

# Klimaatambities in de gebouwde omgeving

---

**eib**

Economisch Instituut  
voor de Bouw

Het auteursrecht voor de inhoud berust geheel bij de Stichting Economisch Instituut voor de Bouw. Overnemen van de inhoud (of delen daarvan) is uitsluitend toegestaan met schriftelijke toestemming van het EIB. Het is geoorloofd gegevens uit dit rapport te gebruiken in artikelen en dergelijke, mits daarbij de bron duidelijk en nauwkeurig wordt vermeld.

Mei 2024

# Klimaatambities in de gebouwde omgeving

---

---



## Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>15</b>
<b>2 Klimaatambities</b>	<b>17</b>
<b>3 Internationaal perspectief</b>	<b>21</b>
3.1 Historische ontwikkeling vanuit internationaal perspectief	21
3.2 Bepalende factoren voor CO <sub>2</sub> -uitstoot	23
3.3 Verkenning tot 2030	27
<b>4 Historische ontwikkelingen in Nederland</b>	<b>29</b>
4.1 CO <sub>2</sub> -uitstoot en energieverbruik in de gebouwde omgeving	29
4.2 Energieverbruik woningen	32
4.3 Energieverbruik utiliteitsgebouwen	36
4.4 Energiebronnen elektriciteitsproductie	39
4.5 Financiële effecten van verduurzamingsmaatregelen	40
<b>5 Verduurzaming tot 2030</b>	<b>51</b>
5.1 Opgave verdere broeikasgasreductie tot 2030	51
5.2 Intensivering van maatregelen in de gebouwde omgeving	53
<b>6 Scenario's</b>	<b>59</b>
6.1 Scenario: volledig CO <sub>2</sub> -neutraal in 2050	59
6.2 Scenario: volledig of bijna (90%) CO <sub>2</sub> -neutraal in 2040	68
6.3 Scenario: klimaatneutraal in 2060	72
6.4 Beleidsimplicaties	75
<b>Bijlage A Visualisaties CO<sub>2</sub>-uitstoot per werelddeel</b>	<b>77</b>
<b>Bijlage B Warmteoplossingen in de gebouwde omgeving</b>	<b>79</b>



---

## Samenvatting

---

### Klimaatambities Parijs: alleen Europa ligt op koers

Bij het beschouwen van de voortgang bij het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen blijkt Europa het enige continent waar serieuze progressie is waar te nemen. In Europa is de uitstoot met 30% gedaald sinds 1990 en in recente jaren is daarbij sprake van een versnelde daling van de emissies. Aan de andere kant van het spectrum bevindt zich Azië, waar de uitstoot bijna is verdrievoudigd en ook in het afgelopen jaar verder is gestegen. De emissies vanuit andere blokken in de wereld zijn ook toegenomen, met name in Afrika is dit het geval. Elders was doorgaans sprake van een lichte toename in deze periode. Per saldo hebben deze ontwikkelingen geleid tot een stijging van de mondiale emissies met 60% ten opzichte van 1990, zodat duidelijk is dat de doelstelling van Parijs om in 2030 al 49% reductie te bereiken alleen in Europa kan worden gerealiseerd. Op mondiale schaal ligt dit doel ver buiten bereik. Het enige goede nieuws hier is dat de groei van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de laatste zeven jaar duidelijk is afgevlakt.

### Toekomst van de planeet wordt bepaald in Azië

Met de explosieve stijging van de emissies in Azië, is ook het aandeel van dit continent in de mondiale emissies spectaculair gestegen van ruim 30% in 1990 naar bijna 60% in 2022. Omgekeerd is het aandeel van Europa gedaald van 22% naar 9%. De EU-27 was in 2022 zelfs maar goed voor 6,5% van de emissies in de wereld. Deze divergerende ontwikkeling zal bovendien doorzetten in de komende jaren. De eenvoudige rekenkundige werkelijkheid is dan dat versnelde reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de EU geen gewicht meer in de schaal legt en alleen Azië kan zorgen voor effectieve vermindering van de opwarming van de aarde. De problemen in Azië om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te beperken zijn omvangrijk. China komt mogelijk op een omslagpunt, waarbij de emissies kunnen stabiliseren. Hier werken een afnemende demografische druk en een groeiende economie tegen elkaar in. Het kernprobleem in China is echter de energiemix die zwaar leunt op kolen. Dit leidt er toe dat China zelfs een grotere CO<sub>2</sub>-uitstoot kent per inwoner dan bijvoorbeeld Nederland.

Een nog grotere uitdaging ligt in overig Azië, waar de emissies nog vele jaren zullen blijven toenemen. Hier is op dit moment nog sprake van een laag energieverbruik per inwoner, ongeveer 40% van het niveau van China. Met een sterke toename van de welvaart en nog aanhoudende demografische groei zal rekening moeten worden gehouden met stijgende emissies in dit deel van de wereld, ook op langere termijn. Ook het Afrikaanse continent zal naar verwachting nog lange tijd een stijging van de CO<sub>2</sub>-uitstoot te zien geven.

Uit de internationale ontwikkelingen kan ook worden afgeleid dat er een grote afstand bestaat tussen het formuleren van ambities en het realiseren daarvan.

### Nederland past in het Europese beeld, versnelde daling emissies in laatste jaren

Als klein land zijn de emissies van de Nederland op mondiale schaal uiteraard gering. In 1990 ging het om 0,7% van de mondiale uitstoot, in 2022 was dit aandeel gedaald tot 0,3%. Ook voor Nederland geldt - net als elders in Europa - dat dit aandeel zal blijven dalen in de komende jaren. Zo is ook in 2023 weer een stevige reductie van de emissies bereikt met 6%. Daarmee is de CO<sub>2</sub>-uitstoot in ons land sinds 1990 met ruim 35% gedaald. Deze prestatie krijgt nog meer gewicht als bedacht wordt dat er in deze periode sprake is geweest van een stijging van het aantal inwoners van 15 naar 18 miljoen, terwijl de economie met zelfs 80% is gegroeid in reële termen. De CO<sub>2</sub>-uitstoot per hoofd van de bevolking is daarmee met 50% gedaald sinds 1990, terwijl de daling in relatie tot het nationaal inkomen zelfs 70% bedraagt.

## Ontwikkeling gebouwde omgeving past in breder nationaal beeld

De ontwikkeling van de emissies die aan de gebouwde omgeving worden toegerekend passen in het brede nationale beeld. Ook in de gebouwde omgeving is de CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2022 ongeveer 30% lager dan in 1990. In 2023 is de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de gebouwde omgeving met nog eens 9% gedaald, waarmee de totale reductie sinds 1990 inmiddels bijna 40% bedraagt. In feite is de reductie nog groter als ook de elektriciteitssector in de analyse wordt betrokken. Hier is de CO<sub>2</sub>-reductie voor gebruik in de gebouwde omgeving ongeveer 50% geweest. De elektriciteitssector wordt als aparte sector geregistreerd en niet aan de verbruikende sectoren toegerekend, zoals de gebouwde omgeving. Deze resultaten zijn behaald bij een stevige toename van het aantal huishoudens, de beroepsbevolking en het welvaartspeil van de bevolking.

## Prestaties hebben aanzienlijke inspanningen en offers gevraagd

Deze resultaten voor de CO<sub>2</sub>-uitstoot in Nederland en in de gebouwde omgeving in het bijzonder zijn niet zomaar ontstaan. De prestaties hebben aanzienlijke inspanningen en stevige financiële offers gevraagd. Zo is in de afgelopen tien jaar ongeveer € 20 miljard aan directe duurzaamheidssubsidies verstrekt door alleen al de Rijksoverheid. De subsidies vanuit gemeenten en provincies zijn niet precies bekend, maar ook hier gaat het zeker om miljarden in de beschouwde periode. De subsidies zijn nodig geweest omdat de investeringen van particuliere huishoudens in het verduurzamen van hun woning zich slechts ten dele laat terugverdienen door besparingen op de energierekening.

Naast directe subsidies en belastinguitgaven speelt regelgeving een belangrijke rol. Zo zijn de energieprestatienormen bij de nieuwbouw van woningen sterk opgeschroefd in de afgelopen tien jaar, waarbij sinds enkele jaren bijna energie-neutrale en aardgasvrije woningen moeten worden opgeleverd. Dit heeft geleid tot additionele investeringen ter grootte van € 10 miljard, waarvan het onrendabele deel grofweg de helft was.

Ook woningcorporaties hebben veel investeringen verricht in verduurzaming van het woningbezit. In recente jaren zijn de investeringen zelfs in een stroomversnelling terecht gekomen. Zo is het aantal zeer energiezuinige woningen (label A of beter) tussen 2021 en 2023 gestegen van 640.000 naar 814.000 woningen. Daarmee zit inmiddels bijna 40% van de sociale woningvoorraad in deze categorie. Omgekeerd is het aantal energetisch slechte woningen (E/F/G-label) gedaald van 280.000 in 2021 tot 180.000 in 2023. Daarmee viel het afgelopen jaar minder dan 9% in deze categorie. Ook voor deze investeringen in verduurzaming van het corporatiebezit geldt dat slechts een beperkt deel kan worden terugverdiend op de energierekeningen van de bewoners en het grootste deel als subsidie moet worden beschouwd die betaald wordt door corporaties.

De investeringen in de gebouwde omgeving zien wij terug in de daarmee samenhangende bouwproductie. Deze is in de periode 2017-2023 gestegen van € 5 miljard naar € 13 miljard. Over de afgelopen tien jaar gaat het naar schatting om gecumuleerde investeringen van € 80 miljard, waarvan € 50 miljard onrendabel. Deze onrendabele investeringen zijn afgedekt met bovengenoemde subsidies van overheden en corporaties of terecht gekomen bij particuliere huishoudens via verplichtende regelgeving.

Ten slotte kan nog worden gewezen op interventies die niet in de bouwproductie zichtbaar worden. Dit betreft bijvoorbeeld impliciete subsidies, zoals het tegen verlaagde prijzen beschikbaar stellen van grond voor windparken en zonneweiden. Ook de kosten van de capaciteitsinzet van ambtenaren bij gemeenten, provincies en het Rijk kunnen hier worden genoemd. Zoals bij eerder onderzoek naar aardgasvrije wijken is gebleken, zijn de proceskosten in concrete programma's doorgaans niet gering in relatie tot de bouwkosten.

Het feit dat er aanzienlijke inspanningen en offers zijn gebracht in de afgelopen tien jaar is geen waardeoordeel. Het laat alleen zien dat om belangrijke prestaties te realiseren er ook stevige offers moeten worden gebracht. Wel maakt het bovenstaande duidelijk dat de negatieve beeldvorming over de prestaties ('wij bungelen onderaan de lijstjes') en de beleidsinspanningen ('er gebeurt geen bal') niet op feiten zijn gebaseerd.

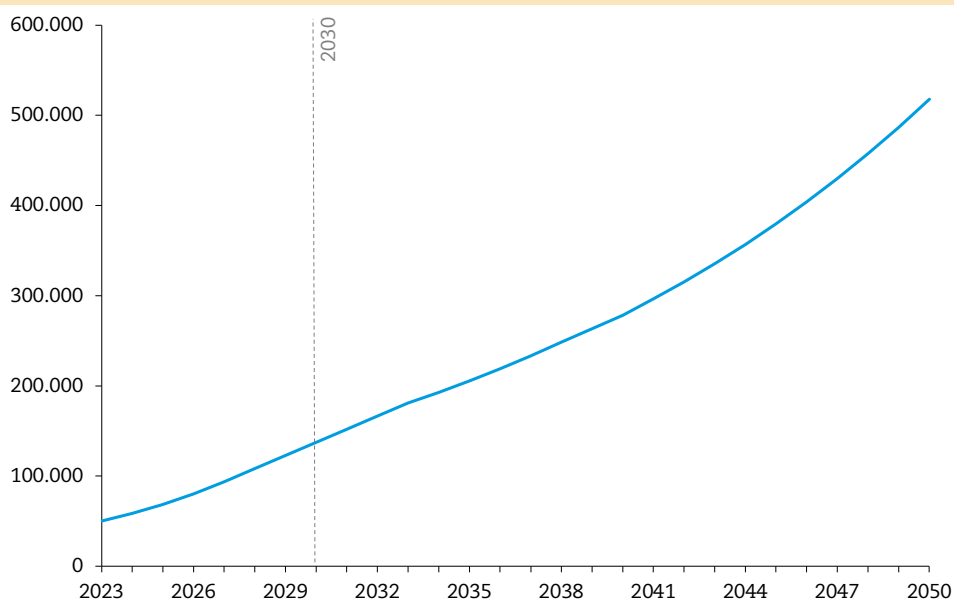
## Klimaatambitie 2030 lijkt haalbaar, inspanningen en offers verder omhoog

Een reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 55% in 2030 lijkt haalbaar in de meeste Europese landen en dit geldt zeker ook voor Nederland, waar sprake is van een acceleratie in de beperking van de uitstoot in de laatste jaren. Een probleem is wel dat de inspanningen en offers nog duidelijk verder omhoog zullen moeten. Zo zijn al omvangrijke verplichtingen aangegaan in het kader van de Stimuleringsregeling voor Duurzame Energie (SDE, SDE+ en SDE++) die nog tot uitkering zullen komen in de komende jaren. Daarnaast bestaan er veel andere subsidieregelingen. Het totale bedrag aan verduurzamingssubsidies bedraagt gecumuleerd ruim € 35 miljard in de periode 2025-2030. De subsidies die zich specifiek richten op de gebouwde omgeving zullen nog aanzienlijk moeten toenemen in deze periode, bijvoorbeeld in samenhang met de verplichte hybride ketel vanaf 2026. De bestaande subsidieregeling kan in de tijd uiteraard worden versoepeld of beperkt, maar dan komt het verliesgevende deel van de (verplichte) investering bij huishoudens te liggen. Een andere en nog grotere kostenpost ligt bij het Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie, voorheen het Programma Aardgasvrije Wijken. Om enigszins op stoom te komen richting een aardgasloze bestaande voorraad is ten minste een verdrievoudiging nodig van het aantal woningen dat jaarlijks van het aardgas wordt gehaald. Dit aantal woningen moet dan toenemen van 50.000 in het afgelopen jaar naar 150.000 in 2030. Dit lijkt niet onmogelijk, maar de vereiste investeringen en proceskosten lopen dan op van € 2 miljard in 2023 naar € 6 miljard in 2030. In de utiliteitssector moet het beleid rond het loskoppelen van het aardgas nog vorm krijgen, maar om op termijn hier van het fossiel af te kunnen, zullen ook hier betekenisvolle stappen gezet moeten worden in de komende jaren met bijbehorende kosten. Ten slotte zou de opschaling in de gebouwde omgeving ook een flink beroep doen op extra arbeid. Zo zou de relevante werkgelegenheid in de beroepen die met verduurzaming zijn gemoeid met toenemen van bijna 60.000 in 2023 naar ruim 80.000 voltijdbanen in 2030.

## Klimaatneutrale gebouwde omgeving in 2050: een immense opgave

Terwijl de financiële offers en inspanningen richting 2030 al flink (moeten) toenemen, liggen er nog veel grotere opgaven na 2030. In 2030 zijn zelfs met een forse opschaling in de komende jaren nog geen miljoen woningen van het gas af gehaald. In de daaropvolgende 20 jaar moeten dan nog 6,1 miljoen woningen van het gas af. In 2050 komen wij dan uit op ruim 500.000 woningen die in dat jaar van het gas af moeten. In figuur 1 wordt het pad getoond dat hier moet worden afgelegd richting de toekomst.

**Figuur 1** Aantal jaarlijks aardgasvrij te maken woningen bij klimaatneutraal in 2050, 2023-2050



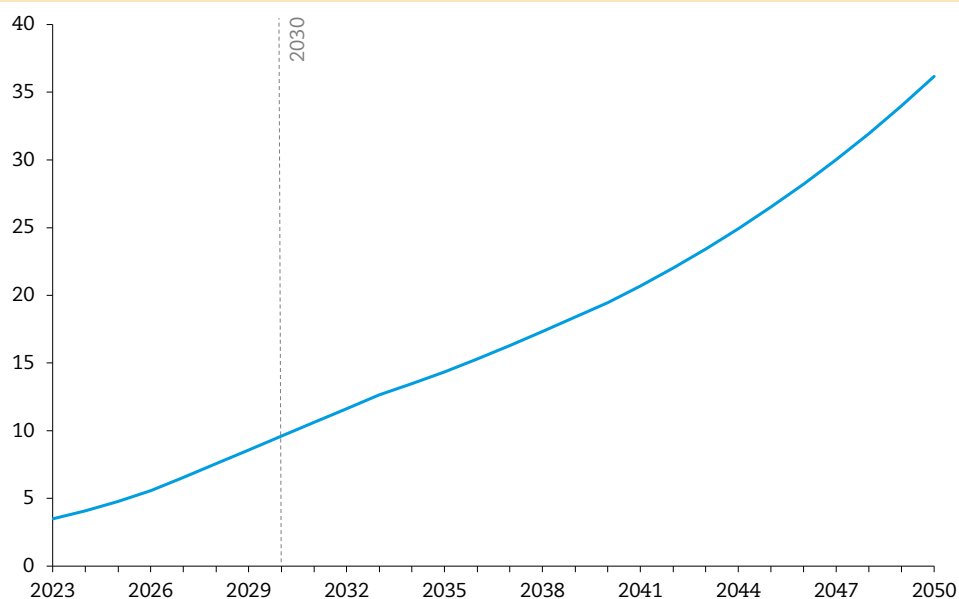
Bron: EIB

De opgave zoals die uit figuur 1 kan worden afgeleid is immens. Het aantal woningen dat van het aardgas af wordt gehaald loopt van 50.000 in 2023 naar ruim 500.000 in 2050, een vertienvoudiging. De investeringen die hiermee samenhangen bedragen gecumuleerd € 275 miljard. Hiervan is naar schatting € 160 miljard onrendabel en dit zal moeten worden opgevangen door hogere belastingen, vanuit vermogens van de woningcorporaties of door hogere energierekeningen van huishoudens.

De opgave in de gebouwde omgeving beperkt zich echter niet tot de woningmarkt. In de utiliteitssector zal 480 miljoen m<sup>2</sup>, 85% van het huidige vloeroppervlak, klimaatneutraal gemaakt moeten worden (figuur 2). De investeringen die hiermee samenhangen bedragen bijna € 100 miljard in de periode 2024-2050. Ook hier zien wij weer dat het aantal m<sup>2</sup> dat jaarlijks van het aardgas af moet worden gehaald, een explosieve groei moet ondergaan om op het gewenste doel in 2050 te kunnen uitkomen. Van de investeringen is naar schatting € 65 miljard euro onrendabel.

De energietransitie vereist in de periode 2024-2050 ongeveer € 375 miljard aan investeringen in de gebouwde omgeving, waarvan € 225 miljard onrendabel is. Dit zijn indrukwekkende cijfers die duidelijk maken dat hier een immense opgave ligt.

**Figuur 2** Aantal jaarlijks aardgasvrij te maken utiliteitsgebouwen bij klimaatneutraal in 2050, 2023-2050, in miljoenen m<sup>2</sup>



Bron: EIB

### Capaciteit: struikelblok voor realisatie van ambities

Terwijl er financieel al sprake is van een immense opgave, zijn de fysieke implicaties van een fossielvrije gebouwde omgeving in 2050 nog omvangrijker. Het grootste probleem ligt bij de arbeidscapaciteit die nodig is om de gebouwde omgeving van het aardgas te halen. In het afgelopen jaar waren bijna 60.000 voltijdbanen gemoeid met de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Dit moet oplopen naar ruim 150.000 voltijdbanen in 2050, een stijging van bijna 100.000 voltijdbanen. Een dergelijke schaa sprong lijkt zelfs in een periode van 27 jaar niet te realiseren. Bedacht moet ook worden dat de extra vraag naar arbeidskrachten niet gelijkmatig over alle beroepen is verdeeld. De vraag is geconcentreerd bij vakmensen, die niet zelden ook gecertificeerd moeten zijn. De instroom in de technische opleidingen is op dit moment nog voldoende voor de productie, maar deze neemt in de tijd geleidelijk af. Waar de enorme extra arbeidscapaciteit dan vandaan moet komen, is onduidelijk.

### Tussendoel van 90% CO<sub>2</sub>-reductie in 2040 niet realistisch vorm te geven

Het realiseren van een doel voor de gebouwde omgeving om in 2040 al een reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot te realiseren met 90% is eenvoudig niet voor te stellen in de tijd en dit geldt uiteraard nog sterker voor een doel om al volledig fossielvrij te zijn in 2040. Tijd is namelijk de cruciale factor om de enorme bestaande voorraden van woningen en utiliteitsgebouwen te kunnen verduurzamen. Bij de formulering van ambities lijkt alleen te worden gekeken naar de urgentie die men ziet om klimaatproblemen aan te pakken (*'wij kunnen niet wachten'*), maar hoe het pad dat daar naar toe zou moeten leiden er dan uit zou zien wordt nergens inzichtelijk gemaakt. En hier wringt de schoen. Er is arbeidscapaciteit nodig om woningen en andere gebouwen te verduurzamen en deze capaciteit kan worden uitgebreid, maar dit vergt tijd.

