastgesteld. Sectie 3.1 licht de onderzochte partijen voor deze analyse toe. Ondanks dat de CBS-data toont dat ook huishoudens in technologieën zoals zonnestroom en warmtepompen investeren, neemt deze analyse huishoudens niet mee om de onderlinge vergelijkingen tussen investerende partijen te vergemakkelijken.

Sectie 3.2 gaat in op de investeringsbedragen per partij. Ten eerste worden zo de investeringen uitgelicht die over een uitbreiding van het opgestelde en geplande vermogen tussen 2016 tot en met 2021 gaan. Deze investeringen zijn gebaseerd op gegevens uit het vorige SEO-onderzoek (gebaseerd op data van CE Delft), RVO (de SDE-beschikkingen), PBL en diverse websites van investerende bedrijven. Het gaat om investeringen waarvoor de FID al is genomen. Ten tweede kijken we naar bedragen van de regelingen binnen de Topsector Energie van 2011 tot en met 2021. Dit gaat voornamelijk om investeringen die voorafgaan aan duurzame energieproductie op commerciële schaal. De haalbaarheid en de commerciële potentie van deze investeringen moeten nog worden ingeschat. Deze investeringen in onderzoek en ontwikkeling zijn mogelijk richtinggevend voor de energietransitie in de komende jaren.

3.1 Onderzochte partijen

Alle partijen uit de investeringsanalyse duurzame elektriciteit worden in deze analyse wederom meegenomen (SEO, 2022). Dat zijn de stroomleveranciers, grote energieconcerns, investeerders in grote windprojecten of partijen met een grote SDE-beschikkingen. Omdat marktpartijen door klimaatbeleid gestimuleerd worden om CO₂-reducerende maatregelen te nemen, kijken we daarnaast naar de volgens de Nederlandse Emissieautoriteit (NEa) vijftig grootste CO₂-uitstotende bedrijven in Nederland, die in het Europese emissiehandelssysteem (EU-ETS) geregistreerd staan. Verder komen in dit onderzoek partijen in de publieke of semipublieke sectoren erbij. Dit zijn partijen die met name een belangrijke rol spelen bij de infrastructuur voor de energietransitie. Hieronder vallen netbeheerders, nutsbedrijven, havens en industrieterreinen. Ook kennisinstellingen en overheidsorganen worden

meegenomen. Daarnaast onderzoeken we chemie- en energiebedrijven die veel geïnvesteerd hebben, en niet in de EU-ETS geregistreerd staan, maar wel in de database van Topsector Energie. Hierbij behoren ook bedrijven die bijvoorbeeld grotere energieconcerns bij de fabricage van energietechnologieën ondersteunen en/of geregeld gezamenlijk een consortium vormen, zoals Siemens of ABB. De complete selectie staat in Tabel 3.1

De lijst in Tabel 3.1 is zeker niet uitputtend. Zo spelen startups ook een grote rol door disruptieve technologieën op kleine schaal te testen en met hun bevindingen grotere conventionele concerns in een duurzamere richting te helpen. Startups met kleinere investeringsbedragen komen minder duidelijk in de database naar voren, wat het identificeren moeilijker maakt. Voor dit onderzoek kijken we niet naar deze partijen, om de onderlinge vergelijkingen tussen grote partijen te vereenvoudigen.⁶ Ondanks de grotere rol van woningen en utiliteitsgebouwen in warmtepompen en zonnestroom, nemen we de kleinere, individuele partijen die achter deze investeringen staan niet op voor de vergelijking van de investeringsbedragen. Verder ligt de focus in dit onderzoek voornamelijk op de chemie- en energiesector en minder op andere sectoren, zoals landbouw of ICT (bijvoorbeeld datacentra).

Tabel 3.1 Geselecteerde investerende partijen

Investerende partij	Kenmerk
Ook in 'Investeringsanalyse duurzame elektriciteit' (SEO, 2022)	
<ul style="list-style-type: none"> • EasyEnergy (samen met NieuweStroom dochter van Slim met Energie) • Eneco (dochters: Oxxio, Woonenergie) • ENGIE • Greenchoice • HVC • PureEnergie • Vandebron (samen met energiedirect.nl en Powerhouse dochter van Essent) • Vattenfall (dochters: Powerpeers, DELTA) • Vrijopnaam 	<i>Stroomleveranciers</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Allianz • Begro B.V. • BASF • GroenLeven • NBIM • Ørsted • Partners Group • ProfiNRG (dochter: Sunvest) • RWE • Shell • Solarfields (dochter: Soleila) • Statkraft (dochter: Solarcentury) • Vianne B.V. 	<i>Verzekeraar</i> <i>Projectontwikkelaar</i> <i>Chemieconcern</i> <i>Projectontwikkelaar zonnestroom</i> <i>Noorse staatsinvesteringsbank</i> <i>Energieconcern</i> <i>Investeringsmaatschappij</i> <i>Projectontwikkelaar zonnestroom</i> <i>Energieconcern</i> <i>Petrochemieconcern</i> <i>Projectontwikkelaar zonnestroom</i> <i>Energieconcern</i> <i>Projectontwikkelaar</i>
Nieuw in deze 'Investeringsanalyse energietransitie'	
<ul style="list-style-type: none"> • Tata Steel • Dow • Yara Sluiskil • Esso (dochter van Exxon Mobil) • BP • Zeeland Refinery 	<i>Additionele bedrijven verkregen uit de lijst vijftig grootste CO₂-uitstotende bedrijven in Nederland die geregistreerd zijn in het Europese emissiehandelssysteem (EU-ETS)</i>

⁶ Startups met een groter subsidiebedrag zijn Coolbrook BV en Fuenix Ecology BV. Coolbrook ontving een subsidiebedrag van 5,4 miljoen euro voor ontwikkeling in het elektrificeren van krakers en Fuenix Ecology ontving een bedrag van 4,7 miljoen euro voor onderzoek en ontwikkeling in chemische recycling.

<ul style="list-style-type: none"> • Air Liquide • Nobian • Cargill • Cabot • Biomethanol Chemie Nederland (BioMCN) • Smurfit Kappa • DS Smith • SABIC • Indorama • Sappi • TAQA • Shin-Etsu • Vopak 	
<ul style="list-style-type: none"> • Stedin • Enexis • TenneT • Gasunie 	<p><i>Netbeheerder</i> <i>Netbeheerder</i> <i>Transmissiebeheerder</i> <i>Gasnetbeheerder</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Chemelot • North Sea Port • Port of Rotterdam • Port of Amsterdam • Groningen Seaports • Getec Park Emmen 	<p><i>Havens en industrieterreinen</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • TNO • Rijkswaterstaat • Provincies (in het algemeen) • Gemeenten (in het algemeen) • Universiteiten (in het algemeen) 	<p><i>Publieke instanties</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Lyondell Basell • Ennatuurlijk • Wayland Energy • Huntsman • Avantium • Nouryon • OCI • Braskem • Linde • Neste • Siemens • ABB • General Electric (GE) Renewables / GE Power • Phillips 	<p><i>Chemieconcern</i> <i>Warmtebedrijf</i> <i>Warmtebedrijf</i> <i>Chemieconcern</i> <i>Chemieconcern</i> <i>Chemieconcern</i> <i>Chemieconcern</i> <i>Chemieconcern</i> <i>Industrieel-gasbedrijf</i> <i>Petrochemieconcern</i> <i>Technologieconcern</i> <i>Technologieconcern</i> <i>Technologieconcern</i></p>

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), gebaseerd op gegevens van NEA (2021), & Topsector Energie (2022)

3.2 Investeringsbedragen per partij

Investeringsbedragen vermogen

Om te komen tot een investeringsbedrag vermenigvuldigen we de geïnstalleerde capaciteit (MW) met de gemiddelde investeringskosten (euro per MW) die het PBL (2022) hiervoor hanteert. Als projectspecifieke informatie publiek beschikbaar is – bijvoorbeeld omdat het bedrijf zelf heeft aangegeven hoe groot de investering is –, dan is deze informatie gebruikt.

Zowel bestaande als geplande investeringen worden meegenomen, waarbij de FID voor geplande investeringen vóór 2022 moet zijn genomen. De SDE-beschikkingen hebben wel het nadeel dat de FID en de realisatie van een project nog niet duidelijk is. We proberen daarom na te gaan in hoeverre een SDE-beschikking overeenkomt met een aangekondigde investering op de website van het bedrijf. Bijlage A geeft aan voor welke investeringen dat nog onduidelijk is. Wanneer een project meerdere investerende partijen kent, dan wordt de meest recente onderlinge eigendomsverhouding weergegeven.

Doordat de FID van projecten betreffend CO₂-arme productie en waterstof na 2021 heeft plaatsgevonden, worden deze projecten en de bijbehorende investeerders niet in de resultaten van 2016 tot met 2021 meegenomen. Sommige investeringen zijn niet meegenomen vanwege het ontbreken van gegevens over de capaciteit en de investeringsbedragen.

Uitgaven onderzoek & ontwikkeling

De Topsector Energie rapporteert subsidiebedragen voor onderzoek en ontwikkeling. Deze subsidies moeten worden omgerekend in besteedde bedragen. Hiervoor wordt eerst rekening gehouden met het aantal partners in een consortium. Omdat dit bedrag en ook de verdeling tussen consortiumpartners in alle projecten zeer verschilt wordt het subsidiebedrag door het gemiddelde aantal consortiumpartners gedeeld. Het gemiddelde aantal partners is 3,9 voor alle 1.929 projecten. Vanwege de complexiteit van de data is dit een versimpelde aanname.