De doorlooptijd heeft een enorme invloed op de arbeidscapaciteit die tijdens de transitie nodig is. Zo moet de vereiste arbeidscapaciteit in een scenario van klimaatneutraal in 2040 oplopen tot 275.000 arbeidsjaren aan het eind van de periode, tegenover bijna 60.000 arbeidsjaren op dit moment. Ook het scenario met 90% CO<sub>2</sub>-reductie in 2040 verlaagt deze opgave maar in zeer

beperkte mate. Het scenario dat zich richt op klimaatneutraal in 2050 zorgt er wel voor dat de opgave wordt beperkt ten opzichte van 2040, maar ook binnen deze tijdspanne is de opgave vanuit de arbeidscapaciteit een brug te ver.

Er zijn twee redenen waarom de tijdspanne waarbinnen de energietransitie moet worden doorlopen zulke grote effecten heeft op de benodigde arbeidscapaciteit.

Ten eerste is er een groot verschil in de jaarlijkse gemiddelde opgave. Tussen 2030 en 2040 ligt maar tien jaar en daardoor is de opgave bijvoorbeeld twee keer zo groot in vergelijking met 2050, waar twintig jaar beschikbaar is. Dan is er het feit dat in de tijd opgeschaald moet worden vanuit een veel lager startniveau. Zo starten wij vanuit 150.000 woningen per jaar in 2030 om vervolgens gemiddeld 305.000 woningen per jaar te realiseren richting 2050. Aangezien die 305.000 woningen de eerste jaren nog niet kunnen worden bereikt, moeten er meer dan deze 305.000 woningen aan het eind van de periode op jaarbasis worden verduurzaamd.

### Bijzondere uitdagingen in de gebouwde omgeving

Er zijn diverse bijzondere problemen bij het van het aardgas halen van de gebouwde omgeving. De eerste is de uitzonderlijk grote schaal waarop dit zou moeten plaatsvinden. De tweede uitdaging is dat de ingrepen moeten plaatsvinden in woningen van miljoenen individuele huishoudens en in gebouwen van talloze organisaties. Hoe lastig en weerbarstig deze materie is wordt pijnlijk duidelijk bij de ervaringen met de aardgasvrije wijken die tot nu toe zijn ondernomen.

### Arbeidscapaciteit: grenzen aan de groei

De arbeidscapaciteit in de bouw kent een redelijke mate van flexibiliteit. Zo kan de productie stijgen door meer arbeid aan te trekken. Structureel zal een stijging van de arbeidscapaciteit moeten komen van meer instroom vanuit de opleidingen en meer buitenlandse arbeidskrachten. Bij de instroom zit er naar verwachting niet veel rek meer. De pool aan jonge mensen met technische opleidingen zal op termijn eerder dalen dan stijgen. Het marktaandeel van de bouw binnen deze technische opleidingen is recent weer op het niveau gekomen van voor de bouwcrisis (2012-2013), zodat hier ook maar beperkte mogelijkheden liggen voor verdere groei.

Het aantal buitenlandse arbeidskrachten kan naar verwachting nog toenemen, maar ook hier lijkt de stevige groei uit het verleden niet te worden gereproduceerd in de toekomst. De eerste factor is hier dat in de belangrijkste herkomstlanden ook forse uitdagingen bestaan om te verduurzamen. Dit doet een beroep op dezelfde soort arbeid in de herkomstlanden. Ten tweede nemen de welvaartsverschillen af tussen de herkomstlanden en West-Europa, zodat de push-factor minder groot wordt. Ten slotte is het klimaat rond (arbeids-)migratie restrictiever aan het worden in Noordwest-Europa. De verwachting is dat het aantal arbeidsmigranten nog altijd kan toenemen, maar met een gematigd groeipad. Per saldo is een exponentiele groei van de arbeidscapaciteit dan niet mogelijk.

### Technologie: geen grote productiviteitswinsten in bestaande voorraden

Zoals hierboven aangegeven zijn ingrepen in bestaande woningen en andere gebouwen lastig en weerbarstig. Men komt in de persoonlijke sfeer en aan eigendomsrechten, zodat draagvlak voor de ingrepen moet worden georganiseerd. De woningen die moeten worden verduurzaamd, verschillen vaak sterk in karakteristieken, waaronder de energetische situatie van de woning. Zelfs woningen die oorspronkelijk identiek zijn gebouwd in een bepaalde wijk, verschillen na enkele decennia door allerlei ingrepen van bewoners. De implicatie is dat maatwerk moet worden geleverd en dat vergaande standaardisatie doorgaans niet goed is toe te passen. In dit opzicht wordt een spiegel voorgehouden door recente ervaringsfeiten. Zo is de sterke groei van de bouwproductie sinds 2017 - waarbij de duurzaamheidsproductie de motor vormde - gepaard gegaan met een bovengemiddelde groei van de arbeidscapaciteit, terwijl de arbeidsproductiviteit zelfs licht gedaald is. Dit betekent niet dat er geen technologische ontwikkeling is, maar het betekent wel dat er andere factoren zijn zoals toegenomen regelgeving die hier weer

tegenin werken. Ook in de toekomst zal nieuwe regelgeving en bijvoorbeeld ook ambities rond circulariteit een rol blijven spelen.

### Wat gebeurt er na het bereiken van de klimaatdoelen?

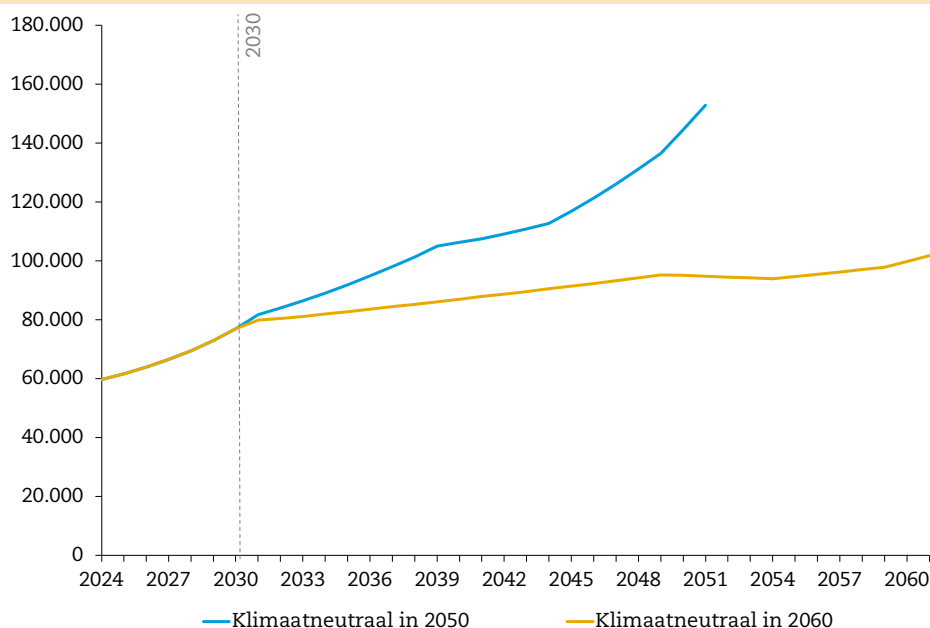
Een bijzonder probleem voor de bouwmarkt is de vraag wat er gebeurt als de voorraden klimaatneutraal zijn geworden. Op dat moment dat bijvoorbeeld in 2050 deze staat zou worden bereikt, dan valt de markt vervolgens terug naar een onderhouds- en vervangingsmarkt. Daarbij is dan nog slechts een derde deel van de arbeidscapaciteit nodig en zal veel personeel overbodig worden. Dit zal het ook in de aanloop naar 2050 heel moeilijk maken om veel extra personeel aan te trekken en op te leiden, terwijl binnen enkele jaren er overcapaciteit ontstaat. Ook dit fenomeen pleit ervoor om de vereiste arbeidscapaciteit niet al te steil te laten toenemen.

### Beleidsimplicaties: een realistisch tijdpad met mogelijk negatieve emissies

Men kan ambities formuleren en 'stippen op de horizon' aangeven die zijn ingegeven door steeds grotere zorgen over het wereldwijde klimaat. Dit zegt echter niets over de haalbaarheid van dergelijke ambities. Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft recent geconcludeerd dat de ambities voor 2050 haalbaar zijn en dat zelfs 90% klimaatneutraal haalbaar zou zijn in 2040. Nadere bestudering van de rapporten van PBL maakt echter duidelijk dat deze uitspraak over de haalbaarheid alleen betrekking heeft op de technologische en geofysische haalbaarheid: *"Bij de haalbaarheidsdiscussie hierboven is alleen gekeken naar de geofysische en technologische dimensies van haalbaarheid. Wanneer we de economische dimensie, maatschappelijke acceptatie en institutionele capaciteit meenemen, is het aannemelijk dat de maximaal haalbare reductie lager uitvalt"* (pag. 45).

Dat is inderdaad het geval en zoals hierboven uiteengezet, is de arbeidscapaciteit in de bouw hierbij een groot struikelblok. De vraag rijst vervolgens welke implicaties dit heeft. Een eerste voor de hand liggende route is om wat meer tijd te nemen voor de transitie. Zo zou een pad naar energieneutraal in 2060 voor de gebouwde omgeving de grootste problemen oplossen, zoals te zien is in onderstaande figuur.

**Figuur 3 Vereiste arbeidscapaciteit bij verschillende paden naar een klimaatneutrale gebouwde omgeving, 2023-2050, in arbeidsjaren**



Bron: EIB

De tegenargumenten zijn ongetwijfeld dat er internationale afspraken bestaan, dat rechters landen hier aan houden en dat de urgentie juist alleen maar groter is geworden. Op het moment dat de internationale dimensie erbij wordt betrokken moet wel worden bedacht dat een fossielvrije wereld in 2050 niet is te realiseren. Zelfs in Nederland is dit volgens PBL niet haalbaar voor de industrie en de landbouw en zijn negatieve emissies via o.a. CO<sub>2</sub>-opslag noodzakelijk om naar CO<sub>2</sub>-neutraal te komen. In andere delen van de wereld waar tot op de dag van vandaag kolencentrales worden toegevoegd ligt dit uiteraard nog veel verder buiten bereik. Als Nederland voor de gebouwde omgeving tot 2060 zou nemen om volledig CO<sub>2</sub>-neutraal te worden, dan zullen wij nog steeds tot de koplopers in de wereld behoren. Rechters kunnen van oordeel zijn dat landen als Nederland of Zwitserland versneld CO<sub>2</sub> moeten reduceren om hun bevolking te beschermen tegen klimaatopwarming, maar feit is dat deze landen dit niet kunnen. Daarvoor leggen zij geen gewicht in de schaal en dit geldt zelfs voor de totale EU-27.

Er is een verschil tussen wenselijkheid en haalbaarheid. De urgentie van het oplossen van klimaatproblemen mag zijn toegenomen, maar er geldt ook 'tot het onmogelijke is niemand gehouden'.

Flankerend beleid is overigens nog altijd wel mogelijk. Zo kan herbebossing zorgen voor negatieve emissies, ook al kan dit naar verwachting geen volledige compensatie bieden. Wel zal een dergelijk beleid ook andere voordelen voor natuur en biodiversiteit met zich meebrengen.

---

## 1 Inleiding

---

De overgang naar een fossielvrije samenleving heeft sinds de afspraken in Parijs geleid tot een aanscherping van de ambities in Europa en in Nederland. Terwijl in Parijs een reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 95% werd afgesproken voor 2050, is de lat in de tussentijd verhoogd. In Europa wordt gestuurd op een reductie met 90% in 2040 en in enkele verkiezingsprogramma's in Nederland wordt voor dat jaar al het doel gesteld van CO<sub>2</sub>-neutraal. Dit roept de vraag op hoe tegen dergelijke ambities kan worden aangekeken. Het ambitieniveau kan immers niet los worden gezien van de inspanningen en offers die moeten worden gebracht om de ambities te realiseren. Als de doelstellingen geen bijzondere inspanningen vereisen, dan ligt de lat de laag. Als het daarentegen niet mogelijk is om de doelstellingen zelfs bij benadering te realiseren met forse inspanningen, dan ligt de lat te hoog.

Klimaatbeleid in de vorm van het reduceren van de uitstoot van broeikasgassen moet ook in een mondiale context worden gezien. De voordelen van dergelijk klimaatbeleid zullen immers alleen worden bereikt indien de CO<sub>2</sub>-uitstoot mondiaal voldoende wordt teruggedrongen. In hoofdstuk één komen daarom als eerste de internationale en daarmee samenhangende nationale klimaatambities aan de orde. Hoofdstuk twee gaat in op de mondiale context. Wat zijn de ontwikkelingen in verschillende delen van de wereld geweest sinds 1990 en welke factoren hebben het beeld bepaald? Hoe zijn de ontwikkelingen in Europa en in Nederland geweest en hoe verhoudt zich dit tot ontwikkelingen elders in de wereld? Hierbij wordt niet alleen gekeken naar de ontwikkeling van de totale uitstoot in termen van CO<sub>2</sub> equivalenten, maar ook naar de uitstoot in relatie tot de bevolkingsomvang en het nationale inkomen. Dit hoofdstuk wordt afgerond met een korte vooruitblik richting 2030, waar komen we naar verwachting uit in de komende zeven jaar?

Vanaf hoofdstuk drie ligt de nadruk op het nationale beleid. In hoofdstuk drie bespreken wij de ontwikkelingen tot nu toe en de inmiddels bereikte situatie in de gebouwde omgeving in Nederland. Wat is er bereikt en welke inspanningen hebben wij hiervoor geleverd? Hoofdstuk vier kijkt vervolgens vooruit tot 2030. Hierbij komt de reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de gebouwde omgeving tot 2030 aan de orde, alsmede de inspanningen die hiervoor nodig zijn. In hoofdstuk vijf wordt ingegaan op de ontwikkelingen in de gebouwde omgeving tot 2050. Dit gebeurt aan de hand van drie beleidsscenario's: een geleidelijke opschaling richting een CO<sub>2</sub>-neutrale gebouwde omgeving in 2050, een versnelde opschaling met in 2040 een volledig of bijna volledige (90%) CO<sub>2</sub>-neutrale bouwvoorraad en een CO<sub>2</sub>-neutrale gebouwde omgeving die pas in 2060 wordt bereikt. Hierbij wordt zowel gekeken naar de fysieke inspanningen en investeringen die hiervoor nodig zijn als naar de financiële gevolgen die hiermee gepaard gaan. Dit wordt zowel in beeld gebracht voor de woningvoorraad als voor de utiliteitsvoorraden.



## 2 Klimaatambities

Er zijn een aantal nationale en internationale afspraken gemaakt in het kader van klimaatambities. In dit hoofdstuk worden deze afspraken chronologisch beschreven.

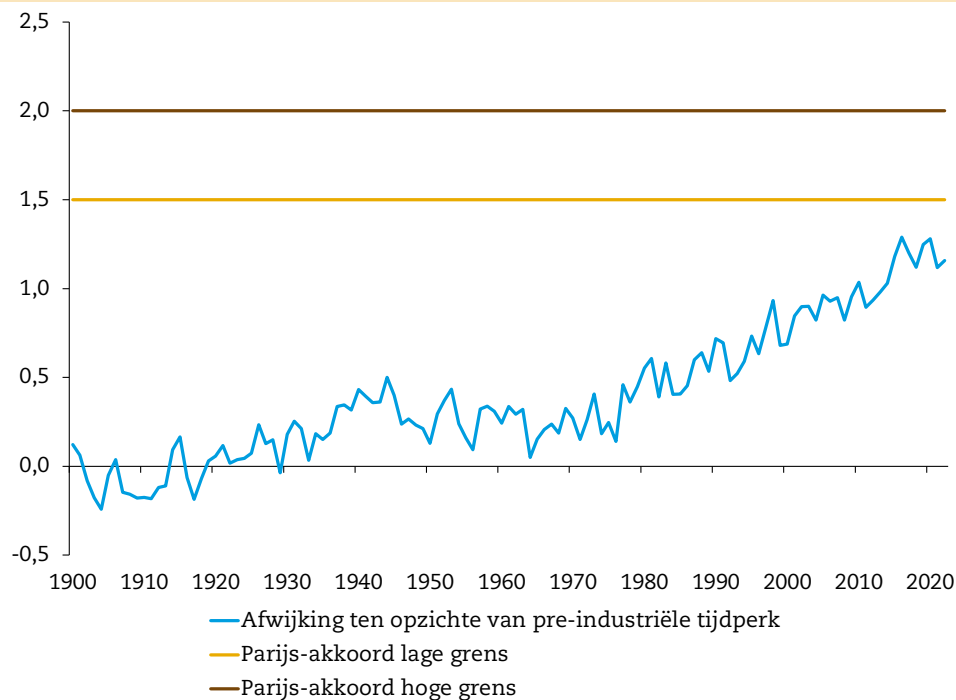
### Klimaatakkoord

In 2015 werd in Parijs het Klimaatakkoord gesloten om klimaatverandering tegen te gaan en acties te ondernemen voor een toekomst met minder CO<sub>2</sub>-uitstoot. Het belangrijkste punt uit dit akkoord is dat de globale temperatuurstijging tot maximaal 2 graden Celsius moet worden beperkt ten opzichte van het pre-industriële tijdperk, en er wordt gestreefd naar een maximale stijging van 1,5 graden Celsius. Hierbij is het doel om zo snel mogelijk een piek te bereiken bij de uitstoot van broeikasgassen. Ook moeten landen elke 5 jaar een 'nationally determined contribution' (NDC) vaststellen en communiceren. Aan het akkoord doen 195 landen mee, inclusief de Verenigde Staten, China en India. Binnen het akkoord wordt geen onderscheid gemaakt tussen ontwikkelingslanden en ontwikkelde landen, maar ontwikkelde landen worden wel geacht ontwikkelingslanden ondersteunen in het bouwen van een schone toekomst.

### Huidige temperatuurstijging ten opzichte van de doelen

Figuur 2.1 laat de temperatuurafwijking zien ten opzichte van het pre-industriële tijdperk (1850-1900) zien. In de periode 2015-2022 ligt de gemiddelde afwijking op ongeveer 1,2 °C. Dit betekent dus dat de temperatuurstijging al bijna op het niveau zit van het 'lage doel' van het Parijsakkoord.

Figuur 2.1 Temperatuurafwijking ten opzichte van het pre-industriële tijdperk, 1900-2022, in °C



Bron: EIB

## **Klimaatwet**

Als reactie op het Klimaatakkoord van Parijs stelde Nederland in 2019 de Klimaatwet vast. Het hoofddoel van dit akkoord is om in 2050 in Nederland een broeikasgasreductie van 95% gerealiseerd te hebben ten opzichte van 1990. Als tussendoel wordt een reductie van 49% gesteld in 2030. Bovendien is er een streven naar complete CO<sub>2</sub>-neutrale productie van elektriciteit in 2050. In het Klimaatakkoord wordt dit per sector toegelicht. Hier is het doel geformuleerd om in de gebouwde omgeving 3,4 Mton minder CO<sub>2</sub> uit te stoten dan in 'het referentiescenario'; de prognose van de ontwikkeling van de uitstoot van broeikasgassen zonder extra maatregelen. In 2050 moeten zeven miljoen woningen en een miljoen gebouwen van het aardgas af zijn, met als tussendoel anderhalf miljoen woningen in 2030. Ook wordt er in het Klimaatakkoord gesproken over financiering en kostenreductie, om de onrendabele verduurzaming aantrekkelijk te maken. Naast financiële prikkels zijn extra maatregelen genomen om de verduurzaming te versnellen. Hiervoor is onder meer de wijkgerichte aanpak opgesteld. Voor utiliteitsbouw is voorgesteld om een samenhangend pakket van wettelijke normen en instrumenten te ontwikkelen, die leiden tot een CO<sub>2</sub>-reductie van 50% in 2030 ten opzichte van 1990 en een CO<sub>2</sub>-arme utiliteitsbouw in 2050. Tot slot is in het Klimaatakkoord een stuk opgenomen over de inzet van duurzame warmte en groen gas om CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren en de implementatie van SDE+ en andere beleidsinstrumenten met hetzelfde doel.

## **Fit for 55**

In 2021 heeft de Europese Commissie een pakket aan maatregelen voorgesteld om de uitstoot van broeikasgassen met 55% te verminderen voor 2030, vergeleken met 1990. Het pakket behelst beleidsmaatregelen op het gebied van klimaat, energie, landgebruik, transport en taxatie. Dit wordt ook wel Fit-for-55 genoemd. Het pakket is cruciaal om het zogenaamde 'European Green Deal' te realiseren, wat inhoudt dat Europa het eerste klimaat-neutrale continent zal zijn in 2050. Dit pakket is in 2020 gecommuniceerd naar de UNFCCC<sup>1</sup> als de bijdrage van de EU om de doelen zoals gesteld in het Klimaatakkoord te behalen.