Vervolgens houden we rekening met de steunintensiteit van subsidies: een subsidie financiert altijd maar een deel van de gehele investering. Volledige 100 procent financiering is meestal niet mogelijk onder Europese regels, omdat dit als staatssteun zou kunnen tellen. Deze aandelen zijn door de Europese Commissie vastgelegd: voor onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten ligt het gemiddelde percentage op 56 procent. Dit omvat onder andere fundamenteel en industrieel onderzoek, experimentele ontwikkeling en haalbaarheidsstudies.⁷ Als we verder kijken naar de steun voor milieubescherming, komen we volgens de verordening uit op steunpercentages van 30 tot 40 procent. Voor dit onderzoek lijken de lagere percentages aannemelijker. We veronderstellen daarom percentages van 25 procent (voor experimentele ontwikkeling) en 30 procent (voor energie-efficiëntie maatregelen). Voor de onderlinge verhoudingen tussen investerende partijen maken deze verschillende aannames niet uit.

⁷ Verordening EU Nr. 651/2014

4 Resultaten

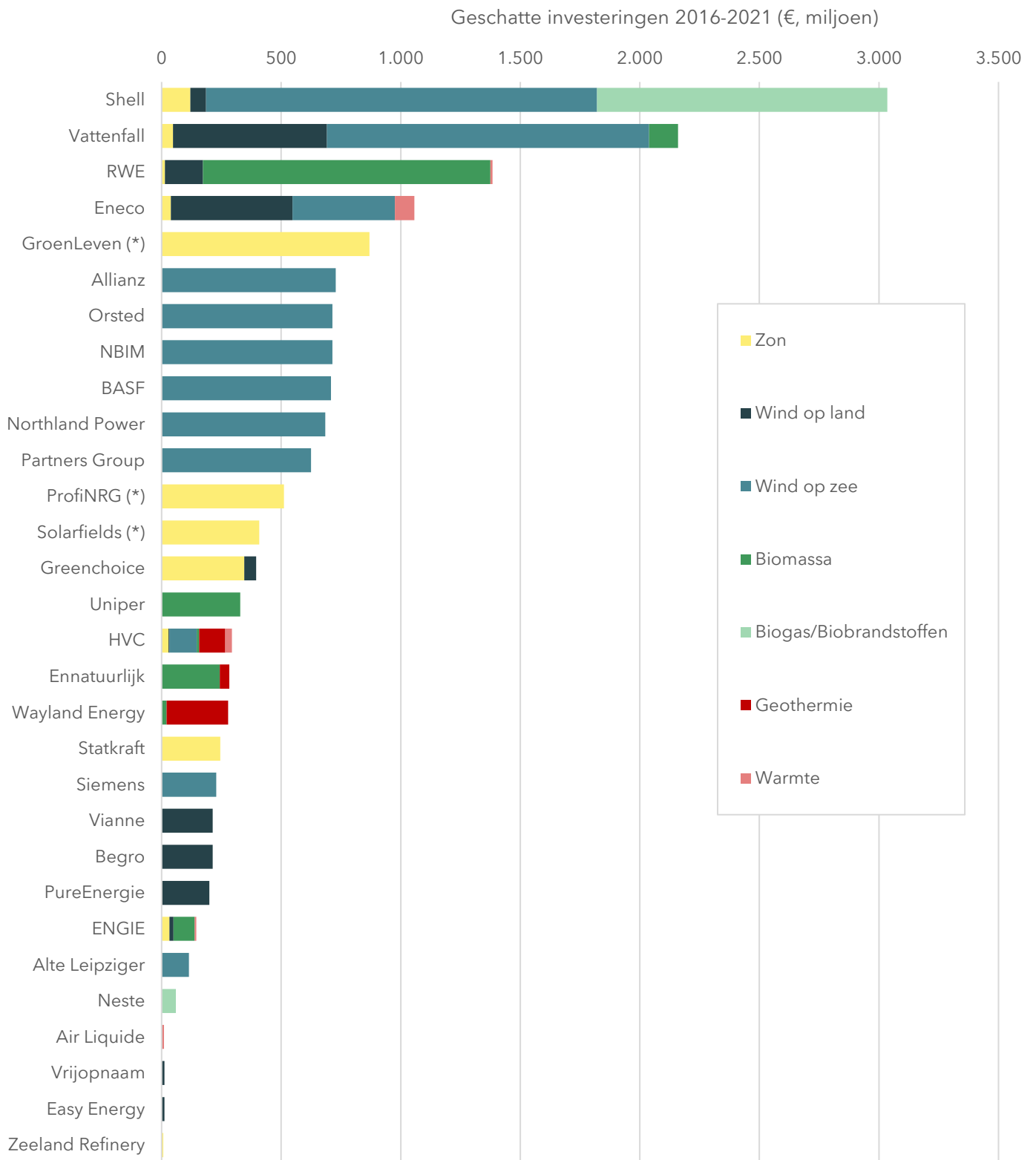
De resultaten tonen de investeringsbedragen per partij en per technologie. Ten eerste worden investeringen in volwassen projecten uitgelicht. Hier zijn Shell, Vattenfall en RWE de grootste investeerders in duurzame energie met een divers technologieportfolio. Ten tweede worden de uitgaven en partijen in onderzoek en ontwikkeling aangeduid. Universiteiten en TNO zijn het meest betrokken bij projecten in onderzoek en ontwikkeling. Naast de partijen uit vorig onderzoek investeren Dow, Nobian en Ennatuurlijk veel in onderzoek en ontwikkeling, onder andere op het gebied van warmte, circulariteit en waterstof.

4.1 Investeringsbedragen per partij 2016-2021

Figuur 4.1 toont de investeringen in opgesteld en gepland vermogen in euro's per technologie en per partij voor de periode 2016 tot en met 2021. Van de onderzochte partijen heeft Shell de meeste investeringen met een totaal bedrag van ongeveer 3,1 miljard euro. Van dit bedrag is 53 procent toe te schrijven aan wind op zee. Ook een biobrandstoffabriek – die vanaf 2024 820.000 ton biobrandstof per jaar gaat produceren – draagt bij aan deze positie. Vattenfall is de partij met het een na hoogste investeringsbedrag, gevolgd door RWE met 1,3 miljard euro. RWE's portfolio bestaat voornamelijk uit biomassa en wind op land.

Van alle technologieën kent wind op zee met ruim 8 miljard euro het hoogste investeringsbedrag. Dit past bij het algemene beeld van het geïnstalleerde en beschikt vermogen uit Figuur 2.1 en Figuur 2.2. Zonnestroom is – ondanks de lagere investeringskosten per MW – de technologie met na wind op zee met het hoogste totale investeringsbedrag. Dit komt wederom overeen met de eerdere figuren. Biogas heeft na wind op zee en zonnestroom het hoogste totale investeringsbedrag.

Figuur 4.1 Shell is met een geschat bedrag van 3,1 miljard euro de grootste investeerder in de Nederlandse energietransitie gevolgd door Vattenfall, RWE en Eneco



Legenda: (*): (Eigenaarschap niet volledig duidelijk)

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), gebaseerd op gegevens van RVO (2021a), PBL (2022), & CE Delft (2021)

4.2 Uitgaven onderzoek & ontwikkeling 2011-2022

Figuur 4.2 toont de geschatte uitgaven van organisaties tussen 2011-2022 in onderzoek en ontwikkeling rond de energietransitie. Na de universiteiten en TNO – die zich vrijwel exclusief op onderzoek focussen –, is Shell de grootste private investeerder met een geschat totaal bedrag van ongeveer 64 miljoen euro.⁸ De meeste uitgaven van Shell betreffen wind op zee (circa 14 tot 17 miljoen euro) gevolgd door warmteprojecten (tussen de 13 en 16 miljoen euro). Omdat de geschatte investeringsbedragen van TNO en alle universiteiten de bedragen van de grootste private investeerders ver overschrijden, zijn deze bedragen in een aparte grafiek uitgelicht, zie Figuur 4.3 (en Tabel 4.1). TNO heeft een geschat investeringsbedrag van rond de 332 miljoen euro en alle universiteiten samen komen op een geschat bedrag van 375 miljoen euro uit.

De categorie warmte ontvangt de hoogste totale uitgaven met ongeveer 127 miljoen euro; ongeveer 23 procent van het totaal. Zo'n 13 procent gaat naar verduurzaming van gebouwen, 12 procent naar energiebesparing, en 11 procent naar circulariteit. Eneco – na Shell de grootste investeerder – verdeelt zijn uitgaven tussen verduurzaming gebouwen (24 procent) en wind op zee (19 procent). In warmte en circulariteit wordt veel door Dow geïnvesteerd, die in dit overzicht op de derde plaats staat. Samen met Shell onderzoekt Dow daarnaast mogelijkheden voor elektrisch kraken, een technologie die verder niet bij andere partijen in dit overzicht voorkomt. Vattenfall neemt na Dow de vierde plek in. In vergelijking met het opgestelde en geplande vermogen komen bij onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten uitgaven in warmte en de verduurzaming van gebouwen veel sterker naar voren. Dit geldt ook voor de volgende partij in dit overzicht, afval- en warmtebedrijf HVC. Bedrijven, die veel besteden maar niet in de vorige SEO analyse naar boven kwamen zijn Dow, Nobian, Ennatuurlijk en Tata Steel.