## **Glasgow Climate Pact**

In 2021 vond er een klimaatop in Glasgow plaats. Hier werd, in navolging van het Klimaatakkoord in Parijs in 2015, de voortgang op de gestelde doelen geëvalueerd. Uit de bijeenkomst is het Glasgow Climate Pact ontstaan. Hierin is specifiek het verminderen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot benoemd, met als doelen 45% CO<sub>2</sub>-reductie in 2030 ten opzichte van 2010, en tot nul in 2050. Ook werd de huidige stand van zaken besproken. Uit de top komt naar voren dat wanneer al het voorgenomen nationale beleid van Europese landen uit het Klimaatakkoord van Parijs wordt geïmplementeerd, de uitstoot van broeikasgassen in 2030 13,7% hoger zal zijn dan in 2010.

## **Regerakkoord Rutte IV**

In het coalitieakkoord 'Omzien naar elkaar, vooruitkijken naar de toekomst' uit 2021 zijn ook enkele klimaatambities gesteld. Hierin is benoemd dat Nederland koploper wil zijn bij het tegengaan van de opwarming van de aarde. Hierbij is de Klimaatwet aangescherpt tot tenminste 55% CO<sub>2</sub>-reductie in 2030. Om dit doel te halen, is een hoger ambitieniveau vastgesteld. Het beleid richt zich op een hogere opgave die neerkomt op circa 60% reductie in 2030. Ook na 2030 worden tussendoelen gesteld van 70% in 2035 naar 80% in 2040. Voor de gebouwde omgeving wordt hierbij ingezet op onder andere subsidie op isolatie, het gebruik van hybride warmtepompen, de realisatie van duurzame warmtenetten op wijkniveau en een bijmengverplichting voor groen gas in het gasnet.

## **Dubai Climate Top**

In Dubai vond er eind 2023 weer een Klimaatop plaats om de voortgang van de klimaatambities te bespreken. In het resulterende akkoord wordt geschreven dat de uitstoot van broeikasgassen ten opzichte van 2019 met 43% zal worden gereduceerd in 2030 en met 60% in 2035, om in 2050 tot geen CO<sub>2</sub>-uitstoot te komen. Bovendien worden partijen in dit akkoord onder andere opgeroepen om de capaciteit van hernieuwbare energie te verdriedubbelen en de

---

<sup>1</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change.

inspanningen te versnellen om kolen uit te faseren. In het akkoord wordt ook benoemd dat ontwikkelde landen ontwikkelingslanden (financieel) zullen ondersteunen bij de transitie.

### **Wijziging van de EPBD**

In 2024 is een akkoord bereikt tussen het Europees Parlement en de Europese Raad om de Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) te wijzigen. De herziene richtlijnen bevatten aangescherpte doelen voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving in de Europese Unie.

In de EPBD staat aangegeven dat alle EU-lidstaten ervoor moeten zorgen dat het gemiddelde primaire energiegebruik<sup>2</sup> van woningen in 2035 met 20 tot 22% is gedaald ten opzichte van 2020. Een tussendoel is opgesteld voor 2030, dan moet het gemiddelde energiegebruik van woningen met 16% zijn verminderd ten opzichte van 2020. Lidstaten hebben zelf de vrijheid om invulling te geven aan de maatregelen en de woningen waarop deze zijn gericht. Wel moet minstens 55% van de afname in het energiegebruik worden bereikt door verduurzaming van de woningen die energetisch het slechtst zijn. Voor utiliteitsgebouwen worden er minimale prestatie-eisen geïntroduceerd, wat moet leiden tot het verduurzamen van de 26% energetisch slechtste gebouwen in 2033. Een tussendoel is dat de 16% slechtst presterende gebouwen moeten zijn verduurzaamd in 2030.

Daarnaast worden energieneutrale gebouwen de nieuwe standaard. Volgens de overeenkomst mogen nieuwe woningen en utiliteitsgebouwen geen uitstoot meer hebben van fossiele brandstoffen. Dit geldt vanaf 1 januari 2028 voor publieke gebouwen en vanaf 1 januari 2030 voor alle andere nieuwe gebouwen. Nieuwe gebouwen moeten daarnaast 'solar-ready' zijn, wat inhoudt dat deze geschikt moeten zijn voor het plaatsen van zonnepanelen. Voor bestaande publieke gebouwen en andere utiliteitsgebouwen worden zonnepanelen vanaf 2027 geleidelijk toegepast.

Ketels die worden gestookt met fossiele brandstoffen, zoals gas, olie en steenkool, worden de komende jaren uitgefaseerd. Subsidies voor dergelijke ketels zijn vanaf 1 januari 2025 niet meer toegestaan en in 2040 moeten deze volledig zijn uitgefaseerd.

---

<sup>2</sup> Het primair energiegebruik bevat energiegebruik voor verwarming, koeling, warmtapwaterbereiding en ventilatoren. Voor utiliteitsgebouwen telt ook het primair energiegebruik voor verlichting en voor bevochtiging (indien aanwezig) mee. Voor zowel woningen en utiliteitsgebouwen geldt dat, als er PV-panelen of andere hernieuwbare energiebronnen aanwezig zijn, de opgewekte energie van het primair energiegebruik wordt afgetrokken.



### 3 Internationaal perspectief

In het kader van de gestelde klimaatambities is de mondiale context van belang. Door de mondiale en regionale CO<sub>2</sub>-uitstoot te analyseren, ontstaat inzicht in de mate waarin de ambities aansluiten bij de historische ontwikkelingen. Daarbij wordt inzichtelijk gemaakt welke rol Europa en Nederland spelen binnen de mondiale uitstoot. In de eerste paragraaf komen de historische ontwikkelingen aan de orde. In paragraaf twee worden de bepalende factoren voor de CO<sub>2</sub>-uitstoot behandeld. Het hoofdstuk sluit af met een doorkijk naar 2030.

#### 3.1 Historische ontwikkeling vanuit internationaal perspectief

##### Mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot sinds 1990 met 60% toegenomen, forse toename in Azië

Sinds 1990 is de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot met ruim 60% toegenomen (tabel 3.1 en figuur 3.1). Ondanks de mondiale afspraken die zijn gemaakt in bijvoorbeeld het Klimaatakkoord van Parijs blijft de CO<sub>2</sub>-uitstoot stijgen. Wel lijkt de groei van de uitstoot in de afgelopen jaren af te vlakken. Uit de tabel komt naar voren dat de ontwikkeling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot sterk verschilt per regio.

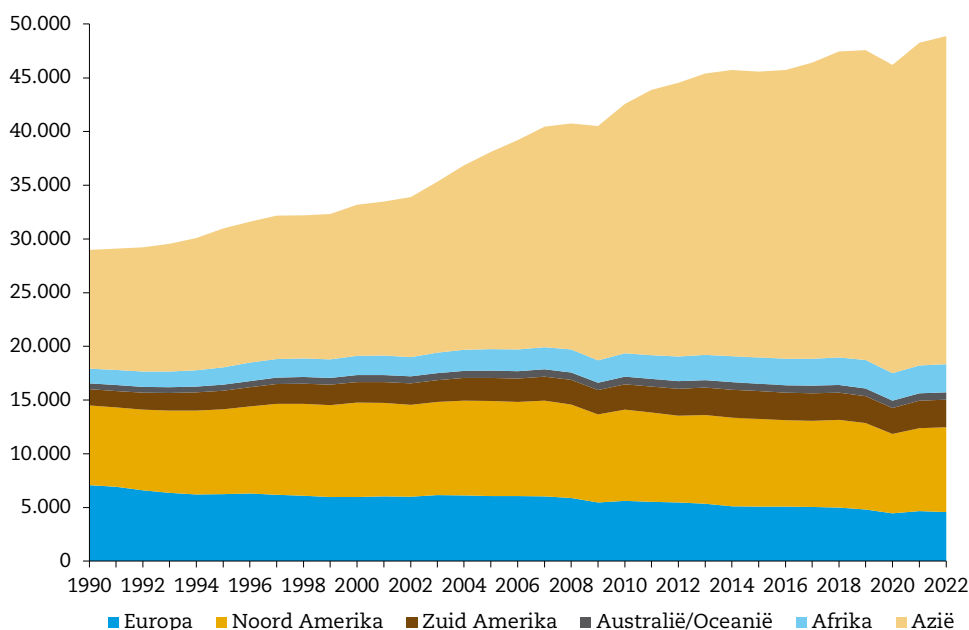
Tabel 3.1 Uitstoot broeikasgassen in CO<sub>2</sub>-equivalent per jaar, naar regio

	2015		2022	
	Mld ton	Mutatie t.o.v. 1990	Mld ton	Mutatie t.o.v. 1990
Afrika	3,12	75%	3,41	92%
Noord-Amerika	8,17	10%	7,91	7%
- VS	6,29	2%	6,02	-2%
- Overig	1,88	49%	1,90	51%
Zuid-Amerika	2,58	72%	2,56	71%
Azië & Oceanië	27,65	135%	31,59	169%
- China	13,48	231%	15,69	286%
- Overig	14,17	84%	15,90	107%
Rusland	2,30	-25%	2,58	-15%
Europa	5,08	-28%	4,56	-36%
- EU-27 (excl. NL)	3,71	-20%	3,43	-27%
- Overig	1,16	-47%	0,96	-56%
- Nederland	0,21	-9%	0,17	-27%
<b>Totaal</b>	<b>48,90</b>	<b>50%</b>	<b>52,61</b>	<b>61%</b>

Bron: EDGAR, IEA, bewerking EIB

Azië kent de grootste stijging van de CO<sub>2</sub>-uitstoot sinds 1990. De uitstoot in Azië is in deze periode bijna verdriedubbeld. In 1990 was Azië verantwoordelijk voor een derde van de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot, in 2022 was dit met 57% ruim de helft.<sup>3</sup>

**Figuur 3.1** Uitstoot broeikasgassen naar werelddeel, in miljard ton CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar



Bron: EDGAR, bewerking EIB

**China verantwoordelijk voor groot deel toename CO<sub>2</sub>-uitstoot in Azië, afname in Europa**  
 China neemt een aanzienlijk deel van de (stijging van) de Aziatische CO<sub>2</sub>-uitstoot voor haar rekening. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van China is bijna verviervoudigd van 4 miljard ton in 1990 naar bijna 16 miljard ton in 2022. Het aandeel van China binnen de mondiale uitstoot is ook ruim toegenomen van 12% in 1990 tot bijna 30% in 2022. Ook in India is de uitstoot met 174% sterk toegenomen in deze periode.<sup>4</sup>

Europa is het enige werelddeel waar de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de periode 1990-2022 (fors) is afgenomen. Ook binnen Europa is er differentiatie te zien in de ontwikkeling van de uitstoot van broeikasgassen. In Noord- en West-Europa is de uitstoot met een derde afgenomen sinds 1990. In Oost-Europa is er in de periode 1990-2000 eerst een sterke daling in de uitstoot te zien, die samenhangt met de ontwikkeling van de economie in de Oost-Europese landen in deze periode. Daarna blijft de uitstoot licht dalen. In Zuid-Europa nam de uitstoot tot 2005 nog toe. De uitstoot lag in 2022 op ruim 85% van het niveau van 1990.<sup>3</sup>

**Bijna alle landen van de EU-27 bereikten 20%-40% reductie ten opzichte van 1990**  
 In bijna alle landen van de EU-27 is de uitstoot ten opzichte van 1990 gedaald. De meeste landen hebben in 2022 een reductie van ongeveer 30% bereikt ten opzichte van 1990. De landen die lid zijn van de Europese Unie waren in 2022 verantwoordelijk voor nog geen 7% van de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot.<sup>3</sup> Dit aandeel is sinds 1990 meer dan gehalveerd. In 1990 stootten de EU-

<sup>3</sup> Zie bijlage A voor visualisaties per werelddeel.

<sup>4</sup> Zie bijlage A.

27 landen 4,92 miljard ton CO<sub>2</sub>-equivalent uit, in 2022 was dit gedaald naar 3,60 miljard ton CO<sub>2</sub>-equivalent.

Het aandeel van Nederland in de uitstoot van de EU-27 is gering. In 2022 was het aandeel van de Nederlandse CO<sub>2</sub>-uitstoot in de EU-27 4,6%, net als in 1990. De CO<sub>2</sub>-uitstoot in Nederland liep in dezelfde mate terug als in de EU-27. De uitstoot bedroeg in 1990 0,23 miljard ton en is geleidelijk teruggelopen tot 0,17 miljard ton in 2022. Het belang van Nederland in de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot is nog veel beperkter. In 1990 was Nederland verantwoordelijk voor 0,7% van de mondiale uitstoot, in 2022 was dit nog maar 0,3%.

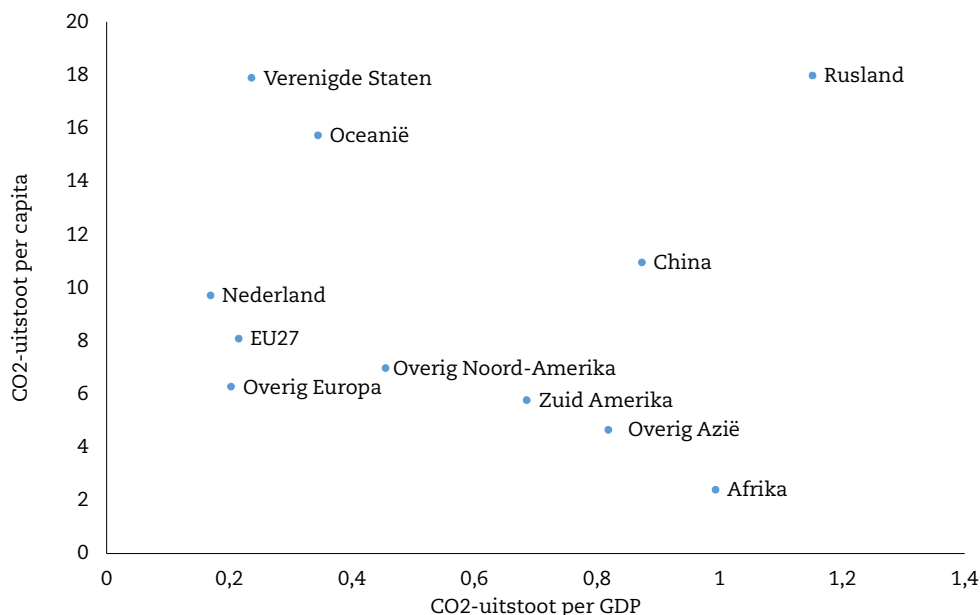
### 3.2 Bepalende factoren voor CO<sub>2</sub>-uitstoot

Er zijn een aantal factoren die van grote invloed zijn op de CO<sub>2</sub>-uitstoot van een land of regio. Ten eerste geldt er dat bij meer inwoners er ook meer uitgestoten wordt, omdat er meer mensen zijn die energie gebruiken. Daarnaast is het inkomen per hoofd van de bevolking bepalend. Wanneer een land een laag welvaartsniveau heeft, zal de uitstoot per hoofd van de bevolking relatief laag zijn. De bevolking heeft dan relatief weinig toegang tot energiebronnen en deze zijn relatief duur, dus zal er beperkt gebruik van worden gemaakt. Wanneer een land welvarender is, heeft de bevolking meer toegang tot energiebronnen. Bij een zeer hoger welvaart kan de uitstoot per hoofd van de bevolking juist weer afnemen omdat er bijvoorbeeld kan worden geïnvesteerd worden in duurzame energiebronnen. Ten slotte is ook de gebruikte energiemix in een land bepalend voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die een land uitstoot. Het gebruik van steenkool als energiebron gaat gepaard met een hoge uitstoot. Dit geldt in mindere mate voor gas en olie. Andere energiebronnen, zoals wind- en zonne-energie, kennen geen uitstoot.

#### **Europa scoort goed op CO<sub>2</sub>-uitstoot per capita en per eenheid GDP**

Figuur 3.2 laat de CO<sub>2</sub>-uitstoot per capita naar land of landengroep zien (y-as). Opvallend is dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot per capita in Rusland, de Verenigde Staten en Oceanië ruim twee keer hoger is dan in Europa, overig Noord-Amerika en Zuid-Amerika. China ligt met ongeveer 11 ton CO<sub>2</sub>-equivalent per jaar per capita in het midden. In overig Azië en Afrika ligt de CO<sub>2</sub>-uitstoot nog wat lager met 4,5 ton en 2,5 ton CO<sub>2</sub>-equivalent. De CO<sub>2</sub>-uitstoot per GDP is relatief hoog in continenten met veel ontwikkelingslanden, zoals Afrika en Azië. In ontwikkelde landen zoals Nederland, de andere landen in Europa en Verenigde staten is de CO<sub>2</sub>-uitstoot per GDP wat lager (x-as).

**Figuur 3.2** Uitstoot per capita (ton) en per eenheid GDP (kg per \$), naar land of landengroep, in CO<sub>2</sub>-equivalenten, 2022<sup>5</sup>



Bronnen: EDGAR, IMF, The Global Economy, bewerking EIB

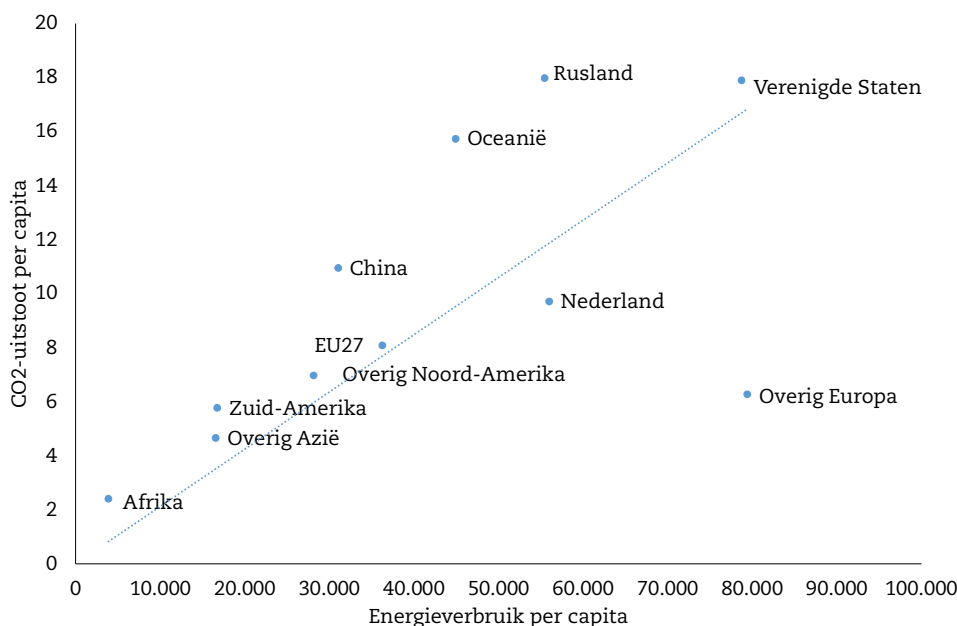
#### Verskil in energieverbruik per capita en CO<sub>2</sub>-uitstoot per capita door energiemix

Figuur 3.3 laat zien dat er een lineair verband lijkt te bestaan tussen de CO<sub>2</sub>-uitstoot per capita en het energieverbruik per capita. Hoewel meer energieverbruik logischerwijs leidt tot een hogere CO<sub>2</sub>-uitstoot, is het niet zo dat een land met een hoger energieverbruik automatisch meer CO<sub>2</sub> uitstoot dan een land met een lager energieverbruik. De Verenigde Staten en Rusland zitten zowel relatief hoog in energieverbruik per capita als in CO<sub>2</sub>-uitstoot per capita. Voor Afrika geldt dat zowel het energieverbruik per capita als de CO<sub>2</sub>-uitstoot per capita relatief laag is.

Voor China en EU-27 geldt dat zij ongeveer evenveel energie gebruiken per capita, maar de CO<sub>2</sub>-uitstoot per capita is in China bijna anderhalf keer zo hoog als in de EU-27. Dit betekent dat in China per eenheid energieverbruik meer CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten dan in de EU-27. Dit wordt veroorzaakt door de manier waarop energie wordt opgewekt. Vergeleken met de rest van EU-27 gebruikt Nederland relatief veel energie per capita, maar de CO<sub>2</sub>-uitstoot per capita verschilt nauwelijks. Ook 'overig Europa' valt op door het relatief hoge energieverbruik per capita in relatie tot een relatief lage CO<sub>2</sub>-uitstoot per capita. Dit wordt vooral gedragen door Noorwegen. Noorwegen heeft een hoog energieverbruik per capita, maar de energie wordt bijna volledig hernieuwbaar opgevangen. Hiervan wordt ruim 90% vervaardigd door waterkracht.

<sup>5</sup> De informatie over uitstoot per land en/of werelddeel verschilt per bron. In deze analyse is ervoor gekozen om met verschillende betrouwbare en realistische bronnen te werken.

**Figuur 3.3** CO<sub>2</sub>-uitstoot (ton) per capita en energieverbruik (kWh) per capita, naar land of landengroep, 2022



Bron: EDGAR, IMF, The Global Economy, World Bank, bewerking EIB

**Aandeel van kolen in de energiemix neemt overal af, behalve in Azië**

Het aandeel van kolen in de energiemix neemt overal in de wereld af, behalve in Azië (tabel 3.2). In de regio Azië Pacific is het aandeel kolen in de energiemix tussen 2000 en 2021 toegenomen, met name door de toename van kolencentrales in China. Omdat de totale energieconsumptie in Azië Pacific bijna verdubbeld is, is het gebruik van kolen meer dan verdubbeld in deze periode. In Noord-Amerika is het gebruik van kolen meer dan gehalveerd. Dit is vermoedelijk het gevolg van het opschalen van het gebruik van schaliegas in Amerika. Het verbruik van hernieuwbare energie neemt overal op de wereld toe, maar in verschillende mate. In Azië en Afrika is er nog nauwelijks sprake van hernieuwbare energie. In Europa ligt het aandeel hernieuwbare energie met 4% het hoogst.

Tabel 3.2 Energiemix verbruik naar regio, 2000 en 2021

	Azië-Pacific		Europa		Noord-Amerika	
	2000	2021	2000	2021	2000	2021
<b>Fossiele brandstoffen</b>	<b>73%</b>	<b>81%</b>	<b>86%</b>	<b>77%</b>	<b>89%</b>	<b>85%</b>
- Kolen	26%	33%	12%	7%	11%	5%
- Olie	40%	34%	48%	41%	52%	48%
- Gas	7%	13%	27%	29%	26%	31%
<b>Overig</b>	<b>27%</b>	<b>19%</b>	<b>14%</b>	<b>23%</b>	<b>11%</b>	<b>15%</b>
- Biobrandstof en afval	23%	11%	5%	10%	4%	6%
- Hernieuwbaar	0%	4%	0%	4%	0%	3%
- Hydro	2%	4%	3%	4%	3%	3%
- Nucleair	2%	1%	6%	5%	3%	4%
<b>Totaal</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Bron: IEA, bewerking EIB

### Kolencentrales en schaliegas

De afgelopen 10 jaar lijkt het aantal kolencentrales mondiaal te stabiliseren rond 6.500. In 1990 waren er nog ongeveer 4.300 centrales. In de EU-27 en de Verenigde Staten neemt het aantal kolencentrales in gebruik af. Zo waren er in 1990 nog ongeveer 750 kolencentrales in gebruik in de EU-27 landen, momenteel zijn dat er ongeveer 450. In Amerika waren in 1990 1.100 kolen centrales in gebruik, in 2023 is dit afgenomen naar ongeveer 450. In de Aziatische landen is er juist een tegenovergestelde trend te zien. Zo waren er in China in 1990 ongeveer 1.100 kolencentrales in gebruik, in 2023 is dit opgelopen naar ongeveer 3.000. Ook in India is een gelijke trend te zien. In 1990 waren er ongeveer 300 kolencentrales in gebruik, momenteel zijn dat er ongeveer 850.<sup>6</sup>

In Amerika wordt het gebruik van kolen steeds meer vervangen door het gebruik van schaliegas. Schaliegas is een gas dat als kleine bellen vast zit in gesteente. Om het schaliegas te verkrijgen, moet de steen onder de grond worden opengeboren, dit wordt fracking genoemd. Dit gebeurt door onder hoge druk water, zand en chemicaliën de bodem in te spuiten. In Europa wordt alleen nog in Engeland naar schaliegas gezocht. In veel andere landen wil de politiek niet dat er naar schaliegas wordt geboord. Ook gasbedrijven hebben vaak geen interesse, omdat ze niet verwachten er veel aan te kunnen verdienen. In Argentinië, China, Australië, de VS en Canada wordt wel schaliegas gewonnen.<sup>7</sup> In Amerika is de productie van schaliegas sinds 2000 enorm toegenomen. Sinds 2018 wordt er ook schaliegas geëxporteerd naar andere landen.<sup>8</sup>

<sup>6</sup> <https://globalenergymonitor.org/projects/global-coal-plant-tracker/>

<sup>7</sup> <https://milieudefensie.nl/wonen-zonder-gas/veelgestelde-vragen-over-schaliegas> en <https://www.rivm.nl/schaliegas/schaliegas-en-winning>

<sup>8</sup> U.S. Energy Information Administration.

### 3.3 Verkenning tot 2030

Hoe de toekomstige CO<sub>2</sub>-uitstoot zich gaat ontwikkelen, hangt af van de ontwikkelingen op het gebied van inwonersaantallen, inkomen, energieverbruik en energiemix. Tabel 3.3 bevat een raming van de uitstoot in 2030 op basis van de verwachte demografische groei en het vastgesteld klimaatbeleid in de onderscheiden regio's.<sup>9</sup>

**Tabel 3.3** Uitstoot broeikasgassen (miljard ton CO<sub>2</sub>-equivalent/jaar), naar regio, 1990, 2022 en 2030

	1990	2022	2030 <sup>1</sup>	
	Mld ton	Mld ton	Mld ton	Index <sup>2</sup>
Afrika	1,78	3,41	3,62	221
Noord-Amerika	7,42	7,91	6,44	95
- VS	6,16	6,02	4,62	82
- Overig	1,26	1,90	1,82	158
Zuid-Amerika	1,50	2,56	2,62	190
Azië & Oceanië	11,76	31,59	31,87	295
- China	4,07	15,69	14,55	389
- Overig	7,69	15,90	17,31	245
Rusland	3,05	2,58	2,29	82
Europa	7,10	4,56	3,44	53
- EU-27	4,92	3,60	2,55	57
- Overig	2,18	0,96	0,89	45
<b>Totaal</b>	<b>32,61</b>	<b>52,61</b>	<b>50,26</b>	<b>168</b>

1 Ontwikkeling volgens prognose IEA (Stated Policies). Hierbij is verondersteld dat de vermindering van overige broeikasgassen evenredig is met de vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.

2 Index 1990=100.

Bron: EDGAR, IEA, bewerking EIB

#### IEA verwacht bij vastgesteld beleid dat tot 2030 de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot kan verminderen

Naast demografische en economische ontwikkeling speelt klimaatbeleid een belangrijke rol in de CO<sub>2</sub>-uitstoot tot 2030. De mondiale bevolking neemt tot 2030 met meer dan 500 miljoen toe tot 8,5 miljard mensen. In de EU-27, Rusland en China neemt de bevolking af. Dit zet een rem op de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Hiernaast wordt in veel landen beleid gevoerd om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te beperken. Op basis van het vastgestelde klimaatbeleid verwacht de IEA dat de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot in de periode 2023-2030 met bijna 5% zal afnemen. In Afrika, Zuid-Amerika en Azië neemt de CO<sub>2</sub>-uitstoot mede onder invloed van demografische en relatief sterke economische groei nog wel toe. China en overig Azië kunnen de CO<sub>2</sub>-uitstoot naar verwachting met 1 miljard ton terugdringen, onder invloed van demografische krimp en de inzet van hernieuwbare energiebronnen.

In de Verenigde Staten treedt een versnelling van de CO<sub>2</sub>-reductie op door enerzijds minder gebruik van kolen en anderzijds meer inzet van hernieuwbare energie. In 2030 ligt de CO<sub>2</sub>-uitstoot hier bijna 20% lager dan in 1990. De vermindering van de uitstoot in de EU-27 zet verder door, maar het huidig klimaatbeleid is nog onvoldoende om de doelstellingen van een 55% reductie ten opzichte van het niveau in 1990 te behalen. Als de EU er in slaagt met intensivering van het klimaatbeleid de doelstelling te behalen, dan betekent dit een verdere afname van 0,3 miljard ton (minder dan 1%) van de mondiale uitstoot. Om de opwarming van de aarde substantieel te beperken liggen de uitdagingen met name bij het verminderen van de CO<sub>2</sub>-

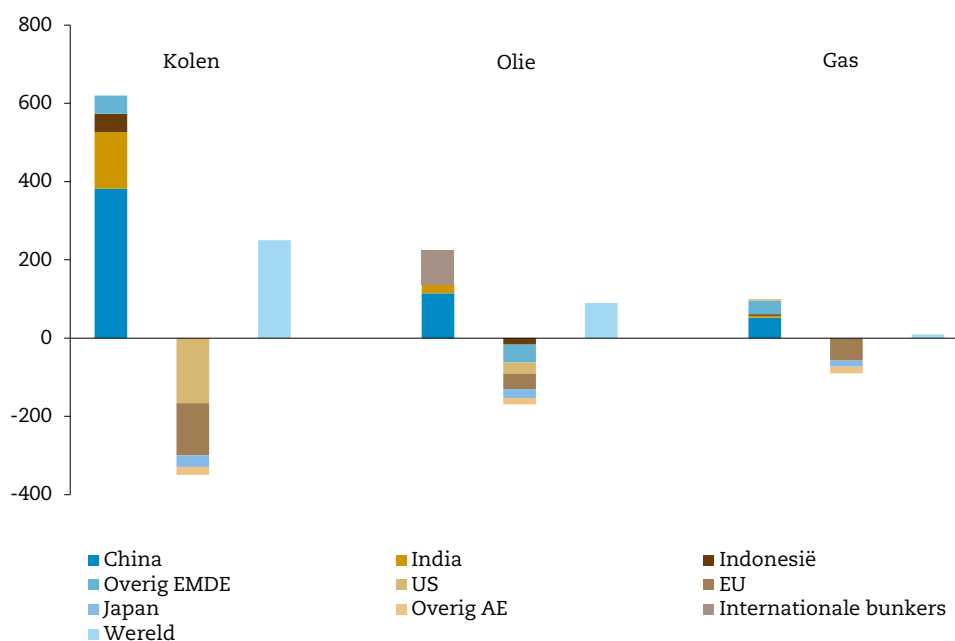
<sup>9</sup> International Energy Agency (2023). 'World Energy Outlook 2023'. Tabel A.29.

uitstoot in Azië, dat nu al bijna 60% van de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot voor haar rekening neemt. Dit aandeel zal de komende jaren verder toenemen. Een reductie van 55% van de mondiale uitstoot ligt zonder sterke intensivering van het klimaatbeleid in deze landen nog ver buiten bereikt.

#### Inschatting reductie CO<sub>2</sub>-uitstoot van China en India optimistisch

In de World Energy Outlook verwacht de IEA dat China erin slaagt de CO<sub>2</sub>-uitstoot terug te dringen in de periode 2023-2030. Recente realisatiecijfers van de IEA voor 2023 laten echter zien dat de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot vooral door China en India sterk toeneemt, met name door het extra gebruik van kolen (figuur 3.4). Het aandeel van China in de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot is in 2023 verder toegenomen. In dit licht moet de verwachte reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2030 ten opzichte van 2022 als zeer optimistisch worden beschouwd. De IEA verwacht een piek van het Chinees kolengebruik in 2025, waarna de kolencentrales meer flexibel zullen worden ingezet als meer gebruikt wordt gemaakt van hernieuwbare bronnen. Dit betekent dat er flink afgeschreven moet gaan worden op de kolencentrales, die in de afgelopen tien jaar sterk in aantal zijn toegenomen.

**Figuur 3.4** Ontwikkeling mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot naar regio en fossiele energiebron, in 2023, in Mton



Bron: IEA

## 4 Historische ontwikkelingen in Nederland

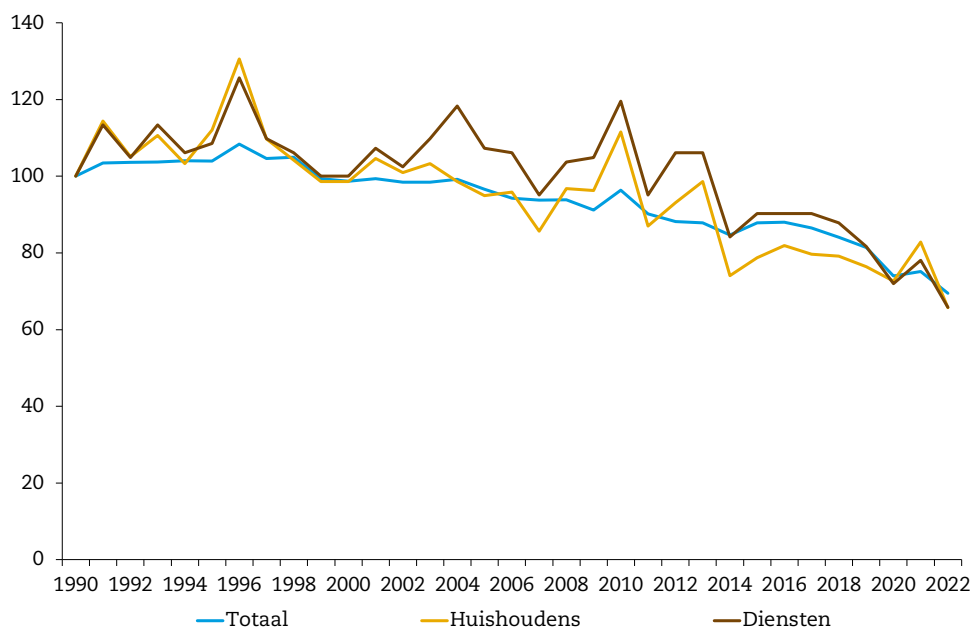
In het vorige hoofdstuk zijn de ontwikkelingen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot geschetst vanuit internationaal perspectief. In dit hoofdstuk komen de ontwikkelingen en de huidige stand van zaken in Nederland met betrekking tot de klimaatambities en de energietransitie in de gebouwde omgeving aan de orde. In de eerste paragraaf wordt ingegaan op de ontwikkeling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en het energieverbruik in de gebouwde omgeving in de periode 1990-2022. In de tweede en derde paragraaf komen verduurzaming van respectievelijk woningen en utiliteitsgebouwen aan bod. Vervolgens wordt ingegaan op elektriciteitsproductie. In de vijfde paragraaf komen de financiële implicaties van het gevoerde beleid in de gebouwde omgeving aan bod.

### 4.1 CO<sub>2</sub>-uitstoot en energieverbruik in de gebouwde omgeving

#### Sterke daling totale CO<sub>2</sub>-uitstoot in Nederland en gebouwde omgeving tussen 1990 en 2022

Zoals in hoofdstuk twee naar voren kwam, laat de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot in Nederland een dalende trend zien (figuur 4.1). De nationale uitstoot is tussen 1990 en 2022 met bijna 30% gedaald. De CO<sub>2</sub>-uitstoot in de gebouwde omgeving volgt grofweg dezelfde ontwikkeling, maar laat in bepaalde jaren wel sterke schommelingen zien. De gebouwde omgeving omvat zowel woningen (huishoudens) als utiliteitsgebouwen (diensten). De CO<sub>2</sub>-uitstoot van dienstverlenende bedrijven is in onderstaande figuur meegenomen, bedrijven in de industrie vallen hierbuiten.

Figuur 4.1 Totale CO<sub>2</sub>-uitstoot van Nederland en van de gebouwde omgeving naar huishoudens en diensten, 1990-2022, index 1990=100



Bron: CBS, RIVM/Emissieregistratie

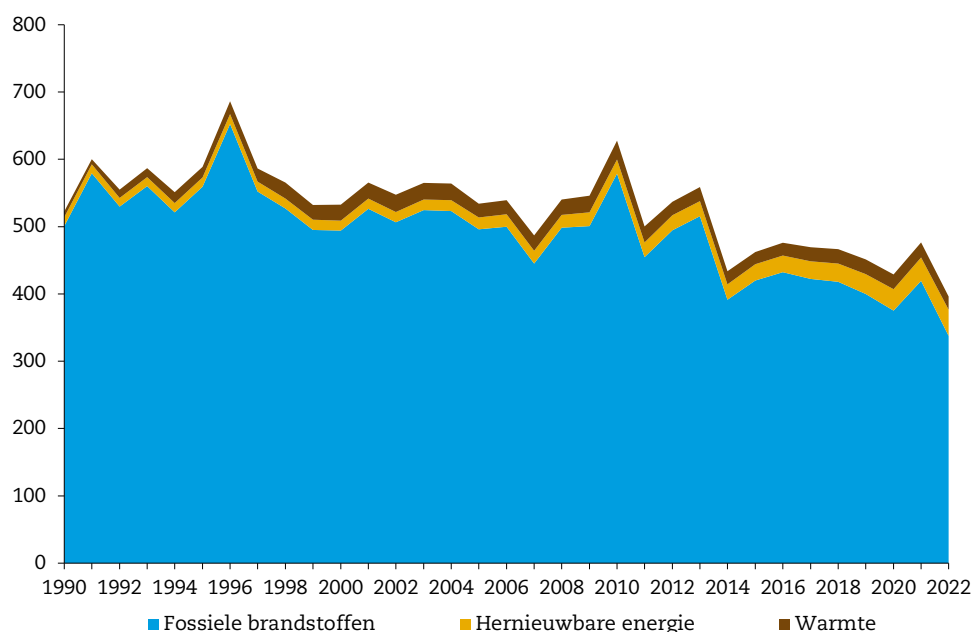
### Gebouwde omgeving goed voor 37% van het nationale energieverbruik in 2022

Waar de CO<sub>2</sub>-uitstoot sinds 1990 is gedaald, is het energieverbruik, inclusief de industrie, redelijk constant gebleven over deze periode. Tussen 1990 en 2004 is het totale Nederlandse energieverbruik toegenomen van ongeveer 2.900 PJ naar 3.400 PJ, oftewel een stijging van 19%. Vervolgens daalde het energieverbruik tot ongeveer 2.700 PJ in 2022. Met bijna 44% in 2022 heeft de industrie het grootste aandeel in het nationale energieverbruik. De gebouwde omgeving is goed voor 37% in het totale energieverbruik, waarvan 14% voor woningen en 23% voor diensten.<sup>10</sup>

### Finaal energieverbruik gebouwde omgeving gedaald met 24% tussen 1990 en 2022<sup>11</sup>

Het energieverbruik exclusief elektriciteit in de gebouwde omgeving is gedaald van 523 PJ naar 396 PJ per jaar tussen 1990 en 2022 (figuur 4.2). Naar schatting 85% van dit energieverbruik heeft zijn oorsprong in fossiele bronnen. Het aandeel vanuit hernieuwbare bronnen bedraagt ongeveer 10% in 2022.

**Figuur 4.2** Finaal energiegebruik in de gebouwde omgeving exclusief elektriciteit, 1990-2022, in PJ



Bron: CBS, bewerking EIB

### Sterke reductie CO<sub>2</sub>-uitstoot in elektriciteitsverbruik gebouwde omgeving

De CO<sub>2</sub>-uitstoot door het elektriciteitsverbruik van de gebouwde omgeving wordt technisch toegerekend aan de sector elektriciteitsopwekking. Desalniettemin is het interessant om het elektriciteitsverbruik in de gebouwde omgeving te analyseren, aangezien elektriciteitsopwekking CO<sub>2</sub>-uitstoot met zich meebrengt op nationaal niveau (zie kader). Wanneer een CV ketel wordt vervangen door een warmtepomp, verlaagt dit de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de gebouwde omgeving door de afname van het aardgasverbruik. Het installeren van de warmtepomp verhoogt echter de vraag naar elektriciteit, met een verhoging van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de elektriciteitssector tot gevolg. Wanneer deze elektriciteit CO<sub>2</sub>-neutraal wordt opgewekt, vindt geen CO<sub>2</sub>-uitstoot plaats.

<sup>10</sup> RVO (2023). 'Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving'. p 28.

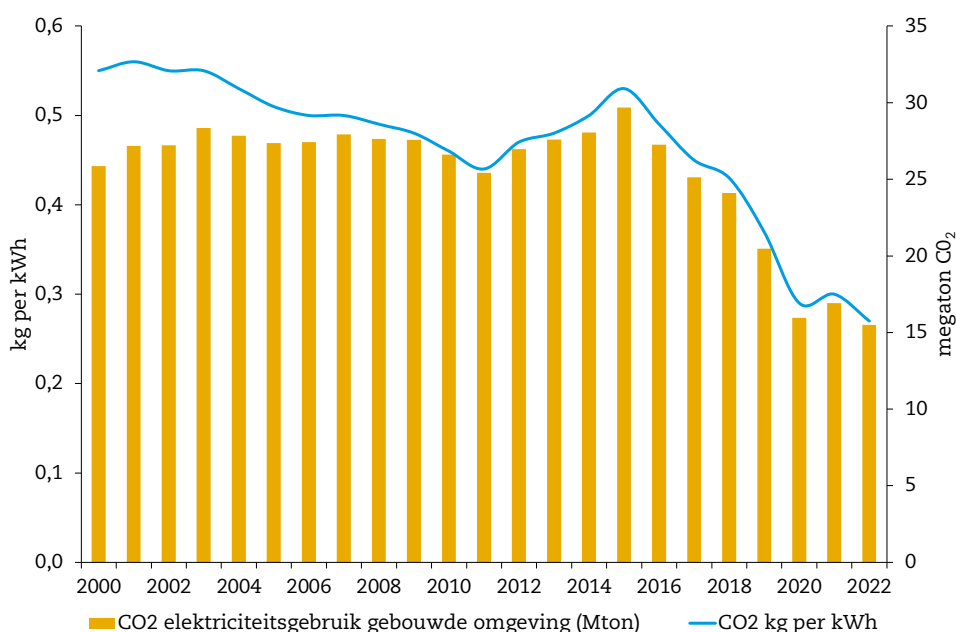
<sup>11</sup> Exclusief elektriciteit.