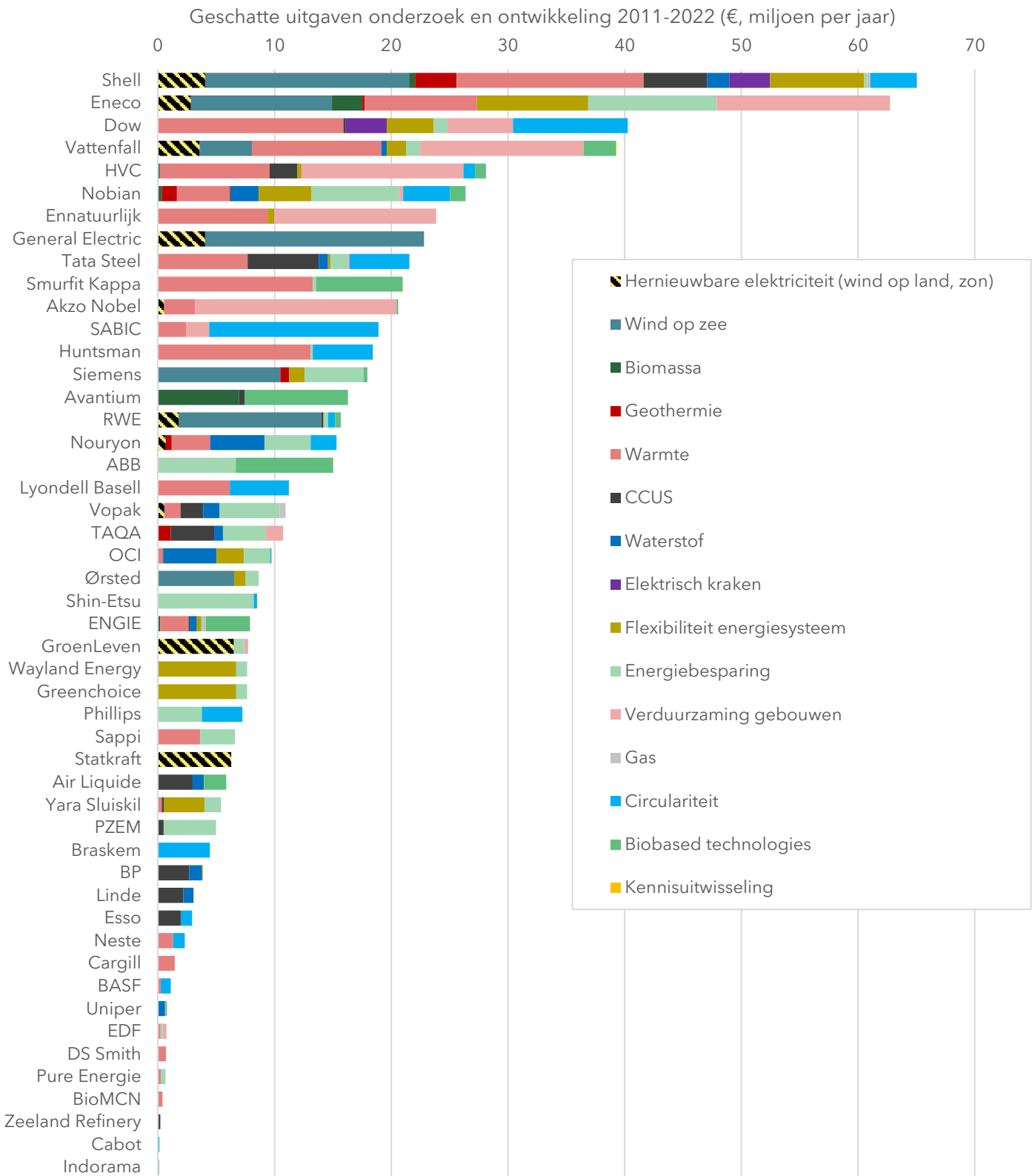
Figuur 4.2 neemt nog geen nutsbedrijven en netbeheerders mee. Alliander, Enexis, Gasunie en Stedin behoren wel tot de tien grootste investeerders in onderzoek en ontwikkeling – zie Figuur B.1 in Bijlage B. Alliander staat binnen deze groep op kop met een bedrag van ongeveer 35 miljoen euro. Van de industrieterreinen en havens staat Chemelot bovenaan met een geschat bedrag van 23 miljoen euro – zie Figuur B.2. De haven van Rotterdam volgt met een bedrag van ongeveer 9,6 miljoen euro, maar wordt wel vaker in projectconsortia genoemd (zie Figuur B.2 en Tabel 4.1).

Door hun faciliterende rol dragen ook technologieconcerns, zoals General Electric, Siemens of ABB bij aan de energietransitie. Zo leveren General Electric en Siemens bijvoorbeeld de nodige componenten voor windprojecten op zee, en Phillips en ABB zijn actief op het gebied van energiebesparing.

Het belang van publieke en semipublieke partijen wordt ook nog eens in Tabel 4.1 benadrukt. Tabel 4.1 laat zien hoe vaak de verschillende partijen in alle 1.929 projectconsortia tussen 2011 en 2022 voorkomen. Zo staan TNO en alle betrokken universiteiten met meer dan 400 projecten bovenaan. Dit onderstreept hoe belangrijk een wetenschappelijke invalshoek is bij het ontwikkelen van duurzame technologieën. In deze tabel staan ook Shell, Dow, RWE en Nobian in de top zes met meer dan 40 consortia per partij. Verder spelen faciliterende partijen – zoals Alliander, Gasunie, Stedin of gemeenten – een belangrijke rol met zo'n 20 tot 30 projecten.

⁸ Dit bedrag is berekend met een steunintensiteit van 25 procent, zie Hoofdstuk 3.2. Bij een steunintensiteit van 30 procent ligt dit bedrag op bijna 54 miljoen euro.

Figuur 4.2 Shell en Eneco voeren de lijst met uitgaven in onderzoek en ontwikkeling aan (respectievelijk 64 en 62 miljoen euro) gevolgd door Dow (40 miljoen euro) en Vattenfall (39 miljoen euro)



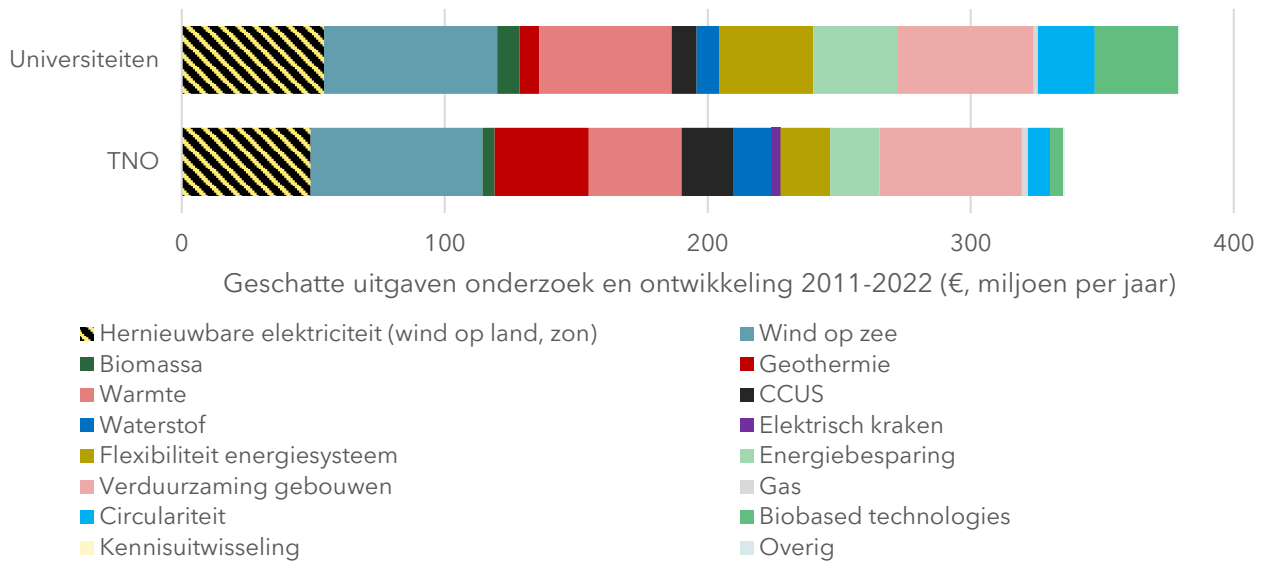
Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), op basis van Topsector Energie (2022), & Europese Commissie (2014)

Tabel 4.1 TNO en universiteiten nemen het vaakst deel in consortia

Aantal consortia	Organisatie(s)						
471	TNO						
446	Universiteiten						
73	Shell						
50	Dow						
47	Alliander						
42	Nobian						
38	Eneco						
36	Enexis						
33	Tata Steel	ENGIE	General Electric				
30	Gasunie						
24	Stedin						
21	Gemeenten						
20	Vattenfall						
19	Siemens						
17	Huntsman	Smurfit Kappa					
16	HVC	RWE					
15	OCI	AVR	Havenbedrijf Rotterdam				
14	Nouryon						
12	Essent						
12	Attero						
11	TAQA	TenneT					
10	AkzoNobel	Avantium	Vopak				
9	SABIC	ABB					
8	Renewi	Getec Park Emmen					
7	Ørsted	Air Liquide	Linde	Provincies	Rijkswaterstaat		
6	Greenchoice	Chemelot					
5	GroenLeven	PZEM	Havenbedrijf Amsterdam	BP	Ennatuurlijk		
4	Sappi	Yara Sluiskil		Uniper			
3	Esso	Shin-Etsu		Neste	Cargill	BASF	EDF
	Wayland Energy						
2	Statkraft	Braskem	Pure Energie	Omrin	Veolia	Phillips	
1	BioMCN	Zeeland Refinery	Cabot	Indorama	North Sea Port	Groningen Seaports	
	4PET	Lyondell Basell	DS Smith				

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), op basis van Topsector Energie (2022)

Figuur 4.3 Kennisinstellingen geven het meest uit aan onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten

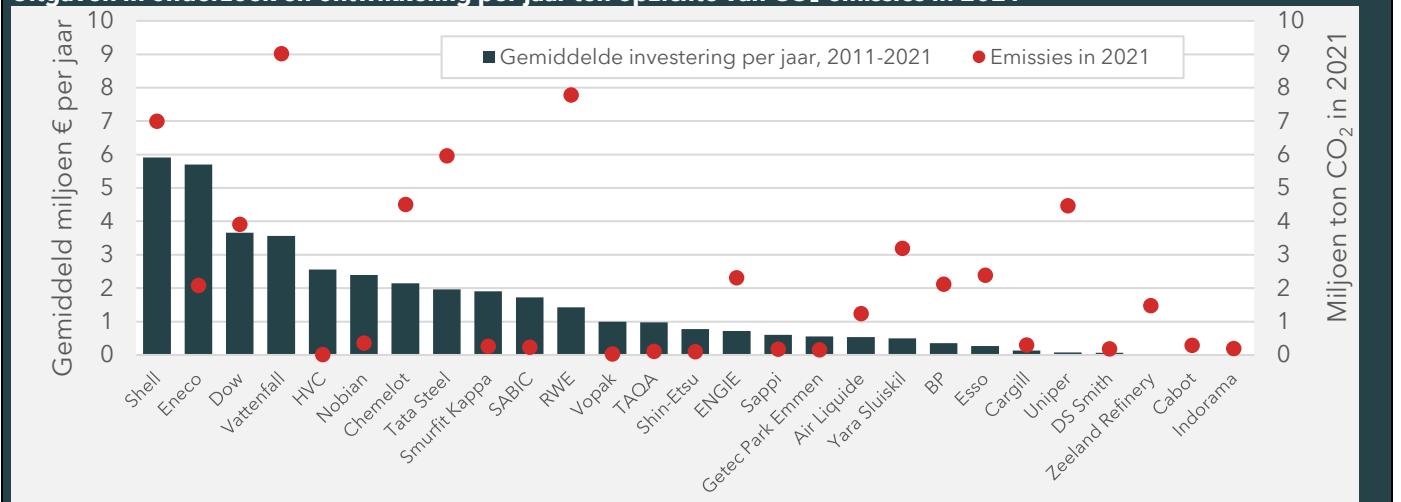


Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), op basis van Topsector Energie (2022)

Box 4.1 Vergelijking uitgaven in energietransitie en directe emissies

Naast uitgaven in onderzoek en ontwikkeling nemen we ook de fossiele productie van bedrijven in aanmerking. Hiervoor hebben we gekeken naar de CO₂-uitstoot van de vijftig grootste EU-ETS bedrijven in Nederland. Dit is weergegeven in onderstaande figuur waar de rode punten de emissies per bedrijf in 2021 voorstellen en de donkerblauwe balken het gemiddelde uitgaven in onderzoek en ontwikkeling tussen 2011 en 2022. Zo investeren Vattenfall, RWE, Tata Steel, Yara Sluiskil, Uniper en Zeeland Refinery bijvoorbeeld relatief weinig in onderzoek en ontwikkeling ten opzichte van hun CO₂-uitstoot. Vattenfalls hoge emissies zijn toe te schrijven aan tien centrales, waaronder Power Velsen, Power IJmond, Magnum Centrale Eemsmond en Centrale Diemen. Daarbij maken de eerste twee centrales gebruik van residuele gasstromen van Tata Steel (die anders uitgestoten zouden worden). Daarentegen stoten Eneco, HVC, Nobian en Vopak relatief weinig uit ten opzichte van de uitgaven in onderzoek en ontwikkeling. Uit deze figuur kunnen nog geen eenduidige conclusies getrokken worden; een hoge CO₂ uitstoot kan hoge uitgaven impliceren, vanwege een grotere noodzakelijkheid om CO₂ te reduceren. Aan de andere kant kan ook juist een bedrijf met lage emissies hoge R&D-uitgaven hebben, omdat ze zich uitsluitend toelagen op duurzame en vernieuwende technologie. Verder onderzoek zou de relatie tussen CO₂-reducties en -uitgaven in onderzoek en ontwikkeling kunnen analyseren.

Uitgaven in onderzoek en ontwikkeling per jaar ten opzichte van CO₂-emissies in 2021



Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), op basis van NEA (2021), Topsector Energie (2022), & Europese Commissie (2014)

5 Vooruitblik

Hoewel deze studie ziet op investeringen tot eind 2021, kijkt dit hoofdstuk verder vooruit. In de loop van 2022 zijn al enkele grote FID's genomen door bedrijven en ook in de komende maanden en jaren zullen naar verwachting materiele investeringen gedaan worden. Deze investeringen worden in dit hoofdstuk geanalyseerd. Daarnaast gaan de volgende secties in op nieuwe ontwikkelingen op het gebied van waterstof, CO₂-afvang en -opslag, en wind op zee.

5.1 Waterstofprojecten

Als waterstof op een duurzame manier geproduceerd wordt, kan het als grondstof voor industriële processen, elektriciteit of brandstof toegepast worden. Op dit moment zijn er al een aantal kleine operationele electrolyzers van een paar KW tot electrolyzers van 2,5 MW. Voor projecten van meer dan 20 MW moet de FID vaak nog plaatsvinden. Tabel 5.1 toont een overzicht van deze grotere beoogde projecten. Projecten in de waterstofopslag, -transport en -import worden hier niet meegenomen omdat de focus op de directe waterstofproductie in termen van vermogen ligt. Om het overzichtelijk te houden, worden voornamelijk de grootste partijen en de grootste bedragen genoemd. De projecten in Tabel 5.1 bevinden zich vaak nog in de fase van een haalbaarheids- of FEED-studie. Op dit moment heeft alleen de FID voor het project Holland Hydrogen 1 van Shell plaatsgevonden. Onafhankelijk van de FID is Nobian de grootste speler met een totaal gepland vermogen van 910 MW. Nobian heeft eind 2021 met investeringsgroep GIG het waterstofbedrijf HyCC opgericht waaronder de meeste van deze waterstofprojecten vallen. Ook investeren ze samen met andere partijen, zoals Tata Steel en BP, in proeffabrieken. Projecten zoals North H2 en SeaH2Land bevinden zich nog in een zeer vroege fase, maar onderstrepen wel de ambitie voor het opschalen van de technologie. Alle waterstofprojecten gebruiken een vorm van elektrolyse behalve het Furec-project van RWE dat beoogt waterstof te maken uit afval. Dit behoort tot een van de grootste waterstofprojecten, samen met H2era, Holland Hydrogen 1 en Elygator. In de toekomst representeren waterstofprojecten een groter aandeel van de investeringen in de energietransitie.

Tabel 5.1 De grootste waterstofprojecten in Nederland

Project	Partners	Vermogen (MW)	Jaar	Fase (jaar FID)
North H2	Shell, RWE, Equinor, Eneco	10.000	2040	Haalbaarheidsstudie
North H2	Shell, RWE, Equinor, Eneco	4.000	2030	Haalbaarheidsstudie
SeaH2Land	Orsted, Yara, Zeeland Refinery, Dow	3.000	2030	Haalbaarheidsstudie
H2era	Nobian	500	2027	Eerste haalbaarheidsstudie klaar
H2 Fifty	BP, Nobian [Levering aan BP]	250	?	FEED-studie, 2022
Holland Hydrogen 1	Shell	200	2027	2022, FID genomen
Elygator	Air Liquide	200	2027	FEED-studie, subsidie toegekend
H2ero	Zeeland Refinery, Total, Lukoil	150	2026	Haalbaarheidsstudie
H2ermes	Tata Steel, Nobian	100	?	2023,

	<i>[Levering aan Tata Steel]</i>			vergunningstraject gestart
CurtHyl	Vattenfall, Air Liquide	100	2027	FEED-fase
Uniper	Uniper	100	2025	Haalbaarheidsstudie
Ørsted, Yara	Ørsted, Yara	100	2025	Haalbaarheidsstudie, 2022
HyNL	Engie, EEW <i>[EEW levert CO₂; levering aan OCI]</i>	100	2025	2023, vergunningstraject gestart
Energiepark Eemshaven West	Vattenfall	100	2027	2024
Furec	RWE	54.000 t	?	Haalbaarheidsstudie, subsidie toegekend
Eemshydrogen	RWE	50	?	2022
Djewels 2	Nobian	40	2024	2022
Djewels 1	Nobian <i>[Levering aan SkyNRG]</i>	20	?	2022
AkzoNobel	AkzoNobel <i>[Levering aan OCI BioMCN]</i>	20	?	Haalbaarheidsstudie sinds 2018
Hy4Am	Vattenfall	10	2025	2023
Totaal		>19.040 MW		

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), op basis van Topsector Energie (2022), PBL (2022), Europese Commissie (2022), HyCC (2022), & Gasunie (2018)

5.2 CO₂-afvang, -opslag en -gebruik

Een groot project dat vergevorderd is maar waarop nog geen investeringsbeslissing is genomen is het Porthos-project. Dit projectconsortium bestaat uit vier partijen. De maximale subsidiebedragen en de aandelen van het totale vermogen per partij zijn beschikbaar via de SDE-beschikkingen en PBL. Met behulp van de aandelen – die elke partij heeft van het totale maximale subsidiebedrag, het totale vermogen en de totale CO₂-reductie – kunnen we het gemiddelde aandeel per partij uitrekenen. Dit passen we vervolgens toe op het totale investeringsbedrag van 475 miljoen euro. Daarbovenop komen nog investeringskosten, die uit afvang, zuivering, compressie en aansluiting op het transportnetwerk bestaan. Tabel 5.2 laat de verdeling van de projectconsortia/consortiapartners zien en het daaruit afgeleide investeringsbedrag per partner.

Naast het Porthos-project tonen de SDE-beschikkingen nog andere aanvragen voor CO₂-afvang, -gebruik en -opslag. Bovenaan staan afvalverwerkingsbedrijven, zoals Prezero, Energy Rosendaal, AVR Afvalverwerking of Twence, maar ook bijvoorbeeld HVC met bedragen tot 85 ton CO₂-reductie. Omdat deze aanvragen pas in 2021 plaatsvonden, is het aannemelijk dat er nog geen investeringsbeslissing is genomen.