## Emissieregistratie sectoren

De emissieregistratie hanteert het schoorsteenprincipe. De CO<sub>2</sub>-emissie van de gebouwde omgeving betreft alleen de emissies van aardgas en andere fossiele brandstoffen. De CO<sub>2</sub>-emissie van de elektriciteitsproductie (dus ook het elektriciteitsgebruik in de gebouwde omgeving) hoort daardoor bij de sector elektriciteit en niet bij de gebouwde omgeving. Voor de CO<sub>2</sub>-berekeningen met betrekking tot het behalen van de klimaatdoelstellingen betekent dit dat de lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot door vermindering van het gasgebruik ten gunste van de doelstellingen voor de gebouwde omgeving komen en dat het hogere elektriciteitsgebruik ten koste gaat van die van de elektriciteitsproductie.

Hoewel het elektriciteitsverbruik van de gebouwde omgeving al enige tijd redelijk stabiel is, geldt dit niet voor de CO<sub>2</sub>-uitstoot die hiermee verbonden is. De CO<sub>2</sub>-uitstoot per opgewekte kWh aan elektriciteit is vanaf 2015 sterk teruggedrongen (Figuur 4.3)<sup>12</sup>. De totale CO<sub>2</sub>-uitstoot door elektriciteitsverbruik van de gebouwde omgeving ligt in 2022 op 15 megaton, de helft van de uitstoot in 2015.

**Figuur 4.3** CO<sub>2</sub>-uitstoot per kWh elektriciteitsverbruik en totale CO<sub>2</sub>-uitstoot door elektriciteitsverbruik gebouwde omgeving, 2000-2022



Bron: CBS

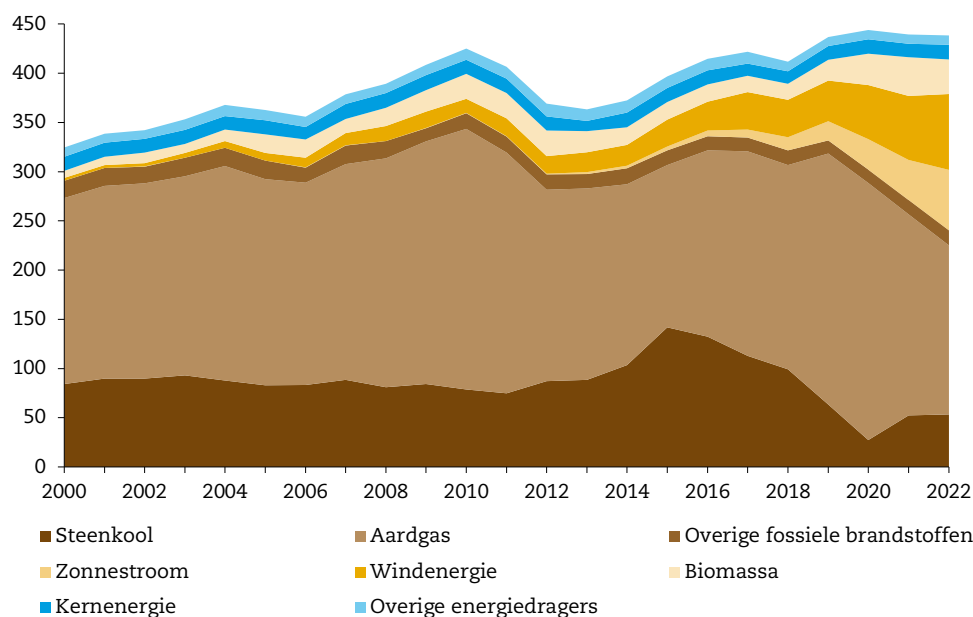
### Aandeel fossiele brandstoffen in de productie van elektriciteit loopt sterk terug

De oorsprong van de hierboven beschreven daling ligt in het feit dat het aandeel uit hernieuwbare energiebronnen in de productie van elektriciteit sterk is toegenomen (figuur 4.4). In 2019 werd 76% van de productie verkregen vanuit fossiele brandstoffen en 19% uit hernieuwbare bronnen (zon- en windenergie en biomassa). In 2022 werd nog grofweg 55% van de elektriciteit in Nederland met fossiele brandstoffen opgewekt en kwam 40% vanuit hernieuwbare bronnen. Vooral het gebruik van steenkool is vanaf 2015 sterk teruggevallen en ook wordt er steeds minder aardgas gebruikt bij de elektriciteitsproductie. In 2022 was aardgas

<sup>12</sup> Zie ook paragraaf 3.4.

goed voor 72% van de elektriciteitsproductie vanuit fossiele brandstoffen en had steenkool nog een aandeel van 22%. Het gebruik van steenkool voor de opwek van elektriciteit wordt tot 2029 uitgefaseerd. Kernenergie heeft de afgelopen periode een constant aandeel gehad in de elektriciteitsvoorziening van ongeveer 3%.

**Figuur 4.4 Productie elektriciteit naar energiedrager in Nederland, 2000-2022, in PJ**



Bron: CBS, bewerking EIB

## 4.2 Energieverbruik woningen

### 4.2.1 Energieverbruik en energielabels van de woningvoorraad

#### Energieverbruik van woningen is teruggelopen

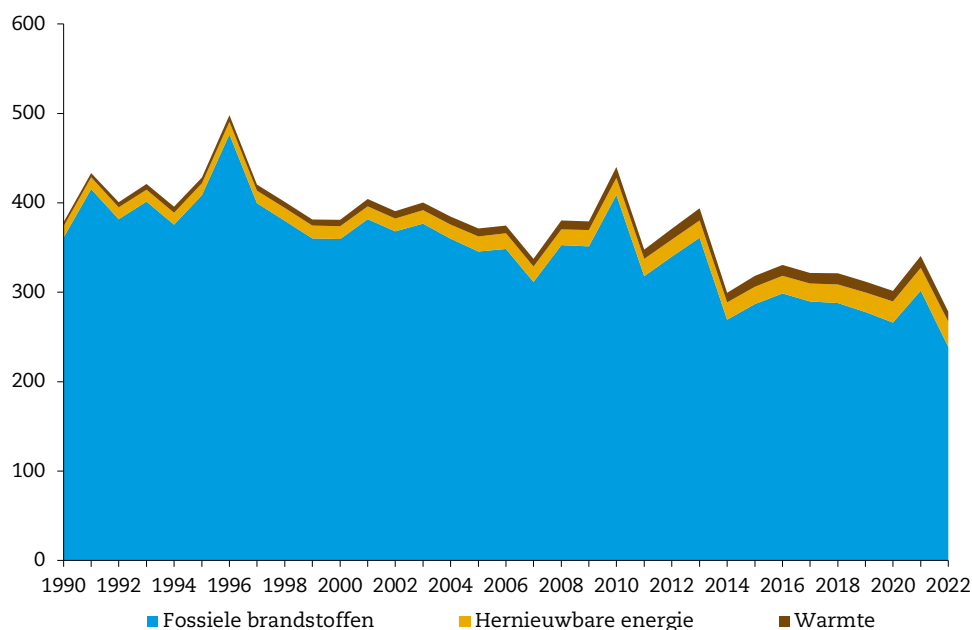
Het totale energieverbruik van woningen, exclusief elektriciteit, is met ongeveer een kwart gedaald in 2022 ten opzichte van 1990, van 380 PJ naar 280 PJ per jaar (figuur 4.5). Deze daling moet worden gezien in het licht van het feit dat het aantal woningen sinds 1990 met ongeveer een kwart is toegenomen bij een ongeveer gelijkblijvende oppervlakte per woning. Dit maakt de daling relatief nog sterker.

Het gebruik van fossiele brandstoffen in woningen, bijna volledig aardgas, viel het snelst terug met 34%. Een belangrijke oorzaak voor deze daling is het feit dat steeds meer woningen goed zijn geïsoleerd en daardoor een kleinere energievraag hebben. Daarnaast wordt aardgas steeds vaker vervangen door een duurzamer alternatief. Het gebruik van energie vanuit hernieuwbare energiedragers, in 2000 bijna volledig biomassa, is sindsdien bijna verdubbeld. In totaal werd in 2022 ongeveer twee derde van het totale finale energieverbruik van huishoudens gebruikt voor ruimteverwarming.<sup>10</sup>

**Aandeel energieverbruik exclusief elektriciteit uit hernieuwbare bronnen tot 10% toegenomen**  
Grofweg 85% van het gebruik van energie in woningen exclusief elektriciteit heeft zijn oorsprong in fossiele bronnen, voornamelijk aardgas. In 2000 was dit nog ruim 95%. Het aandeel vanuit hernieuwbare bronnen is de afgelopen jaren sterk toegenomen, van slechts 4% in 2000

naar ruim 10% in 2022. De hoeveelheid direct gebruik van warmte is ook sterk toegenomen maar is met bijna 4% in 2022 nog altijd beperkt. Hieronder valt het gebruik van warmte in de vorm van stoom of warm water, bodemwarmte en buitenluchtwarmte vallen onder hernieuwbare energiebronnen.

**Figuur 4.5 Finaal energiegebruik van woningen exclusief elektriciteit, 1990-2022, in PJ**

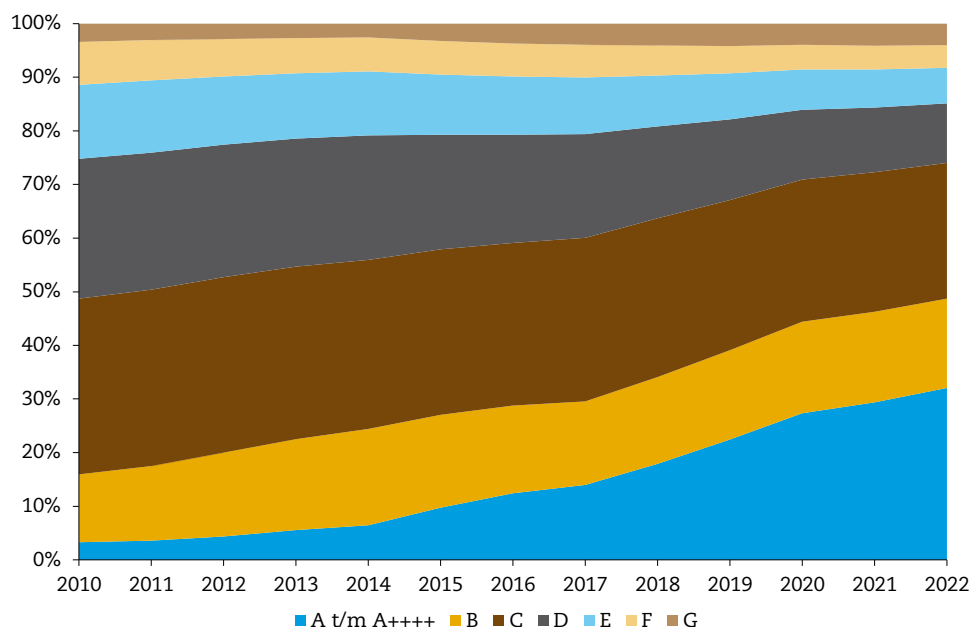


Bron: CBS, bewerking EIB

#### Driekwart van de woningen had label C of hoger in 2022

In onderstaande figuur wordt de ontwikkeling van de energielabelverdeling van woningen weergegeven in de periode 2010-2022. Van de woningen met een energielabel had ongeveer de helft van de woningen in 2010 energielabel C of hoger. In twaalf jaar tijd is het aandeel woningen met een label C of beter sterk gestegen. In 2022 had driekwart van de woningen een energielabel C of beter. Voornamelijk het aandeel woningen met energielabel A t/m A++++ is sterk toegenomen. In 2022 had ongeveer een derde van de woningen energielabel A of hoger, terwijl dit in 2010 nog 3% was (figuur 4.6).

**Figuur 4.6 Ontwikkeling energielabels van woningen, 2010-2022**



Bron: RVO

#### 4.2.2 Aardgasvrije woningen

##### Verplichting in nieuwbouw en inspanning bestaande bouw leiden tot toename aardgasvrij

Tabel 4.1 geeft een inschatting van het aantal additionele aardgasvrije woningen per jaar. De aantallen voor de bestaande bouw zijn gebaseerd op basis van cijfers van Netbeheer Nederland en de jaarrekening van Enexis over het aantal woningen waarbij de gasaansluiting is verwijderd terwijl de elektriciteitsaansluiting werd behouden. De inschatting voor de nieuwbouw komen voort uit het aandeel van de nieuwbouwwoningen welke jaarlijks aardgasvrij worden opgeleverd. Dit was in 2018 nog 50% en is in 2022 opgelopen tot 90%. De aanname voor 2023 is dat alle nieuwbouwwoningen aardgasvrij zullen worden opgeleverd. Per 1 juli 2018 is het niet meer toegestaan om een bouwvergunning aan te vragen met een gasaansluiting. Vanaf 2018 is een verdrievoudiging zichtbaar van de jaarlijkse additionele aardgasvrije woningen tot ruim 120 duizend in 2023.

##### Warmtenetten grootste aandeel in aardgasvrije warmteoplossingen, all-electric neemt snel toe

In figuur 4.7 is het percentage aardgasvrije woningen weergegeven als aandeel van het totaal aantal woningen in de gebouwde omgeving. In 2023 was 10,5% van de woningen aardgasvrij<sup>13</sup> terwijl in 2018 nog 5,4% van de woningen aardgasvrij werd verwarmd. Warmtenetten hebben hierin het grootste aandeel (ruim 60%) gevolgd door all-electric oplossingen (grotweg 35%). De toepassing van all-electric oplossingen stijgt snel ten opzichte van de ontwikkeling bij warmtenetten. Groen gas wordt nog in zeer beperkte mate toegepast in de gebouwde omgeving.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Inschatting voor 2023 op basis van schatting voor aantal aardgasvrije woningen in de bestaande voorraad op 50.000.

<sup>14</sup> Zie bijlage B voor een beknopte beschrijving van de warmteoplossingen.

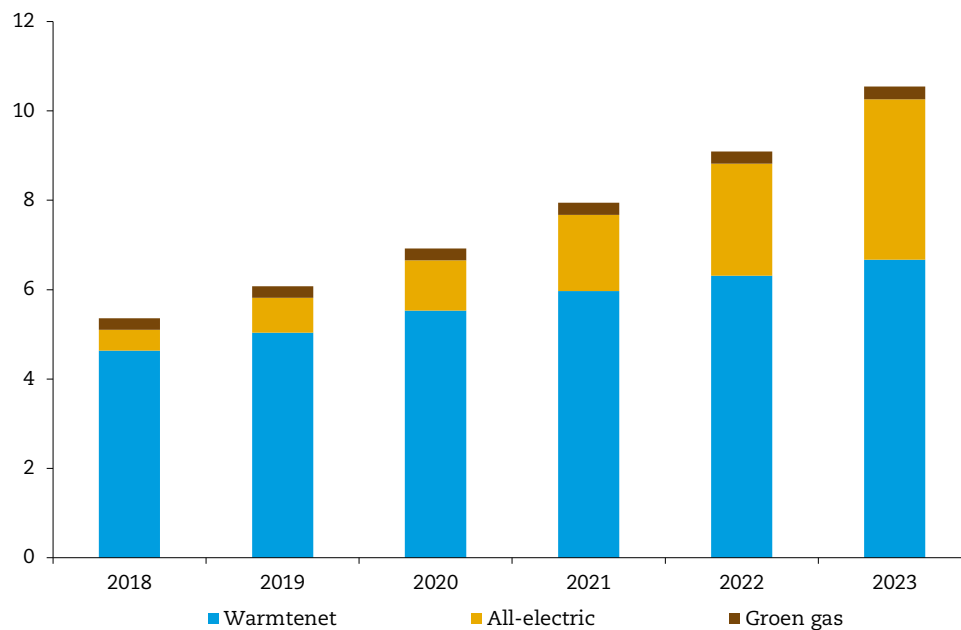
**Tabel 4.1 Jaarlijkse toename aardgasvrije woningen bestaande bouw en nieuwbouw**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Bestaande bouw	7.700	9.600	11.200	21.900	30.300	50.000
Nieuwbouw	33.300	50.100	59.500	64.100	67.800	74.000
<b>Totaal</b>	<b>41.000</b>	<b>59.700</b>	<b>70.700</b>	<b>86.000</b>	<b>98.000</b>	<b>124.000</b>

1 Voorlopige inschatting gebaseerd op gereedmeldingen en cijfers 1<sup>e</sup> half jaar van 2023 voor de gebouwde omgeving

Bron: CBS, EIB

**Figuur 4.7 Aardgasvrije warmteoplossingen als aandeel van totaal aantal woningen in de gebouwde omgeving**



Bron: EIB

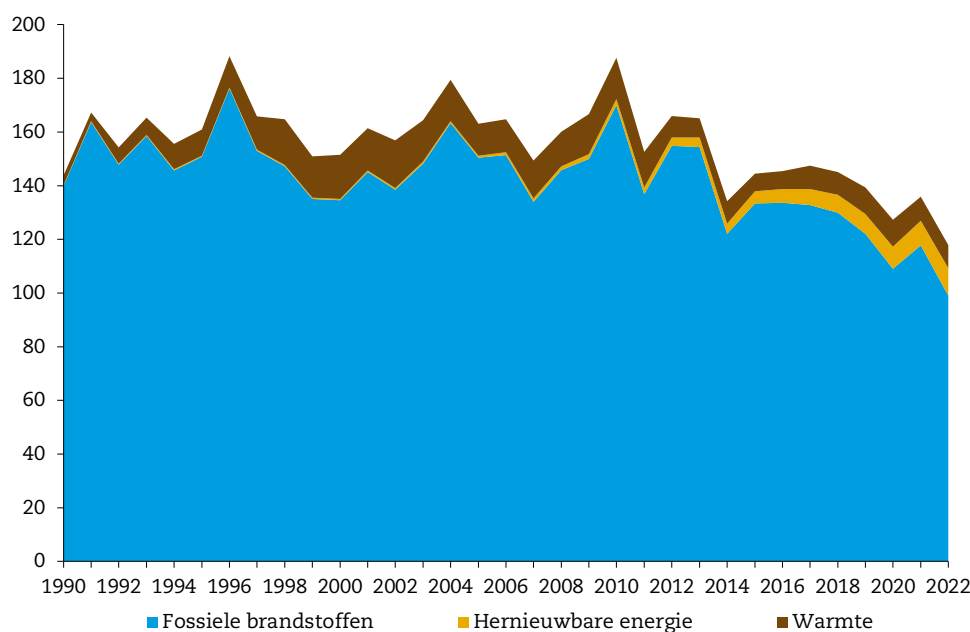
**Aanzienlijke toename all-electric, mogelijk knelpunten met betrekking tot elektriciteitsnet**  
 De verwachting is dat de groei van het aantal all-electric oplossingen zal doorzetten. Volgens het PBL geniet dit niet de voorkeur van de regio's gezien de beperkte capaciteit van het elektriciteitsnet en de extra benodigde verzwaring.

### 4.3 Energieverbruik utiliteitsgebouwen

#### Energieverbruik in de utiliteitsbouw afgenomen

In figuur 4.8 is het energieverbruik naar energiedrager voor utiliteitsgebouwen (dienstensector, exclusief bedrijfsgebouwen in de industriesector en landbouwsector) weergegeven, exclusief elektriciteit. Het energieverbruik is in de periode 1990-2022 met 18% teruggelopen, van 145 PJ naar 120 PJ.

**Figuur 4.8** Finaal energiegebruik van utiliteitsgebouwen<sup>15</sup> exclusief elektriciteit, 1990-2022, in PJ



Bron: CBS, bewerking EIB

#### Veel utiliteitsgebouwen hebben geen energielabel, kantoren hebben de meeste hoge labels

De huidige voorraad utiliteitsgebouwen bedraagt in 564 miljoen m<sup>2</sup> (tabel 4.2). De helft hiervan bestaat uit industriële gebouwen. Het resterende deel is verdeeld over verschillende bouwtypen, die vooral een verblijfsfunctie hebben. Voor deze panden geldt dat verwarming en daarmee ook de verduurzamingsmaatregelen een grotere rol spelen.

Van een groot deel van de bouwvoorraad is het energielabel nog onbekend. Van de geregistreerde labels in de utiliteitsbouw komt label A of beter het vaakst voor. Naar schatting heeft een kwart van de bouwvoorraad een energielabel C of beter. Kantoren hebben het vaakst een energielabelregistratie en inmiddels beschikt ongeveer de helft van de kantoren over een geregistreerd energielabel C of beter. Sinds begin 2023 geldt een label C-verplichting voor kantoren, wat ervoor heeft gezorgd het aandeel kantoren met een hoge energielabelregistratie is toegenomen.