Tabel 5.2 Geschatte investeringsbedragen van het Porthos-project

Bedrijf	Maximale subsidie	MW	Gemiddelde aandelen	Bedragen inclusief investeringskosten
Shell	€ 641.237.184	143,6	41%	€ 227.886.703
Air Products 1	€ 574.262.550	63,9	22%	€ 139.234.401
Air Products 2	€ 226.058.880	28,1	9%	€ 78.318.582
Exxon Mobil	€ 102.778.386	11,4	4%	€ 52.828.682
Air Liquide 1	€ 532.360.050	63,5	21%	€ 133.635.413
Air Liquide 2	46.275.000	14	3%	€ 47.096.219
Totaal	€ 2.122.972.050	324,5 MW	100%	€509.000.000

Bron: RVO (2022), & Porthos (2020)

5.3 Wind op zee

In 2022 zullen de tenders voor de kavels Hollandse Kust West VI en VII gerealiseerd worden. Met een extra vermogen van 1.400 MW zullen de winnende partijen de resultaten in Figuur 4.1 opnieuw veranderen. Zes partijen hebben een bod gedaan:

- SchakelWind: Shell & Eneco;
- Vattenfall & BASF;
- BP;
- SSE;
- Total Energies & Ørsted.

De plannen voor het windpark gaan gepaard met ontwikkelingen op gebied van waterstof. Door middel van de bouw van potentiële electrolyzers – 600MW voor RWE en 500MW voor BP – kan de stroom van het windpark omgezet worden in waterstof. Dit sluit ook aan op de projecten North H2 en SeaH2Land, die eerder in Tabel 5.1 genoemd werden. Het vermogen van North H2 en SeaH2Land komt grotendeels van windparken op zee om groene waterstofproductie mogelijk te maken. Deze staan los van de tenders die door RVO aangewezen worden, en horen bij de vele tenders en kavels die nog beschikbaar komen op de Noordzee. Verder zien de biedende partijen voor Hollandse Kust West nog meer mogelijkheden om de elektriciteit van het windpark te benutten. Dit omvat bijvoorbeeld de aanschaf van elektrische boilers of heaters om processen in een raffinaderij te verduurzamen. Maar ook warmtevoorzieningen van huishoudens kunnen met de aanschaf van elektrische boilers gebruikmaken van de hernieuwbare elektriciteit van het windpark. Andere potentiële investeringen zijn batterijopslag en laadvoorzieningen voor elektrische voertuigen of waterstofproductie voor duurzame kerosine. Faciliterende investeringen zullen onder andere gedaan worden door aannemerscombinatie NRG (Denys, Alsema en Van Vulpen) om voor TenneT de koppeling voor de zeekabels tussen het windpark en het transformatorstation te bewerkstelligen.

5.4 Meer technologieën

De bovengenoemde technologieën bieden alleen maar een kleine indruk op toekomstige investeringen. Zo vinden er nog meer ontwikkelingen op het gebied van verschillende technologieën plaats. Een project dat door een latere FID niet kon worden meegeteld is de nieuwe biobrandstoffabriek van Neste van 1,9 miljard euro. Samen met hun fabriek van 40.000 ton per jaar zou Neste nog tussen de vijf grootste investeerders van Figuur 4.1 staan.

6 Conclusie

Zowel bedrijven als (semi)publieke organisaties spelen een toonaangevende rol binnen de energietransitie in Nederland. Shell, Vattenfall, RWE en Eneco hebben de grootste investeringen in volwassen projecten in de energietransitie. Tussen 2016 en 2021 is door deze partijen tussen de 1,0 en 3,1 miljard euro geïnvesteerd. In onderzoek en ontwikkeling zijn kennisinstututen fundamenteel. Daarnaast behoren naast de eerder genoemde partijen ook Dow, HVC en Nobian tot de grote investeerders in onderzoek en ontwikkeling. Hun uitgaven richten zich op energiebesparing, flexibiliteit van het energiesysteem, verduurzaming van gebouwen, warmte en circulariteit. Tot slot is een sterke groei in waterstof en wind op zee te verwachten, die de verduurzaming van de industrie en de energieonafhankelijkheid verder moet bevorderen.

Op basis van gegevens van het CBS blijkt dat het opgestelde vermogen in Nederland tussen 2011 en 2021 met 19.694 MW is gestegen, wat ongeveer gelijk staat aan een investeringsbedrag van 19,1 miljard euro. Het grootste deel van deze investeringen is toe te schrijven aan warmtepompen met 6,6 miljard euro, gevolgd door zonnestroom met 6,4 miljard euro. Terwijl het opgestelde vermogen van wind op land groter is dan van wind op zee, kent wind op zee een sterkere groei, vooral als men het vermogen in euro's uitdrukt en vergelijkt.

Tussen 2016 en 2021 is er 34.733 MW aan SDE-beschikkingen voor de opwekking van hernieuwbare energie toegekend en daarnaast is er 5.180 MW aan windparkprojecten op zee gegund. Na 2022 zal daar nog eens 17.400 MW bijkomen. Ruim 4.000 MW (11 procent) van alle SDE-beschikkingen is niet gerelateerd aan elektriciteitsproductie, maar aan warmte of transport. Zonnestroom telt met 25.722 MW (74 procent van het geheel) het grootste beschikte vermogen. Zo'n 11 procent van alle beschikkingen gaan naar wind op land. Van niet-stroomproducerende bronnen is het grootste gedeelte bestemd voor geothermie met 1.308 MW (circa 4 procent). Sinds 2020 zijn er de categorieën CO₂-arme warmte en CO₂-arme productie bijkomen. Sindsdien betreft 1.023 MW (2 procent) van de projecten CO₂-arme warmte.

Tussen 2016 en 2021 blijkt Shell met 3,1 miljard euro het grootste investeringsbedrag te hebben. Ook Vattenfall (2,1 miljard euro) en RWE (1,3 miljard) staan in de top drie. Vanwege de investeringen van Neste en Nobian en hun specialisatie in biodiesel en waterstof moeten deze bedrijven aangemerkt worden als een belangrijke speler in de investeringen in de energietransitie.

In onderzoek en ontwikkeling zijn logischerwijze onderzoeksinstituten TNO en universiteiten het vaakst deelnemer in investerende consortia. Hun geschatte uitgaven komen dichtbij 400 miljoen euro. Onder de bedrijven is Shell het vaakst betrokken met een geschatte uitgaven van circa 64 miljoen euro. Op tweede plaats staat Eneco met ongeveer 62 miljoen euro. Bedrijven zoals Dow, Nobian, Ennatuurlijk of Tata Steel – die niet aan directe uitbreiding van duurzame elektriciteits- of warmteproductie bijdragen – investeren vaak in energiebesparing, warmte, verduurzaming gebouwen, circulariteit of flexibiliteit voor het energiesysteem.

Referenties

BP (2022). BP tekent voor twee windkavels op de Noordzee. Verkregen via:

https://www.bp.com/nl_nl/netherlands/home/nieuws/persberichten/bp_tekent_in_voor_twee_windkavels_op_de_Noordzee.html

Change Inc (2014, 15 september). Neste bouwt biopropaanfabriek op Maasvlakte. Verkregen via

<https://www.change.inc/energie/neste-bouwt-biopropaanfabriek-op-maasvlakte-3043>

CBS (2021a). Hernieuwbare elektriciteit; productie en vermogen. Verkregen via

<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/82380NED/table?ts=1663673174526>

CBS (2021b). Warmtepompen; aantallen, thermisch vermogen en energiestromen. Verkregen via

<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/82380NED/table?ts=1663673174526>

Dow (2021). Elektrisch kraken met Shell. Verkregen via <https://dowcircles.nl/duurzaamheid/duurzame-processen/elektrisch-kraken-met-shell>

Energiea (2022). RWE mengt zich in tender HKW. Verkregen via: <https://energiea.nl/energiea-artikel/40102319/rwe-mengt-zich-in-tender-hkw>

Europese Commissie (2014). VERORDENING (EU) Nr. 651/2014 VAN DE COMMISSIE van 17 juni 2014. *Publicatieblad van de Europese Unie, L 187/1*.

Europese Commissie (2022). Innovation Fund - Overview of the second call for large-scale project proposals. Verkregen via https://ec.europa.eu/clima/eu-action/funding-climate-action/innovation-fund/large-scale-calls_en

H2ermes (2022). Veelgestelde Vragen. Verkregen via <https://h2ermes.nl/veelgestelde-vragen/>

HyCC (2022). Projects. Verkregen via <https://www.hycc.com/en/projects>

Ministerie van EZK (2022, 16 september). Kamerbrief windenergie op zee 2030-2050. *Kamerbrief*, DGKE-E / 22174505. Verkregen via <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/09/16/kamerbrief-windenergie-op-zee-2030-2050>

Nederlandse Emmissie Autoriteit (2021). Rapportages en cijfers - Emissiecijfers over 2021. Verkregen via <https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/rapportages-en-cijfers-eu-ets>

Neste (2022). Neste investeert in nieuwe raffinaderij voor hernieuwbare producten in Rotterdam. Verkregen via <https://www.neste.nl/releases-and-news/renewable-solutions/neste-investeert-nieuwe-raffinaderij-voor-hernieuwbare-producten-rotterdam>

Ørsted (2020). Ørsted and Yara seek to develop groundbreaking green ammonia project in the Netherlands. Verkregen via: <https://orsted.com/en/media/newsroom/news/2020/10/143404185982536>

PBL (2020). Eindadvies basisbedragen SDE++ 2020.

Verkregen via: https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-eindadvies-basisbedragen-sde-plus-plus-2020_3526_27-02-2020.pdf

Porthos (2020). Porthos heeft zicht op EU-subsidie van € 102 miljoen.