<sup>15</sup> Energieverbruik in de dienstensector, bedrijven welke op basis van hoofdactiviteit ingedeeld zijn in de branches G-U volgens de Standaard Bedrijfsindeling (SBI), hier vallen geen gebouwen in de industriesector of de landbouw onder.

**Tabel 4.2 Utiliteitsgebouwen voorraad in m<sup>2</sup>, naar bouwtype en energielabel, 2022**

	Voorraad in mln m <sup>2</sup>	A en beter	B en C	D en E	F en G	Geen label
Industrie	268	14%	5%	2%	2%	76%
Onderwijs	35	15%	4%	3%	3%	73%
Kantoren	62	31%	15%	4%	4%	46%
Winkels	46	28%	6%	3%	2%	62%
Zorg	55	15%	7%	3%	3%	72%
Overig	99	11%	4%	2%	2%	80%
<b>Totaal</b>	<b>564</b>	<b>17%</b>	<b>7%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>	<b>72%</b>

Bron: Kadaster

#### Glasisolatie meest toegepaste energiebesparingsmaatregel in de utiliteitsbouw

In onderstaande tabel worden verschillende besparingsmaatregelen in de utiliteitsbouw weergegeven naar bouwtype.<sup>16</sup> Ongeveer driekwart van de utiliteitsgebouwen heeft naar schatting volledige glasisolatie. Daarmee is dit de meest toegepaste maatregel, gevolgd door actieve koeling met 59%. Tussen de typen gebouwen verschilt het aandeel gebouwen met actieve koeling sterk. Bij kantoren ligt dit aandeel met 79% het hoogst, terwijl bij bedrijfshallen ongeveer een vijfde van de gebouwen actief wordt gekoeld. Iets meer dan de helft van de utiliteitsgebouwen heeft een volledig geïsoleerd dak. Dit aandeel ligt bij winkels als enige onder het gemiddelde (42%). Dit geldt ook voor volledige gevelisolatie, wat van toepassing is op ongeveer een derde van de winkels. Volledige vloerisolatie (28%) en zonnepanelen (27%) zijn de minst toegepaste energiebesparingsmaatregelen. Indien deze maatregelen worden toegepast, is dit vooral bij zorg- en onderwijsgebouwen (>40%).

**Tabel 4.3 Stand van verduurzaming utiliteitsbouw, naar bouwtype en type isolatie, 2022**

Gebouwtype	Volledige dakisolatie	Volledige vloerisolatie	Volledige gevelisolatie	Volledige glasisolatie	Actieve koeling	Zonnepanelen
Zorg	69%	46%	59%	84%	47%	41%
Winkels	42%	21%	32%	68%	59%	20%
Kantoren	60%	34%	54%	86%	79%	30%
Onderwijs	60%	41%	48%	80%	55%	44%
Bedrijfshallen	65%	24%	57%	60%	22%	31%
<b>Totaal</b>	<b>52%</b>	<b>28%</b>	<b>43%</b>	<b>74%</b>	<b>59%</b>	<b>27%</b>

Bron: Panteia

In 2022 is naar schatting in 5% van de utiliteitsgebouwen gewerkt aan isolatie van het dak, de vloer of de gevel.<sup>17</sup> In 8% van de gebouwen is daarnaast nieuwe beglazing geplaatst. In 7% van

<sup>16</sup> RVO (2023). 'Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving'.

<sup>17</sup> Panteia (2022). 'Renovaties in de Utiliteit'.

de utiliteitsgebouwen is één of meerdere CV-ketels vervangen. Van deze gebouwen werd er in 79% van de gevallen een HR-ketel geplaatst en in 8% van de gevallen een warmtepomp.

#### 15% van de utiliteitsgebouwen wordt volledig duurzaam verwarmd

In de Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving 2023 wordt een inschatting gemaakt van het aandeel duurzaam verwarmde utiliteitsgebouwen (15%). Dit percentage betreft enkel verwarmde utiliteitsgebouwen. 12% van de utiliteitsgebouwen voorraad wordt in zijn geheel niet verwarmd. Dit geldt met name voor bedrijfshallen. Onder 'duurzame verwarmingsinstallaties' worden aansluiting op een warmtenet, WKO's, WKK's, warmtepompen en restwarmte verstaan. Van de kantoren wordt met 19% een hoger aandeel volledig duurzaam verwarmd.

#### Driekwart van utiliteitsgebouwen wordt verwarmd met verwarmingsketel

Tabel 4.4 laat een schatting zien van de manier waarop utiliteitsgebouwen worden verwarmd.<sup>15</sup> Ongeveer driekwart van de utiliteitsgebouwen wordt nog verwarmd door één of meerdere verwarmingsketels. Daarnaast wordt 13% verwarmd met één of meerdere warmtepompen en nog eens 12% met één of meerdere elektrische kachels. Stadsverwarming, WKO, WKK en biomassaketels worden het minst toegepast in de utiliteitsbouw. Van de gebouwen die worden verwarmd met één of meerdere warmtepompen, gaat het in 57% van de gevallen om een luchtwarmtepomp. Van de gebouwen die worden verwarmd met een biomassaketel, gebruikt meer dan de helft van de gebouwen een palletkachel. Duurzame warmteoplossingen (WKO, WKK en/of warmtepompen) worden het meest toegepast in zorggebouwen, gevolgd door onderwijsgebouwen en kantoren.

**Tabel 4.4 Verwarming utiliteitsbouw<sup>1</sup>, naar type verwarming 2022**

Type verwarming	Percentage
Verwarmingsketel(s)	75
Elektrische kachel(s)	12
Stadsverwarming	4
WKO	2
Warmtepomp(en)	13
WKK	1
Biomassaketel	2
Anders	22

<sup>1</sup> Exclusief bedrijfshallen. Omdat de respondenten op deze vraag meerdere antwoorden konden geven, telt tabel 3.8 niet op tot 100%.

Bron: RVO/Panteia

#### Ontwikkeling verduurzaming utiliteitsbouw beperkt te volgen

In de utiliteitsbouw is de verduurzaming lastiger te volgen dan bij de woningbouw.<sup>18</sup> Dit hangt samen met het feit dat bedrijven meerdere aardgasaansluitingen op één adres kunnen hebben, of juist meerdere adressen hebben en maar één aardgasaansluiting. Onder andere hierdoor is het niet mogelijk om de ontwikkeling te volgen van het aantal gebouwen met of zonder aardgasaansluiting. Een voorzichtige schatting is dat in 2020 31% van de adressen in de utiliteitsbouw met een elektriciteitsaansluiting geen aardgasaansluiting heeft (tegenover 28% en 27% in respectievelijk 2019 en 2018). Dit gaat om zo'n 265.000 adressen.

<sup>18</sup> RVO (2022). 'Aardgasvrije gebouwde omgeving: de realisatie en beïnvloedende factoren'.

#### 4.4 Energiebronnen elektriciteitsproductie

De elektriciteitsproductie en de bijbehorende CO<sub>2</sub>-uitstoot worden zoals eerder aangegeven toegerekend aan de elektriciteitssector. De inspanningen die hier gepleegd worden, hebben echter weerslag op de gebouwde omgeving aangezien elektriciteitsverbruik voor een aanzienlijk deel in de gebouwde omgeving plaatsvindt en verdergaande elektrificatie van invloed is op de CO<sub>2</sub>-uitstoot op nationaal niveau. Om deze redenen wordt in deze paragraaf aandacht geschonken aan de verduurzaming van de elektriciteitssector.

##### **Sterke opmars zonne- en windenergie in productie elektriciteit<sup>19</sup>**

Zoals eerder beschreven, is het aandeel fossiele brandstoffen bij de elektriciteitsproductie sterkteruggelopen (figuur 4.4). De hoeveelheid hernieuwbare energie in de elektriciteitsproductie is vanaf 2000 juist gestegen van 3% naar 40% in 2022. Windenergie was in 2022 goed voor 44% van deze opwek, zonnestroom<sup>20</sup> is na een aanzienlijke stijging in de afgelopen periode goed voor 35% en de overige 20% komt momenteel vanuit biomassa. De productie van zonnestroom, zowel door grootschalige zonneparken als zonnepanelen op woningen, is in de afgelopen tien jaar sterk gegroeid. In 2012 werd er nog 1 PJ aan zonnestroom geproduceerd, in 2022 was dit ongeveer 60 PJ. De productie van windenergie steeg in deze periode van 18 PJ naar 77 PJ. Biomassa is materiaal van plantaardige of dierlijke herkomst en kan worden gebruikt als energiebron door verbranding, vergassing of vergisting. Biomassa wordt gerekend als een hernieuwbare energiebron aangezien het materiaal, zoals bomen en planten, wordt herplant. Waar zonnestroom en windenergie elektriciteit opwekken, wordt biomassa naast de opwek van elektriciteit ook direct gebruikt voor het genereren van warmte (15% van de warmteproductie).

##### **Gebruik steenkool**

Sinds 2019 is het verboden om kolen te gebruiken voor het produceren van elektriciteit aangezien hierbij veel CO<sub>2</sub> vrijkomt. Toch zijn er nog vier kolencentrales voor het opwekken van elektriciteit in Nederland actief. Deze centrales krijgen nog een aantal jaar de tijd om over te stappen op schonere brandstoffen voor de opwek van elektriciteit. Eén centrale heeft hiervoor tot eind 2024, de overige drie kolencentrales krijgen tot eind 2029 de tijd.

De CO<sub>2</sub>-emmissie van kolencentrales is onder andere afhankelijk van de leeftijd van de centrale en ligt tussen 0,74 en 0,91 kg per kWh. Gemiddeld wordt er 0,8 kg CO<sub>2</sub> per kWh uitgestoten. Een gasgestookte elektriciteitscentrale heeft een CO<sub>2</sub>-emmissie van 0,4 kg per kWh voor een conventionele centrale en 0,3 kg per kWh voor een moderne wkk-centrale. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van kolencentrales is hiermee 2,7 maal hoger dan die van moderne gascentrales. Vervanging van kolencentrales door moderne wkk-centrales levert een vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot per kWh op van 63%. De elektriciteitsproductie van kolencentrales bedroeg in 2022 volgens het CBS 16.481 miljoen kWh met in totaal een CO<sub>2</sub>-uitstoot van 13 Mton. Vervanging door moderne gascentrales levert een besparing op van 8,2 Mton CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Nederland importeert jaarlijks ongeveer 9 Mton steenkool. Door het importverbod van Russische steenkolen halverwege 2022 was Nederland genoodzaakt meer steenkool te importeren uit onder andere de Verenigde Staten en Australië. Door de toenemende vraag vanuit Europa naar niet-Russische steenkolen, is de prijs hiervan gestegen. Door de beperkte invoer van steenkolen van Nederland in vergelijking met de productieschaal in deze landen zal een stop van Nederland in het gebruik van steenkool geen impact hebben op de prijs van steenkolen. Wanneer meerdere landen stoppen met het gebruik van kolen voor de productie van elektriciteit zou dit de kolenprijs omlaag kunnen brengen, wat eventueel het gebruik van kolen voor andere landen aantrekkelijk kan maken.

<sup>19</sup> Zie figuur 4.4.

<sup>20</sup> Bij het opwekken van stroom met windmolens komt er geen CO<sub>2</sub>, fijnstof en stikstofoxide in de lucht. Er komt wel CO<sub>2</sub> vrij bij het bouwen, onderhouden en afbreken van een windmolen, omdat daarvoor energie nodig is uit fossiele brandstoffen. Over de hele levensduur van de windmolen (20 jaar) stelt dit echter niet veel voor, want in ongeveer een half jaar tijd heeft een windmolen die hoeveelheid CO<sub>2</sub> al bespaard.

### **Gebruik biomassa toegenomen, maar discussies over de duurzaamheid lopen**

Over de duurzaamheid van biomassa, voornamelijk de verbranding van hout, is discussie ontstaan (zie kader). Bij het verbranden van biomassa komt CO<sub>2</sub> vrij, maar de gedachtegang is dat bomen en planten CO<sub>2</sub> opnemen en de CO<sub>2</sub> hierdoor weer wordt opgeslagen. Ook het oogsten van biomassa kan schade toebrengen aan de natuur en gebeurt niet emissieloos. Hiertegenover staat dat biomassa kan worden gezien als een tijdelijke oplossing om de energievoorziening duurzaam te maken. Zo kan het als tussenoplossing dienen als bron voor warmtenetten of voor zwaarder transport totdat overgegaan kan worden op elektriciteit en waterstof.

#### **Discussie over biomassa**

Vanwege de maatschappelijke zorgen over biomassa heeft het kabinet halverwege 2022 besloten om per direct te stoppen met het verlenen van nieuwe subsidies voor houtige biobrandstoffen voor de productie van laagwaardige warmte. Voor het produceren van elektriciteit vanuit houtige biomassa werden al langer geen nieuwe subsidies voor afgegeven. Biomassa zou moeten worden ingezet waar dit de grootste bijdrage levert aan de verduurzaming en waar alternatieven beperkt beschikbaar zijn. De laagwaardige warmte zou beter kunnen worden verkregen uit bijvoorbeeld met bodemwarmte. Alternatieven voor houtige biomassa zijn vaak duurder, wat mogelijk een knelpunt met zich meebrengt in de energietransitie.

### **Verdere toename duurzame energiebronnen, vereisen opschaling elektriciteitsnet**

Het aandeel van hernieuwbare energiebronnen in de energievoorziening zal verder toenemen. Hiervoor worden nieuwe windmolenparken en zonneweides aangelegd. Omdat windmolens voor overlast kunnen zorgen, zijn er normen en richtlijnen opgesteld die moeten worden getoetst voordat een windmolen geplaatst kan worden. Nieuwe windparken zijn vooral op de Noordzee gepland. In het Klimaatakkoord en regeerakkoord is afgesproken om in 2030 21 GW aan windparken op zee te hebben staan. Met drie nieuwe gebieden die begin 2022 door het kabinet zijn aangewezen, kan dit doel worden gehaald. In 2050 wordt 70 GW geïnstalleerd vermogen op zee beoogd, dit gaat naar verwachting om een totaal van ongeveer 7.000 windmolens. Door de sterke groei van wind op zee moet het elektriciteitsnet steeds meer windenergie verdragen. De elektriciteitsnetten moeten daarom grootschalig worden verzwakt, maar dit is een meerjarig en kostbaar proces. Voor grootschalige zonneparken zijn lange hoogspanningsleidingen nodig in het landschap voor het transporteren van de stroom. Daarbij bezetten zonnecentrales veel landoppervlak. Ook het opschalen van zonneparken vergt veel van het elektriciteitsnet, wat tot netcongestie kan leiden.

## **4.5 Financiële effecten van verduurzamingsmaatregelen**

Zoals voorgaande paragrafen laten zien, zijn er aanzienlijke stappen gezet in het terugdringen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Zowel door vermindering van het energieverbruik in de gebouwde omgeving als door verduurzaming van de elektriciteitsproductie is de uitstoot flink afgenomen ondanks de toename van de bevolking. Deze resultaten hebben echter ook (financiële) inspanningen gevergd. In navolgende gaan wij hierop in.

### **4.5.1 Subsidieverstrekking door het Rijk**

#### **Subsidie-uitgaven fors gestegen, komende jaren veel extra middelen beschikbaar**

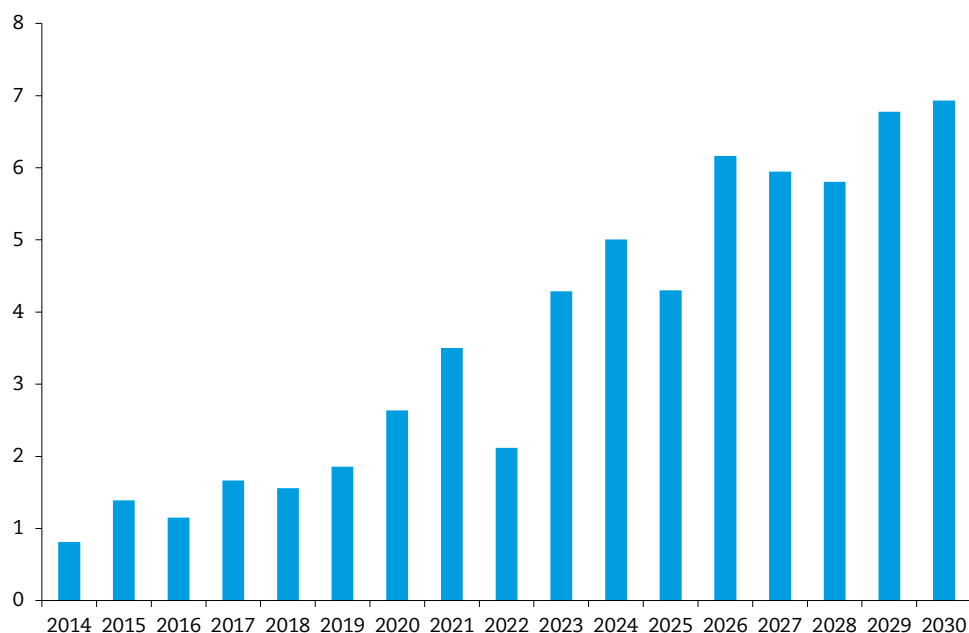
Verduurzaming wordt al meerdere jaren door de overheid gestimuleerd door middel van velerlei subsidies en vrijstellingen. De jaarlijkse uitgaven aan subsidies ten behoeve van verduurzaming zijn in de achterliggende jaren fors gestegen (figuur 4.9).<sup>21</sup> Tussen 2014 en 2023 zijn de jaarlijkse uitgaven ruim verviervoudigd tot meer dan € 4 miljard. Gecumuleerd gaat het over deze gehele periode in totaal om bijna € 21 miljard aan subsidies. Hiervan is bijna € 8 miljard direct verbonden aan verduurzamingsmaatregelen in de gebouwde omgeving. Het

<sup>21</sup> De getoonde bedragen voor 2022 en 2023 in de figuur zijn exclusief de tegemoetkoming hoge energieprijzen en het tijdelijke prijsplafond voor kleinverbruikers.

resterende deel betreft met name subsidies voor duurzame energieproductie dat voor grofweg de helft ten goede komt aan vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot door het elektriciteitsgebruik van de gebouwde omgeving. De komende jaren worden aanzienlijk grotere uitgaven voorzien, waarbij de jaarlijkse uitgaven tot 2030 naar verwachting verder stijgen tot ongeveer € 7 miljard per jaar.

De meeste financiële middelen zijn uitgegeven aan de regeling Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++, eerder SDE en SDE+) om de productie van schone, duurzame energie en CO<sub>2</sub>-reducerende projecten te stimuleren.<sup>22</sup> Ook in de laatste begrotingen zijn veel extra middelen opgenomen die zijn bedoeld voor verduurzamingsmaatregelen om de klimaatambities voor 2030 te behalen. Het gaat om meer dan € 35 miljard in de periode 2025-2030 die is verdeeld over tientallen subsidies.<sup>23</sup> Met name vanaf 2026 liggen de subsidies op een relatief hoog niveau. Dit komt voornamelijk door hogere uitgaven aan SDE(+)(+)-subsidies. Een andere belangrijke subsidieregeling is de Investeringssubsidie duurzame energiebesparing (ISDE) voor de toepassing en het stimuleren van verbeterstappen als warmtepompen en zonneboilers in woningen. Het ligt in de rede dat in de komende jaren bestaande subsidieregelingen worden verlengd c.q. geïntensiveerd of nieuwe regelingen worden opgezet om de doelstellingen tot en na 2030 te kunnen behalen.

**Figuur 4.9** Uitgaven aan verduurzamingssubsidies, 2014-2030, in miljarden euro's



Bron: BZK, EZK, bewerking EIB

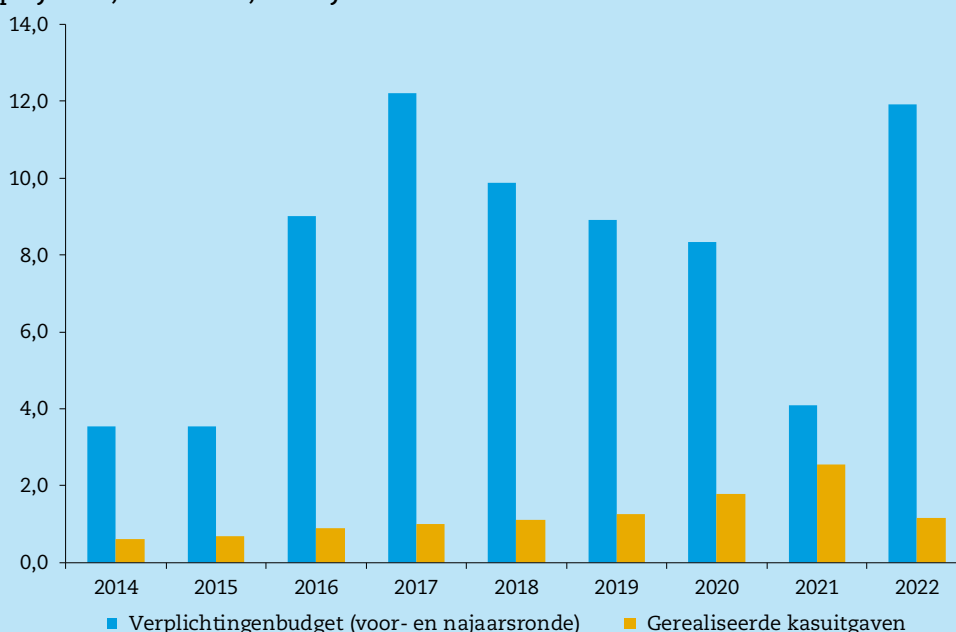
<sup>22</sup> Voorts geldt dat het grootste deel van de gereserveerde budgetten die aan SDE-projecten zijn toegekend, pas in de komende jaren feitelijk worden uitgekeerd (zie kader).