Verkregen via: <https://www.porthosco2.nl/porthos-heeft-zicht-op-eu-subsidie-van-e-102-miljoen/>

RVO (2022a). Stand van zaken SDE-aanvragen. Verkregen via <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/sde/stand-van-zaken-aanvragen>

RVO (2022b). Nieuwe routekaart windenergie op zee. Verkregen via <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-onderwerpen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-zee/nieuwe-routekaart>

SEO (2022). Investeringsanalyse duurzame elektriciteit: De partijen achter de Nederlandse energietransitie. *SEO-rapport, 2022-17*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek. Verkregen via <https://www.seo.nl/publicaties/investeringsanalyse-duurzame-elektriciteit/>

Shell (2021, 16 september). Shell to build one of Europe's biggest biofuels facilities. Verkregen via <https://www.shell.com/media/news-and-media-releases/2021/shell-to-build-one-of-europes-biggest-biofuels-facilities.html>

Shell (2022). Shell en Eneco schrijven zich in op offshore windtenders Hollandse Kust (west) VI en VII | Shell Nederland. Verkregen via: <https://www.shell.nl/media/nieuwsberichten/2022/consortia-ecowende-enschakelwind-tenderen-voor-hollandse-kust--.html>

Topsector Energie (2022). Projectenapplicatie Topsector Energie. Verkregen via <https://projecten.topsectorenergie.nl/projecten>

Topsector Energie (2022). Overview of Hydrogen Projects in the Netherlands. Verkregen via <https://topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/TKI%20Gas/publicaties/Overview%20Hydrogen%20projects%20in%20the%20Netherlands%20-%20version%2027%20july%202022.pdf>

Vattenfall (2022). Vattenfall en BASF doen mee aan aanbesteding offshorewindpark Hollandse Kust West - Vattenfall NL. Verkregen via: <https://group.vattenfall.com/nl/newsroom/persbericht/2022/vattenfall-en-basf-doen-mee-aan-aanbesteding-offshorewindpark-hollandse-kust-wes>

Bijlage A Gegevens per partij

Tabel A.1 Investerings per partij 2016-2021 in Nederland

Technologie (MW, tenzij anders aangegeven)		Biomassa	Zon	Wind op land	Wind op zee	Geothermie	Biogas (ton/jaar)	Elektrische boiler	Aqua-thermie	Zonne-warmte	Biomassa warmte	
		'Investeringsanalyse duurzame elektriciteit' SEO (2022) + update desk research				Desk research/SDE-beschikkingen (RVO, 2021a)						
Shell	Gereed	0	83	0	254	-	3.400					
	Gepland	0	121	50	606	-	820.000					
	Totaal	0	204	50	860	-	823.400	-	-	-	-	
Vattenfall (Powerpeers; DELTA)	Gereed	100	68	316	-54			-				
	Gepland	0	12	177	763			150*				
	Totaal	100	80	493	709	-	-	150*	-	-	-	
HVC	Gereed	0	49	3	60	40		-	-	-	33	
	Gepland	8	0	0	0	17		25*	3*	0,3*	-	
	Totaal	8	49	3	60	57	-	25*	3*	0,3*	33	
Eneco (Oxxio; Woonenergie)	Gereed	-35	44	227	0			-	-		-	
	Gepland	0	21	162	226			31*	28		30	
	Totaal	-35	65	389	226	-	-	31*	28	-	30	
RWE	Gereed	994	24	94	0			-				
	Gepland	0	0	27	0			45*				
	Totaal	994	24	121	0	-	-	45*	-	-	-	
Air Liquide	Gereed	0	0	0	0			-				
	Gepland	0	0	0	0			50*				
	Totaal	0	0	0	0	-	-	50*	-	-	-	
Neste	Gereed	0	0	0	0		40.000					
	Gepland	0	0	0	0		-					
	Totaal	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	

		Biomassa	Zon	Wind op land	Wind op zee	Geothermie	Biogas (ton/jaar)	Elektrische boiler	Aqua-thermie	Zonne-warmte	Biomassa warmte
Ørsted	Gereed	0	0	0	376						
	Gepland	0	0	0	0						
	Totaal	0	0	0	376	-	-	-	-	-	-
Greenchoice	Gereed	0	316	16	0						
	Gepland	0	270	22	0						
	Totaal	0	586	38	0	-	-	-	-	-	-
ENGIE	Gereed	73	55	9	0						-
	Gepland	0	0	4	0						8*
	Totaal	73	55	13	0	-	-	-	-	-	8*
PureEnergie	Gereed	0	4	46	0						
	Gepland	0	0	105	0						
	Totaal	0	4	151	0	-	-	-	-	-	-
Groenleven	Gereed	0	1473	0	0						
	Gepland	0	0	0	0						
	Totaal	0	1473	0	0	-	-	-	-	-	-
ProfiNRG	Gereed	0	800	0	0						
	Gepland	0	66	0	0						
	Totaal	0	866	0	0	-	-	-	-	-	-
Solarfields	Gereed	0	501	0	0						
	Gepland	0	191	0	0						
	Totaal	0	692	0	0	-	-	-	-	-	-
Statkraft	Gereed	0	415	0	0						
	Gepland	0	0	0	0						
	Totaal	0	415	0	0	-	-	-	-	-	-

		Biomassa	Zon	Wind op land	Wind op zee	Geothermie	Biogas (ton/jaar)	Elektrische boiler	Aqua-thermie	Zonne-warmte	Biomassa warmte
Allianz	Gereed	0	0	0	0						
	Gepland	0	0	0	383						
	Totaal	0	0	0	383	-	-	-	-	-	-
NBIM	Gereed	0	0	0	376						
	Gepland	0	0	0	0						
	Totaal	0	0	0	376	-	-	-	-	-	-
BASF	Gereed	0	0	0	0						
	Gepland	0	0	0	373						
	Totaal	0	0	0	373	-	-	-	-	-	-
Partners Group	Gereed	0	0	0	329						
	Gepland	0	0	0	0						
	Totaal	0	0	0	329	-	-	-	-	-	-
Northland Power	Gereed	0	0	0	360						
	Gepland	0	0	0	0						
	Totaal	0	0	0	360	-	-	-	-	-	-
Siemens	Gereed	0	0	0	120						
	Gepland	0	0	0	0						
	Totaal	0	0	0	120	-	-	-	-	-	-
Alte Leipzig/Hammersche	Gereed	0	0	0	60						
	Gepland	0	0	0	0						
	Totaal	0	0	0	60	-	-	-	-	-	-
Zeeland Refinery	Gereed	0	11	0	0						
	Gepland	0	0	0	0						
	Totaal	0	11	0	0	-	-	-	-	-	-

		Biomassa	Zon	Wind op land	Wind op zee	Geothermie	Biogas (ton/jaar)	Elektrische boiler	Aqua-thermie	Zonne-warmte	Biomassa warmte
Uniper	Gereed	272	0	0	0						
	Gepland	0	0	0	0						
	Totaal	272	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Wayland Energy	Gereed	0	0	0	0	-					
	Gepland	17	0	0	0	135*					
	Totaal	17	0	0	0	135*	-	-	-	-	-
Ennatuurlijk	Gereed	0	0	0	0	-					
	Gepland	201	0	0	0	21*					
	Totaal	0	0	0	0	21*	-	-	-	-	-
Vrijopnaam	Gereed	0	5	0	0						
	Gepland	0	4	0	0						
	Totaal	0	9	0	0	-	-	-	-	-	-
Vianne	Gereed	0	0	163	0						
	Gepland	0	0	0	0						
	Totaal	0	0	163	0	-	-	-	-	-	-
Begro	Gereed	0	0	163	0						
	Gepland	0	0	0	0						
	Totaal	0	0	163	0	-	-	-	-	-	-
EasyEnergy (NieuweStroom; Slim Met Energie)	Gereed	0	4	0	0						
	Gepland	0	5	0	0						
	Totaal	0	9	0	0	-	-	-	-	-	-
Alle geselecteerde partijen	Gereed	1.404	3.843	1.046	1.813	40	43.400	-	-	-	33
	Gepland	226	681	556	2.351	196	820.031	301	31	0,3	39
	Totaal	1.631	4.524	1.602	4.232	213	863.431	301	31	0,3	72

Legenda: *: FID nog niet duidelijk (van toepassing voor projecten op basis van SDE-beschikkingen)

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), onder andere op basis van 'Investeringsanalyse duurzame elektriciteit' (SEO, 2022) en SDE-beschikkingen (RVO, 2021a)..
Achterliggende bronnen van bovenstaande tabel per partij:

- Shell: <https://www.porthosco2.nl/porthos-heeft-zicht-op-eu-subsidie-van-e-102-miljoen/> (bedragen gedeeld door de vier consortiapartners);
<https://www.shell.nl/media/nieuwsberichten/2021/aardwarmte-opsporingsvergunning-rijnland-verleend-aan-shell-en-d4.html>;
<https://www.shell.nl/media/nieuwsberichten/2020/bouw-eerste-nederlandse-bio-lng-installatie-van-start.html>;
<https://www.shell.com/media/news-and-media-releases/2021/shell-to-build-one-of-europes-biggest-biofuels-facilities.html>;
SDE-beschikkingen (RVO, 2021a)
- Vattenfall: SDE-beschikkingen (RVO, 2021a)
- HVC: <https://www.hvcgroep.nl/ons-verhaal/projecten/aardwarmte-van-trias-westland> (40 MW geothermie); SDE-beschikkingen (RVO, 2021a) (17 MW geothermie)
- Eneco: <https://www.eneco.nl/over-ons/wat-we-doen/duurzame-bronnen/warmtepomp-rwzi-utrecht/>;
<https://www.eneco.nl/over-ons/wat-we-doen/duurzame-bronnen/bwi-lage-weide/>; SDE-beschikkingen (RVO, 2021a) (30 MW biowarmte)
- RWE: <https://benelux.rwe.com/locaties/amercentrale>; <https://benelux.rwe.com/locaties/kolencentrale-eemshaven>; SDE-beschikkingen (RVO, 2021a)
- Air Liquide: <https://www.porthosco2.nl/porthos-heeft-zicht-op-eu-subsidie-van-e-102-miljoen/> (bedragen gedeeld door de vier consortiapartners);
SDE-beschikkingen (RVO, 2021a)
- Neste: <https://www.change.inc/energie/neste-bouwt-biopropanfabriek-op-maasvlakte-3043>;
<https://www.neste.nl/rotterdamse-raffinaderij-gaat-uitbreiden>
- Zeeland Refinery: <https://zeelandrefinery.nl/duurzaamheid/>
- Wayland Energy: SDE-beschikkingen (RVO, 2021a)
- Ennatuurlijk: SDE-beschikkingen (RVO, 2021a)

Bijlage B Extra tabellen en figuren

Tabel B.1 Kosten per technologie

Categorie	Technologieën	€ per MW (behalve bij CCUS, Hernieuwbaar gas)	Bron
Zon	Fotovoltaïsche zonnepanelen, ≥15 kWp en <1 MWp (gebouwwgebonden, grondgebonden, drijvend op water), Fotovoltaïsche zonnepanelen, ≥ 1 MWp, (gebouwwgebonden, drijvend op water, grondgebonden, zonvolgend op water, zonvolgend op land), Fotovoltaïsche zonnepanelen, ≥ 15 MWp (zonvolgend op water, grondgebonden)	590.400	PBL
Wind op land	Wind op land <6,75m/s, ≥6,75<8,5m/s, ≥8,5m/s, Wind op land hoogtebeperkt <6,75m/s, ≥6,75<8,5m/s, ≥8,5m/s, Wind op waterkeringen <6,75m/s, ≥6,75<8,5m/s, ≥8,5m/s	1.307.500	PBL
Wind op zee	Wind in meer, ≥ 1km2	1.900.000	PBL
Biomassa	Vergassing van biomassa (≥95% biogeen), B-hout, Ketel op vaste biomassa 0,5 - 5 MWth, Ketel op vaste biomassa 5 MWth (4500h-8500h), Ketel op B-Hout, Ketel stoom uit houtpellets > 5 MWth	991.143	PBL
Waterkracht	Waterkracht, valhoogte <50m en ≥50m, Waterkracht ≥ 50m renovatie	4.233.333	PBL
Waterstof	Waterstofproductie via elektrolyse, directe lijn met windpark, directe lijn met zonnepark, netgekoppeld	1.800.000	PBL
Geothermie	Ondiepe geothermie (geen basislast, basislast, basislast), diepe geothermie basislast (<12 MWth, 12-20 MWth, ≥20 MWth), hoge temperatuur warmtenet (inclusief warmtepomp), diepe geothermie (middenlast, geen basislast, uitbreiding), ultradiepe geothermie	1.901.000	PBL
Warmtepomp	Gesloten systeem elektrisch gedreven warmtepomp (8.000 uur) en (3.000 uur), Open systeem elektrisch gedreven warmtepomp (8.000 uur) en (3.000 uur)	1.295.500	PBL
Hernieuwbaar gas	Bio-ethanol uit lignocellulose(houdende) biomassa, Bio-LNG uit monomestvergisting en allesvergisting, Biomethanol uit lignocellulose biomassa, Drop-in-biobrandstoffen uit lignocellulosehoudende biomassa	2.861.800	PBL
Hernieuwbaar gas	Raffinaderij voor hernieuwbare brandstof (in € in plaats van €/MW)	1.900.000.000 € (fabriek 1.300.000 t/jaar) 1.198.461.538 € (820.000 t/jaar)	Neste.nl; Change.inc
Elektrische boilers	Grootschalige elektrische boilers	196.000	PBL
Aquathermie	Aquathermie - Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), geen basislast, basislast, basislast zonder warmte-opslag, voor directe toepassing (TEO-d), Thermische energie uit afvalwater (TEA)	1.871.400	PBL

Zonwarmte	Zonthermie, ≥140 kWth tot 1 MWth, ≥1 MWth, PVT met warmtepomp, Daglichtkas, Zonthermie zonvolgend met concentrerende collectoren <120°C, ≥140 kWth tot 1 MWth, ≥1 MWth, Zonthermie zonvolgend met concentrerende collectoren >120°C, ≥140 kWth tot 1 MWth, ≥1 MWth	781875	PBL
Biowarmte	Ketel vaste biomassa >= 5 MW (HW), Warmte uit houtpellets >10MWt	722111€/MW (SDE-subsidie ENGIE en Eneco) 659000€/MW (afvalhout HVC)	PBL
CCUS	Porthos-project (in €, in plaats van €/MW)	475.000.000 €	porthosco2.nl

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), op basis van PBL (2022)

Tabel B.2 Hoofdcategorieën en subthema's subsidies Topsector Energie

Hoofdcategorie	Subthema's
CCUS	'CO2 afvang en (her)gebruik (CCU)', 'CO2 afvang en opslag (CCS)', 'CCUS'
Elektrisch kraken	Elektrische procesroutes als alternatief voor (kraak)fornuizen'
Gas	Small Scale LNG', 'Maatschappelijke inbedding', 'Systeemfunctie Gas'
Circulariteit	'3 Circulariteit', 'Recycling en hergebruik van afval', 'Recycling van afval', 'Circulaire Economie', 'Circulaire kunststoffen', 'Circulaire non-ferro metalen', 'Hergebruik van afval'
Waterstof	'Toepasbaar maken van waterstof productie vanuit elektriciteit', 'Waterstof', 'Industriële productie van waterstof, moleculen en innovatieve hernieuwbare brandstoffen'
Wind op zee	'Verbeteren van ecologische waarde van offshore windparken', '2. Integratie in het energiesysteem', 'Zero breakdown and Robotisation', 'WoZ zonder programmalijn', 'Windturbine en windcentrale', 'Productie van windenergie op zee goedkoper maken', 'Meervoudig ruimte gebruik van offshore windparken', '1. Kostenreductie en optimalisatie', 'Beheer en onderhoud', 'Balance of Plant optimisation', 'Beheer en onderhoud, Ondersteuningsconstructies, Transport, installatie en logistiek', 'Intern elektrisch netwerk en aansluiting van het landelijk net', 'Transport, installatie en logistiek', 'Ruimtelijke inpassing grtsh. el. opw. met zon of wind op zee', 'Ondersteuningsconstructies'
Biobased technologie	'Biotechnologische conversietechnologie', 'Chemisch katalytische conversietechnologie', 'Thermische conversie van biomassa', 'Biobased grondstoffen voor producten'
Biomassa	'Groen Gas - Vergisting', 'Biomassa (vergisting en verbranding)', 'Hernieuwbaar gas', 'Stortgas', 'Biobased grondstoffen voor transportbrandstoffen', 'Verbrandingstechnologie en directe inzet biogas', 'Groen gas - Vergassing'
Hernieuwbare elektriciteit op land	'Solar capturing', '1. Zonnestroom technologie (PV)', 'Zon-PV', 'Zonne-energie', 'Windenergie', 'Wind (Land, meer of waterkering)', 'Ruimtelijke inpassing grtsh. el. opw. met zon of wind op land', 'Fysieke integratie', 'Systeemoplossingen inpassing grootschalige opwekking hernieuwbare elektriciteit', 'TSE zonder programmalijn'
Warmte	'Lokale (warmte en stoom) infrastructuur', 'Lokale distributie van warmte', 'Systeemconcepten voor warmte en koude', 'Warmte-integratieconcepten', 'Aquathermie (TEO, TEA en TED)', '2. Warmte en Koude Installaties', 'Collectieve warmte- en koudevoorziening', '1 Warmte', 'Warmte-hergebruik, -opwaardering en -opslag'
Geothermie	'Diepe en ultradiepe geothermie voor industrie', 'Geo Energie', 'Geothermische energie', 'Geothermie (ultra) diep'

Energiebesparing	'Stimulering van opslag en conversie van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit', 'MVI-Energie', 'STEM', 'B. Cross-over technologieën', '5. Energieregelsystemen en -diensten', 'Maximaliseren van proces-efficiëntie', 'Energie-efficiency', 'Innovatieprogramma Intelligente Netten (IPIN)', 'Flexibilisering en digitalisering'
Verduurzaming gebouwen	'Aardgasloze woningen, wijken en gebouwen', 'Aerothermische energie (warmte in de omgevingslucht)', 'Industrialisatie en digitalisering van het renovatieproces', 'Ontwikkeling van integrale arrangementen voor renovatie', '3. Multifunctionele Bouwdelen', '0. Korte termijn innovaties aardgasloze wijken, woningen en gebouwen', 'Slim energiegebruik in/tussen gebouwen door haar gebruikers', 'Urban Energy zonder programmalijn', 'Gebouweigenaren en -gebruikers centraal bij energierenovaties'
Kennis	'A. Kennisuitwisseling en beeldvorming', 'Human Capital Agenda'
Overige	'Overige CO2-reducerende maatregelen', 'Sysintegr zonder programmalijn', '(Radicale) Procesvernieuwing'

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), op basis van Topsector Energie (2022)