<sup>23</sup> De bedragen voor 2029 en 2030 zijn geraamd o.b.v. verlenging c.q. intensivering van de belangrijkste subsidieregelingen.

### Grootste deel budgetten voor SDE-projecten pas in de komende jaren uitgekeerd

In de onderstaande figuur zijn de budgetten getoond voor SDE-, SDE+-, en SDE++-projecten en hoeveel er feitelijk al is uitgegeven aan subsidies voor deze projecten. Het verplichtingenbudget is het maximale bedrag dat in totaal tijdens de looptijd van projecten aan subsidies uitbetaald kan worden. Vaak is dit 12 of 15 jaar, afhankelijk van de verwachte levensduur van de installatie. Met de subsidie vergoedt de overheid tot een bepaalde hoogte het verschil tussen de kostprijs van duurzame energie en de marktwaarde van de geleverde energie, oftewel de opbrengsten voor de ondernemer. De hoogte van het werkelijk uitgekeerde bedrag hangt af van de totale hoeveelheid opgewekte energie of gereduceerde CO<sub>2</sub> door ondernemers en de marktwaarde hiervan. Wat opvalt in de figuur is dat het grootste deel van de omvangrijke gereserveerde middelen nog uitgekeerd dient te worden als gevolg van de looptijd van de subsidie. In 2022 is € 12 miljard toegekend aan circa 1.600 duurzame projecten en dit betreft de totale subsidie over de gehele looptijd van de projecten. De werkelijke uitgaven aan de toegekende projecten zullen aan het einde van de looptijd naar verwachting lager uitvallen doordat projecten niet doorgaan c.q. stoppen of omdat de energieprijzen en CO<sub>2</sub>-prijzen (ETS) hoger uitvallen dan verwacht.

### Totale verplichtingenbudget en gerealiseerde kasuitgaven van SDE-, SDE+-, en SDE++-projecten, 2014-2022, in miljarden euro's



Bron: RVO, EZK, bewerking EIB

### 4.5.2 Investeringskosten van verduurzaming in de gebouwde omgeving

#### Ruim € 10 miljard aan bouwproductie door verduurzaming nieuwbouw

De afgelopen jaren is veel geïnvesteerd in het verduurzamen van de nieuwbouw. Vanaf 2021 geldt de eis dat bij de nieuwbouw van woningen en overige gebouwen geen gasaansluiting meer aanwezig mag zijn en zijn de eisen rond de energieprestatie aangescherpt. Vanaf 2015 was de energieprestatie (EPC) voor nieuwbouw aangescherpt van 0,6 naar 0,4 en vanaf 2021 moeten de gebouwen voldoen aan de BENG-eis. Met deze aangescherpte eisen wordt voorkomen dat uitbreiding van de woningvoorraad tot extra CO<sub>2</sub>-uitstoot leidt. De extra bouwkosten door de aanscherping van de EPC-eis bedragen gemiddeld € 8.600 per woning (huidig prijspeil) en de extra kosten door de BENG-eis in combinatie met aardgasvrij bedragen naar schatting € 30.000 per woning. In de afgelopen 10 jaar zijn bijna 640.000 nieuwbouwwoningen opgeleverd. Met de aanscherping van de duurzaamheidseisen was in totaal voor ruim € 10 miljard aan extra kosten gemoed ten behoeve van deze woningen.

### **Forse stijging bouwproductie door verduurzaming in bestaande bouw**

Ook in de bestaande bouwvoorraad heeft in de afgelopen jaren een forse intensivering van de verduurzaming plaatsgevonden. Het gaat om isolatiemaatregelen rond de gebouwschil, installatie van zonnepanelen en vervanging van warmte-installaties. De totale productie door verduurzaming van bestaande gebouwen liep op van € 4,3 miljard in 2017 naar € 10,8 miljard in 2022, een stijging van gemiddeld 20% per jaar. Hierbij gaat het om € 7,7 miljard voor aanpassingen van woningen en € 3,1 miljard van overige gebouwen. Het aandeel van het aardgasvrij maken van gebouwen in de verduurzamingsproductie is met grofweg een kwart nog relatief beperkt, maar dit zal naar waarschijnlijkheid in een snel tempo toenemen. Deze inspanningen hebben onder meer geleid tot duurzamere corporatiewoningen, waarbij inmiddels bijna 85% van de woningen energielabel C of beter heeft.<sup>24</sup> Ook particulieren hebben maatregelen getroffen, met name de installatie van zonnepanelen en isolatie.

### **Totaal € 80 miljard in de afgelopen 10 jaar aan bouwproductie door verduurzaming woningen**

Het belang van de verduurzaming van woningen en andere gebouwen in de totale bouwproductie is in de afgelopen jaren sterk toegenomen en er zijn inmiddels al aanzienlijke bedragen geïnvesteerd voor de verbetering van de energieprestaties. In de periode 2014-2023 is er in totaal naar schatting voor € 80 miljard aan bouwproductie besteed aan de verduurzaming van woningen. Naast de € 10 miljard aan extra maatregelen bij de nieuwbouw van woningen was met de besparingsmaatregelen bij bestaande woningen en andere gebouwen een bouwproductie van grofweg € 70 miljard gemoeid. Dit is ook terug te zien in een sterke vermindering van de jaarlijkse CO<sub>2</sub>-uitstoot in deze periode van bijna 22,9 Mton in 2014 naar 17,8 Mton in 2023, een vermindering van ruim 5 Mton.

#### **4.5.3 Financiële effecten van aardgasvrije woningen**

Een deel van bovenstaande bouwproductie komt voort uit het aardgasvrij maken van woningen. Het aantal aardgasvrij gemaakte woningen in de bestaande voorraad is het afgelopen jaar sterk toegenomen van ruim 30.000 tot 50.000 per jaar.

#### **Investerings aardgasvrij afhankelijk van warmteoplossing en energielabel woning**

De kosten voor het aardgasvrij maken van woningen zijn veelal afhankelijk van het isolatieniveau van een woning. Kosten voor gebruikers zijn fors te noemen toe bij energetisch slechtere energielabels als gevolg van de (isolatie)maatregelen voor de eerste labelstappen. Bij hogere ambitieniveaus nemen de kosten aanzienlijk toe, terwijl aan de opbrengstenkant juist sprake is van afnemende meeropbrengsten (zie kader). Daarbij wordt voor de eerste stappen gerekend met toepassing van standaard - en daarmee relatief goedkope - maatregelen. In de praktijk kunnen kosten voor gebruikers hoger uitvallen. In 2023 werden naar schatting in totaal 50.000 woningen aardgasvrij gemaakt waar een totaal investeringsbedrag van € 2 miljard mee was gemoeid.

---

<sup>24</sup> Zie ook paragraaf 3.5.4

### Kosten bij aansluiting op een warmtenet voor woningen

Op basis van de verschillende warmtenet-proeftuinen die in vorig onderzoek<sup>25</sup> zijn geanalyseerd, kan een beeld worden geschetst van de meest voorkomende kostenposten en de hoogte van de bedragen die bij deze posten passen. In onderstaande tabel wordt een schatting weergegeven van de kosten per woning bij aansluiting op een warmtenet in een gemiddelde wijk.

Kostenposten aansluiting warmtenet	Kosten per woning
Warmtenet incl. huisaansluitingen	€ 12.800
Aanleg/gereed maken bron	€ 1.700
Woningaanpassingen	€ 3.500
Isolatie	€ 10.000
Risicovoorziening (10%)	€ 2.800
Proceskosten	€ 8.000
<b>Totale investering</b>	<b>€ 38.800</b>

### Onrendabel deel van de investering slaat neer in bijdrage aansluitkosten

In vrijwel alle proeftuinen kent de aanleg van een warmtenet een aanzienlijk onrendabel deel. Dit wil zeggen dat de aanleg- en exploitatiekosten niet volledig kunnen worden gedekt door de verwachte opbrengsten uit de warmtelevering. Deze onrendabele top wordt in de regel in rekening gebracht bij de woningeigenaren in de vorm van een bijdrage aansluitkosten (BAK). De hoogte van de BAK is deels gerelateerd aan de aanlegkosten van het warmtenet welke afhankelijk zijn van lokale factoren zoals dichtheid van bebouwing, type bebouwing en drukte in de ondergrond, de mogelijkheden tot warmteverkoop en de afspraken rondom warmtetarieven.

### Kosten bij toepassing van all-electric in een woning

Op basis van een eerdere studie van het EIB<sup>26</sup> en de begrotingen uit de onderzochte all-electric proeftuinen<sup>25</sup> gelden gemiddeld de volgende bedragen. De kosten worden weergegeven voor eengezins-koopwoningen naar energielabel.

Kostenpost all-electric	Goed (A, B)	Middel (C, D)	Slecht (E, F, G)
Investering isolatie	0	11.200	21.200
Investering warmtepomp	11.300	11.300	11.300
Investering woningaanpassing	5.000	5.000	5.000
Investering zonnepanelen	5.000	5.000	5.000
Risicovoorziening (5%)	1.100	1.600	2.100
Proceskosten <sup>1</sup>	5.000	5.000	5.000
<b>Totale investering</b>	<b>27.400</b>	<b>39.100</b>	<b>49.600</b>

<sup>1</sup> Wanneer individuele huishoudens overgaan op een all-electric oplossing is er (vrijwel) geen sprake van proceskosten

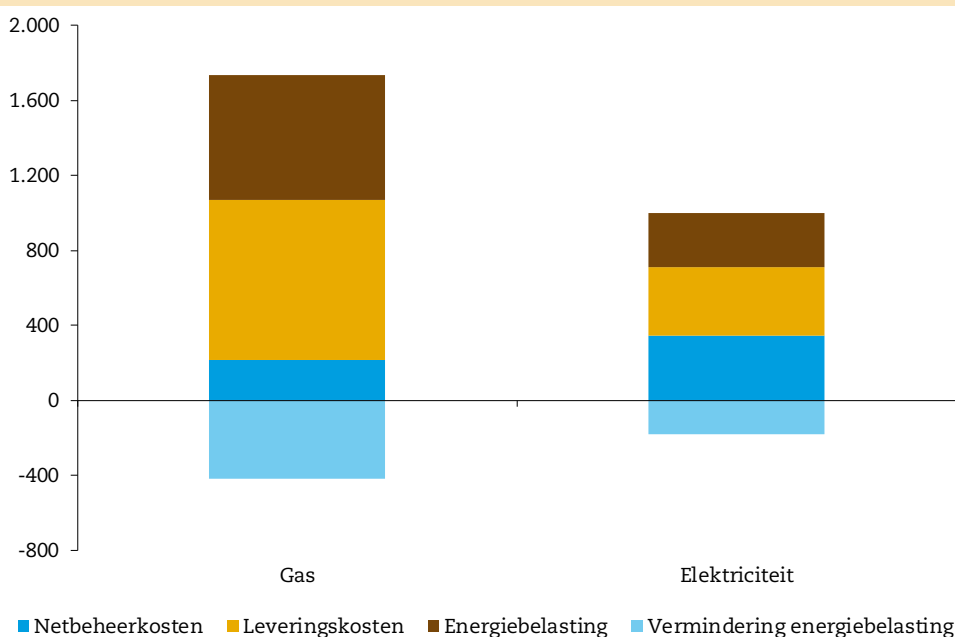
<sup>25</sup> EIB (2021). Proeftuinen Aardgasvrije Wijken. Amsterdam.

<sup>26</sup> EIB (2020). Warmtetransitie in krimpgebieden. Amsterdam.

### Energierkening van huishoudens: energiebelasting belangrijke component

Figuur 4.10 toont de gemiddelde jaarlijkse energierekening van huishoudens. Deze bedroeg in 2023 na vermindering energiebelasting netto ruim € 2.100, waarvan bijna twee derde kosten voor gasgebruik betrof. In beginsel vormen fossiele brandstoffen relatief goedkope energiebronnen. Dat de gebruikers van fossiele brandstoffen dit niet zo ervaren wordt veroorzaakt door energiebelastingen. Een betekenisvol deel van de prijs van de energierekening van huishoudens bestaat uit energiebelastingen op het verbruik van zowel gas als elektriciteit. Uit figuur 4.10 kan worden afgeleid dat voor huishoudens ongeveer ruim vier tiende van de variabele kosten van zowel de (bruto) gas- als elektriciteitsrekening uit energiebelastingen bestaat.

**Figuur 4.10** De samenstelling van de gemiddelde energierekening van huishoudens naar kostensoort, 2023, in euro's



1 Bedragen inclusief btw; de vermindering energiebelasting is naar rato verdeeld over gas en elektriciteit aan de hand van te betalen energiebelasting voor beide energiedragers

Bron: CBS, bewerking EIB

### Energierkening afgelopen jaar hoger door lagere belastingaftrek en hogere energieprijzen

Tussen 2023 en 2022 is de totale energierekening op alle onderliggende posten gestegen door hogere energieprijzen en energiebelastingen. Daarbovenop is de vaste belastingaftrek verlaagd van € 825 in 2022 naar € 597 in 2023. Hierdoor is de gemiddelde netto energierekening tussen 2022 en 2023 na belastingaftrek toegenomen van bijna € 1.700 tot ruim € 2.100. De prijsstijging bij elektriciteit was bovendien relatief groter dan die van gas doordat zowel de energiebelasting als de leverings- en transportkosten bij elektriciteit sterker toenamen dan bij gas. Het lagere energieverbruik van huishoudens in 2023 vanwege de hogere energieprijzen heeft de stijging van de energierekening nog enigszins gedrukt. Niettemin ligt de hoogte van de gemiddelde energierekening in 2023 meer in lijn met structurele niveaus dan de rekening in 2022.

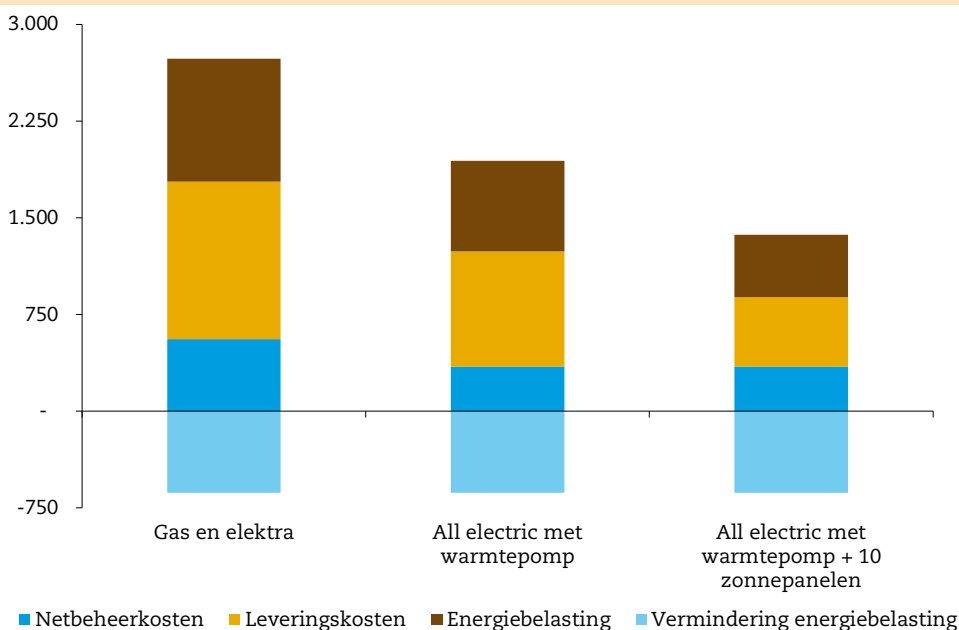
### Besparingen op de energierekening door aardgasvrije woningen

Nu de investeringskosten en energiekosten van een gemiddeld huishouden in kaart zijn gebracht, is het van belang om ook de besparingen door 'aardgasloos' onder de loep te nemen. Dit wordt gedaan aan hand van een goed geïsoleerde all-electric woning met een warmtepomp, aangezien dit naar verwachting de meest voorkomende vorm van aardgasvrije woningen wordt in de nabije toekomst. Daarbij onderscheiden we een situatie met en zonder zonnepanelen.

### Verduurzamen van de eigen woning levert forse besparingen op de energierekening op

Figuur 4.11 toont de energierekening van huishoudens in drie verschillende situaties met ieder een andere energievraag. Een eerste belangrijke constatering is dat huishoudens in een goed geïsoleerde all-electric woning met warmtepomp aanzienlijke besparingen kunnen realiseren op hun energierekening. Gemiddeld ligt de netto energierekening bij all-electric met goede isolatie en een warmtepomp op € 1.300 per jaar.<sup>27</sup> Ten opzichte van de energierekening in 2023 (situatie op gas en elektra) is de besparing daarmee zo'n 40%, ofwel meer dan € 800 op jaarbasis. Wanneer naast een warmtepomp en isolatiemaatregelen ook zonnepanelen op de woning worden geplaatst, valt de besparing op de energierekening nog veel hoger uit.<sup>28</sup> Per saldo kan een goed geïsoleerde all-electric woning met een warmtepomp en zonnepanelen zo'n driekwart op jaarbasis besparen ten opzichte van een woning met aardgas. In de berekeningen is rekening gehouden met een mismatch tussen het moment dat huishoudens energie opwekken en wanneer zij energie behoeven. In een situatie met 10 zonnepanelen bedraagt de netto energierekening zo'n € 750 per jaar. Daarmee is de besparing op de netto energierekening twee derde ten opzichte van de gemiddelde energierekening in 2023. In dit rekenvoorbeeld is de afbouw van de salderingsregeling nog niet meegenomen.<sup>29</sup> De salderingsregeling levert nu nog zo'n € 200 aan baten per jaar op.

**Figuur 4.11 Gemiddelde energierekening van huishoudens in verschillende situaties, naar kostensoort, in euro's per jaar**



1 Bedragen inclusief btw

2 Leveringskosten in situatie met zonnepanelen is inclusief saldering opgewekte elektriciteit

Bron: PBL, Belastingdienst, CBS, bewerking EIB

### Zonnepanelen financieel aantrekkelijk door relatief korte terugverdientijd

Wanneer de kosten van zonnepanelen worden afgezet tegen de besparingen op de energierekening die hierboven zijn beschreven, komt naar voren dat het plaatsen van zonnepanelen op de eigen woning financieel interessant is. Huishoudens profiteren voor een

<sup>27</sup> Daarbij is gerekend met een jaarlijks energieverbruik van 3.200 kWh (60%) voor verwarming en warm water en ruim 2.000 kWh (40%) voor overige energiebehoefte.

<sup>28</sup> Volgens PBL (2021) heeft een woning met zonnepanelen er gemiddeld 10 liggen die jaarlijks 2.700 kWh opwekken.

<sup>29</sup> Het kabinet wilde de salderingsregeling vanaf 2025 tot 2031 stap voor stap afbouwen naar 0%. De Eerste Kamer heeft tegen dit wetsvoorstel gestemd, waardoor de salderingsregeling blijft bestaan.

deel van de zonnestroom die ze zelf opwekken en er bestaan verschillende voordelen zoals de salderingsregeling voor opgewekte energie en een 0% btw-tarief op de aanschaf en plaatsing van zonnepanelen. Hierdoor is de terugverdientijd van zonnepanelen gunstig te noemen.<sup>30</sup> Dit verklaart dan ook de populariteit van zonnepanelen in recente jaren. Een belangrijke kanttekening is dat de rentabiliteit van zonnepanelen voor een belangrijk deel afhangt van de salderingsregeling en wat energiemaatschappijen besluiten rond tarieven.

#### **Warmtepomp en goede isolatie financieel niet aantrekkelijk zonder subsidies**

Het volledig all-electric maken van de eigen woning vertoont een ander beeld. De hoge investeringskosten van een warmtepomp en aanvullende isolatiemaatregelen lijken niet op te wegen tegen de jaarlijkse besparingen die erdoor gerealiseerd worden op de energierekening. In voorgaand kader komt naar voren dat de investeringskosten van isolatie en een warmtepomp (incl. woningaanpassing en risicokosten) bij een gemiddelde woning al snel oplopen richting de € 30.000. Bij een jaarlijkse besparing op de energierekening van ruim € 800 (zie hierboven) als gevolg van deze maatregelen, is de terugverdientijd lang te noemen. Tegen deze achtergrond lijken deze maatregelen vanuit uitsluitend financieel oogpunt niet aantrekkelijk. Om particulieren er toch toe te zetten de eigen woning te verduurzamen, zijn er verschillende subsidieregelingen opgezet waar een beroep op kan worden gedaan. Overigens geldt dat de benodigde investeringen tussen woningen met uiteenlopende energieprestaties kunnen verschillen en dat voor een deel van de woningen het aardgasvrij maken bij de huidige subsidies financieel al haalbaar is. De koopwoningen die tot op heden aardgasvrij zijn gemaakt zijn vooral de woningen waarvoor de aanpassing financieel rendabel was. Daarnaast hebben woningcorporaties ook woningen aardgasvrij gemaakt, waarbij onrendabele maatregelen niet hoeven te worden afgedekt door de energierekening van huishoudens.