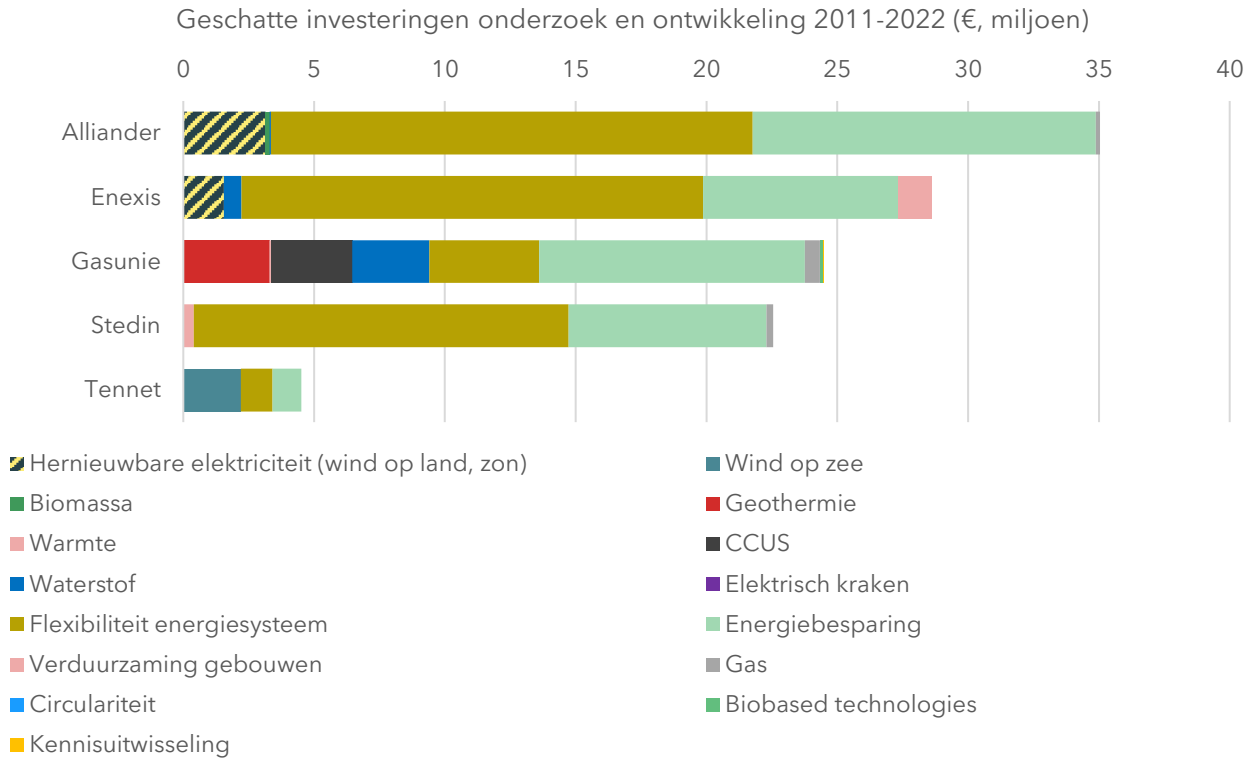
Tabel B.3 Gemiddelde aantal consortiumpartners per bedrijf

Bedrijf	Gemiddelde aantal consortiumpartners
Shell	7,8
Dow	8,0
Vattenfall	12,4
HVC	11,2
Nobian	6,7
Tata Steel	6,0
AkzoNobel	12,5
Eneco	9,9
Huntsman	8,8
RWE	5,0
Avantium	5,0
Nouryon	12,3
Lyondell Basell	1,0
Vopak	7,4
TAQA	8,1
Esso	7,7
OCI	7,3
Ørsted	9,1
Shin-Etsu	3,3
GroenLeven	6,5
Greenchoice	19,3
Sappi	10,0
Statkraft	5,7
Air Liquide	5,8
SABIC	7,9

Yara Sluiskil	6,8
PZEM	10,6
Braskem	18,0
BP	3,3
Linde	8,0
Neste	11,0
Cargill	6,0
BASF	6,3
ENGIE	6,8
Uniper	7,0
EDF	7,0
Pure Energie	2,0
BioMCN	6,0
Zeeland Refinery	7,0
Cabot	2,0
Indorama	6,2

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), op basis van Topsector Energie (2022)

Figuur B.1 Uitgaven nuts- en netbeheerders bij een subsidie-intensiteit van 25 procent



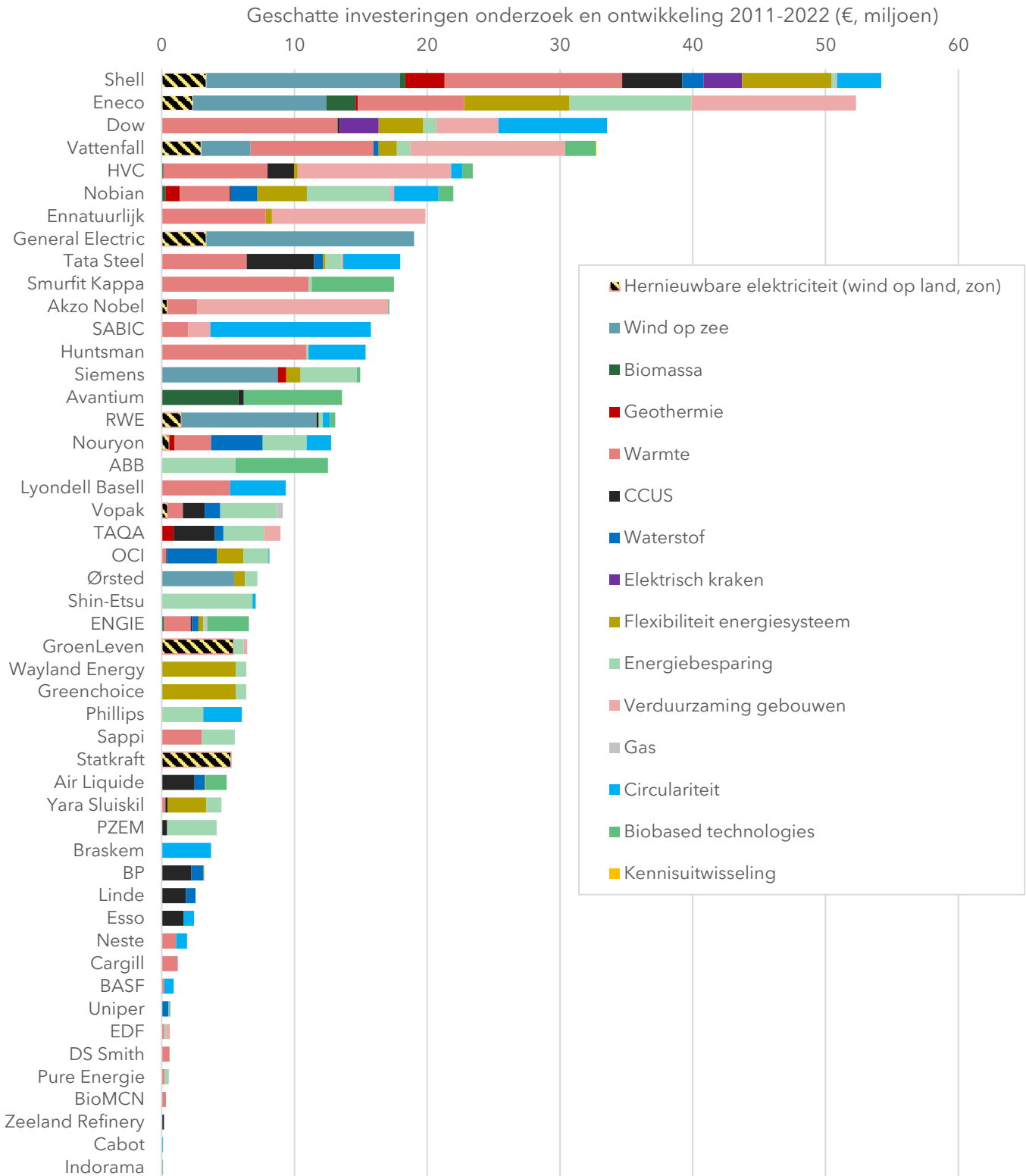
Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), op basis van Topsector Energie (2022), & Europese Commissie (2014)

Figuur B.2 Uitgaven industrieterreinen bij een subsidie-intensiteit van 25 procent




Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), op basis van Topsector Energie (2022), & Europese Commissie (2014)

Figuur B.3 Uitgaven onderzoek en ontwikkeling bij een subsidie-intensiteit van 30 procent



Bron: SEO Economisch Onderzoek (2022), op basis van Topsector Energie (2022), & Europese Commissie (2014)



“De wetenschap dat het goed is.”

SEO Economisch Onderzoek doet onafhankelijk toegepast onderzoek in opdracht van overheid en bedrijfsleven. Ons onderzoek helpt onze opdrachtgevers bij het nemen van beslissingen. SEO Economisch Onderzoek is gelieerd aan de Universiteit van Amsterdam. Dat geeft ons zicht op de nieuwste wetenschappelijke methoden. We hebben geen winstoogmerk en investeren continu in het intellectueel kapitaal van de medewerkers via promotietrajecten, het uitbrengen van wetenschappelijke publicaties, kennisnetwerken en congresbezoek.

SEO-rapport 2022-114
ISBN 978-90-5220-230-3

Informatie & Disclaimer

SEO Economisch Onderzoek heeft op de verkregen informatie en data geen onderzoek uitgevoerd dat het karakter draagt van een accountantscontrole of due diligence. SEO is niet verantwoordelijk voor fouten of omissies in de verkregen informatie en data.

Copyright © 2022 SEO Amsterdam.

Alle rechten voorbehouden. Het is geoorloofd gegevens uit dit magazine te gebruiken in artikelen, onderzoeken en collegesyllabi, mits daarbij de bron duidelijk en nauwkeurig wordt vermeld. Gegevens uit dit rapport mogen niet voor commerciële doeleinden gebruikt worden zonder voorafgaande toestemming van de auteur(s). Toestemming kan worden verkregen via secretariaat@seo.nl.

Roetersstraat 29
1018 WB Amsterdam

+31 20 525 1630
secretariaat@seo.nl
www.seo.nl