Ten slotte laat de netto energierekening van huishoudens met een all-electric woning de komende decennia naar verwachting een lichte toename zien. De verschillende onderdelen van de energierekening laten daarbij uiteenlopende ontwikkelingen zien. De netbeheerkosten nemen naar verwachting in reële termen toe in de komende jaren als gevolg van omvangrijke investeringen door netbeheerders in energienetten, die zij op hun beurt (deels) doorberekenen aan de consument. In het beleid is voorts voorgenomen de energiebelasting op elektriciteit tot 2030 voorzichtig te beperken en tegelijkertijd de vaste vermindering energiebelasting op te laten lopen. Dit compenseert voor een belangrijk deel de stijging van de netbeheerkosten. Naar verwachting blijven de leveringskosten van elektriciteit, bestaande uit de groothandelsprijzen en marge leveranciers, in reële termen constant de komende jaren.

#### **4.5.4 Impliciete subsidieverstreking**

Naast directe subsidies vanuit de overheid, bestaan er ook zogeheten impliciete subsidies. Eén voorbeeld hiervan is verduurzaming door corporaties. Zij hebben de afgelopen jaren veel inspanningen gedaan om hun sociale woningvoorraad te verduurzamen. Daarbij nemen corporaties de investeringen in verduurzaming voor hun rekening, zonder de kosten hiervan (volledig) door te berekenen aan de sociale huurders. De huurders ervaren op hun beurt wel de baten van een energiezuiniger huis.

#### **Aantal corporatiewoningen met label A of beter met ruim een kwart gestegen in twee jaar**

Dat corporaties veel inspanningen leveren om hun woningvoorraad te verduurzamen, blijkt uit de ontwikkeling van de labelverdeling in de onderstaande tabel. Het aantal corporatiewoningen met energielabel A steeg met ruim een kwart in twee jaar tijd als gevolg van verduurzaming en bij het hoogste energielabel ook door de nieuwbouw van woningen. Bijna 40% procent van alle corporatiewoningen heeft nu energielabel A of beter. Daarentegen daalde het aantal sociale huurwoningen met energielabel E,F of G in diezelfde periode van 279.200 naar 180.700, ofwel ruim een derde.<sup>31</sup> Dit blijkt uit de jaarlijkse benchmarkcijfers van corporatiekoepel Aedes.

<sup>30</sup> Uitgaande van de eerdergenoemde investeringskosten van € 5.000 voor 10 zonnepanelen is de terugverdientijd korter dan 10 jaar. Dit is aanmerkelijk korter dan de gemiddelde technische levensduur van 20 tot 25 jaar.

<sup>31</sup> Voor een deel komt dit door een methodiekcijfercorrectie in 2023.

**Tabel 4.5 Sociale woningvoorraad naar energielabel, 2021-2023**

Label	Aantallen			Verdelingen (%)			Δ (%)
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	
A++(+)(+)	30.100	44.300	65.800	1,4	2,1	3,1	119
A+	94.000	106.400	127.000	4,5	5,1	6,0	35
A	516.200	563.100	621.200	24,7	26,8	29,5	20
B	401.100	411.600	417.300	19,2	19,6	19,8	4
C	578.400	552.200	531.900	27,6	26,2	25,2	-8
D	194.300	179.800	164.800	9,3	8,5	7,8	-15
E	122.600	110.700	94.500	5,9	5,3	4,5	-23
F	71.000	62.600	47.000	3,4	3,0	2,2	-34
G	85.600	74.100	39.200	4,1	3,5	1,9	-54
<b>Totaal</b>	<b>2.093.300</b>	<b>2.104.600</b>	<b>2.108.600</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>1</b>

Bron: Aedes, bewerking EIB

#### Steeds meer corporatiewoningen van het gas af gehaald

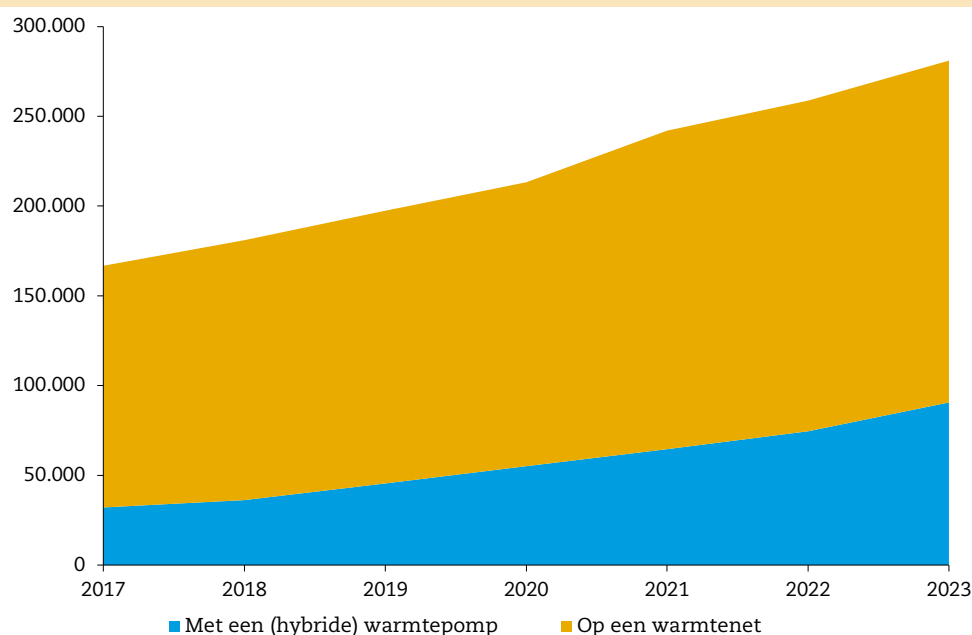
De sterke toename in energetisch hoge labels komt naast nieuwbouw van corporatiewoningen ook door het aansluiten van woningen op een warmtenet of door de toepassing van een (hybride) warmtepomp (figuur 4.12). Het aantal woningen met een (hybride) warmtepomp is verdrievoudigd in deze periode, terwijl het aantal woningen dat werd aangesloten op een warmtenet met bijna een helft toenam.

De verduurzamingstrend in de corporatiewereld zet de komende jaren naar verwachting verder door. In lijn met de Nationale Prestatieafspraken waaraan zij zich hebben gecommitteerd, investeren corporaties naar eigen zeggen bijna € 50 miljard in de bestaande voorraad van sociale huurwoningen. Daarmee worden onder meer al hun woningen met een E-, F-, of G-label tot en met 2028 versneld verduurzaamd. Dit sluit aan op het doel om in 2030 675.000 corporatiewoningen vergaand te isoleren en om 450.000 bestaande corporatiewoningen aardgasvrij te maken.

#### Andere vormen van impliciete subsidiering

Ten slotte kan nog worden gewezen op interventies die niet in de bouwproductie zichtbaar worden. Dit betreft andere vormen van impliciete subsidies, zoals het tegen verlaagde prijzen beschikbaar stellen van grond voor windparken en zonneweiden. Ook de kosten van de capaciteitsinzet van ambtenaren bij gemeenten, provincies en het Rijk kunnen hier worden genoemd. Zoals bij eerder onderzoek naar aardgasvrije wijken is gebleken, zijn de proceskosten in concrete programma's doorgaans niet gering in relatie tot de bouwkosten.

**Figuur 4.12** Aantal corporatiewoningen met een (hybride) warmtepomp of aansluiting op een warmtenet, 2017-2023



1 Inclusief nieuwbouw

Bron: Aedes

#### 4.5.5 Belastingderving voor het Rijk

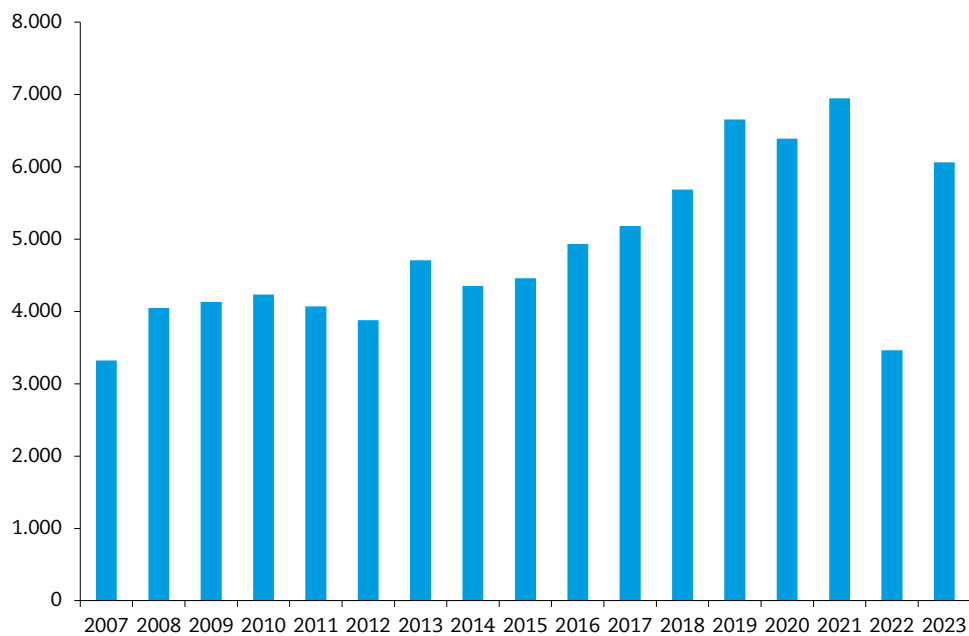
##### Inkomende energiebelastingen belangrijk voor de staatskas

Naast de aanzienlijke subsidies ten behoeve van de energietransitie en de impliciete subsidies aan woningcorporaties, speelt ook belastingderving een rol bij de overstap naar een aardgasvrije gebouwde omgeving. De totale opbrengsten voor de Staat van de energiebelastingen zijn weergegeven in figuur 4.13. De heffing van belasting op energieverbruik genereert veel overheidsinkomsten. Het zorgt op jaarbasis doorgaans voor € 6 tot € 7 miljard aan inkomsten via aan verbruik verbonden energiebelastingen.<sup>32</sup> Deze inkomsten vallen voor een groot deel weg bij het uitfaseren van fossiele brandstoffen en bij het beperken van het energieverbruik door verduurzamingsmaatregelen.

Eerder werd getoond dat voor huishoudens ongeveer vier tiende van de variabele kosten van de gasrekening bestaat uit energiebelastingen en btw die ten gunste komen van de staatskas. Bovendien kent de leveringsprijs op dit moment ook een belangrijke 'rent' via de gasbaten, die ook ten gunste komt aan de staat. Door de hogere gasprijzen zijn deze gasbaten bovendien recentelijk gestegen. Bij elektriciteit is het beeld in wezen niet anders. Ook hier geldt dat een belangrijk deel van de variabele kosten uit belastingen bestaat. Deze inkomsten vallen weg bij intensivering van verduurzamingsmaatregelen. Bovendien moet bedacht worden dat op macro-niveau deze afname van inkomsten voor de Staat opgeteld moet worden bij het onrendabele deel van de investeringen door huishoudens.

<sup>32</sup> Met uitzondering van 2022 als gevolg van de eenmalige verhoging van de heffingskorting door de overheid vanwege de hoge energieprijzen.

**Figuur 4.13 Opbrengsten energiebelastingen overheid, in miljoenen euro's, 2007-2023**



Bron: CBS

## 5 Verduurzaming tot 2030

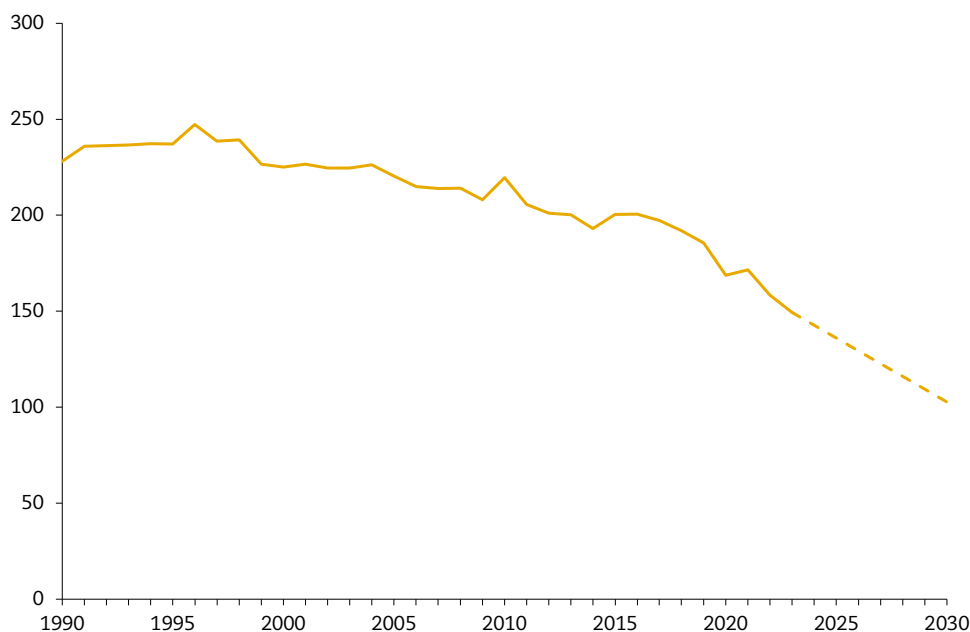
De afgelopen jaren heeft een versnelling plaatsgevonden van het verduurzamen van de gebouwde omgeving. De uitstoot van broeikasgassen die toegewezen wordt aan de gebouwde omgeving, is teruggelopen van 25 Mton in 2018 naar 19 Mton in 2023. Om de doelstellingen voor 2030 te behalen (55% reductie ten opzichte van 1990) moet tot 2030 een reductie van 4,3 Mton CO<sub>2</sub> worden behaald. Het behalen hiervan is nog een grote opgave. Dit hoofdstuk richt zich op wat het aardgasvrij maken van bestaande woningen, de verplichting van een (hybride) warmtepomp vanaf 2026 en andere energiebesparende maatregelen hieraan kunnen bijdragen en of daarmee het reductiedoel haalbaar is.

### 5.1 Opgave verdere broeikasgasreductie tot 2030

#### Totale reductiedoelstelling van 55% in 2030 ligt volgens KEV 2023 binnen bereik

Het in de klimaatwet gestelde doel is een emissiereductie van 55% in 2030 ten opzichte van 1990. In de periode 1990 tot 2022 zijn de broeikasgasemissies in Nederland met 31% gedaald van 228 tot 158 miljard kg CO<sub>2</sub>-equivalenten (figuur 5.1). In 2023 daalde deze met 6% ten opzichte van 2022 waarmee vorig jaar een totale emissiereductie van 34% ten opzichte van 1990 is behaald. In de komende zeven jaar moet de broeikasgasemissie met verder dalen met 26% om de klimaatdoelstelling voor Nederland te behalen. Ter vergelijking: vanaf 2015 is een reductie van ruim 25% behaald waarin de grootste terugval zich in de afgelopen paar jaar heeft voorgedaan.

Figuur 5.1 Nationale broeikasgasemissies Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten, doelstelling 55% reductie in 2030 t.o.v. 1990



Bron: CBS

De KEV 2023 beschrijft op basis van de klimaatplannen die begin 2023 bekend waren dat een emissiereductie van 46-57% ten opzichte van 1990 mogelijk is. Met de aanzienlijke reductie in het afgelopen jaar is de reductiedoelstelling nog meer binnen bereik gekomen. Wel zal een reductie van gemiddeld 3% per jaar nodig zijn om de doelstelling in 2030 te behalen. De daling van het afgelopen jaar zal zich daarmee na de scherpe daling in 2023 moeten voortzetten. Of dit haalbaar is, hangt onder andere af van welke beleidsmaatregelen worden genomen, hoe deze zullen uitwerken en van externe factoren zoals de economische groei, energieprijzen en technische ontwikkelingen.

#### **Uitfaseren van kolencentrales levert een belangrijke bijdrage aan doel voor 2030**

Het uitfaseren van steenkool in de productie van elektriciteit tot 2029 zal een belangrijke bijdrage aan de haalbaarheid leveren. Als de elektriciteitsproductie van de overgebleven kolencentrales wordt opgevangen door moderne gasgestookte centrales dan levert dit een vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 8,2 Mton op en als dit volledig vanuit hernieuwbare bronnen wordt opgevangen zelfs met 13,2 Mton. De meest recente verwachting voor het aandeel fossiele brandstoffen in de elektriciteitsproductie over 2025 en 2030 is uit de KEV 2022. Voor 2025 wordt een brandbreedte voor aangehouden van 49% tot 56%, voor 2030 wordt het aandeel van fossiele brandstoffen op 20% tot 30% geschat. De hoeveelheid CO<sub>2</sub> per kWh ontwikkelt zich volgens de KEV van 0,19 kg in 2025 naar 0,07 kg in 2030. Om de nationale CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2030 te verminderen tot 17,82 Mton (55% reductie t.o.v. 1990) moet vanaf het niveau van 23,8 Mton in 2023 in de komende jaren nog een verdere reductie van 6 Mton worden bereikt. Met de uitfasering van de kolencentrales kan dit worden bereikt en is er ook ruimte om de hogere elektriciteitsvraag op te vangen. Voor de elektriciteitssector is overigens een stringenter doel gesteld van 12,4 Mton CO<sub>2</sub> in 2030 (bijna 70% reductie t.o.v. 1990).<sup>33</sup>

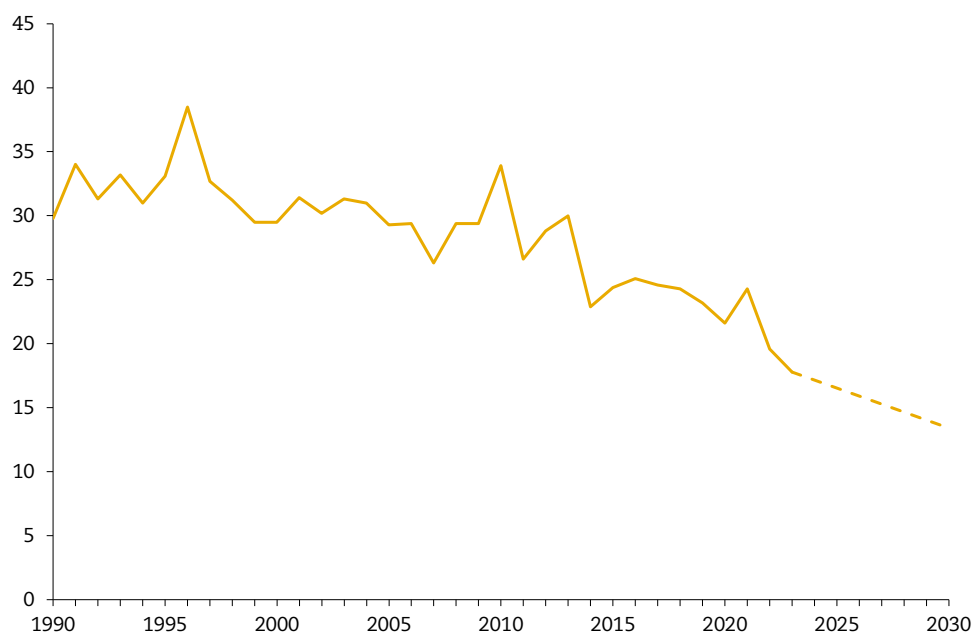
#### **Versnelling emissiereductie voor de gebouwde omgeving tot 2030 nodig**

Vanuit het 'Fit for 55' pakket van de EU wordt beoogd om in 2030 55% minder CO<sub>2</sub> uit te stoten dan in 1990. Als dit reductiedoel wordt overgenomen voor de gebouwde omgeving moet de CO<sub>2</sub>-uitstoot hier van 30 Mton in 1990 tot 13,5 Mton in 2030 worden teruggebracht. Het gaat hier alleen om de uitstoot door fossiele energiebronnen vanuit het gebouw. De CO<sub>2</sub>-uitstoot door inzet van fossiele energiebronnen bij de opwekking van elektriciteit wordt toegerekend aan de elektriciteitssector (zie kader). De CO<sub>2</sub>-uitstoot door de gebouwde omgeving bedroeg in 2023 volgens het CBS 17,8 Mton en lag hiermee 40% onder het niveau van 1990 (figuur 5.2). In het afgelopen jaar daalde de uitstoot zelfs met ruim 9% ten opzichte van 2022. Om de doelstelling voor 2030 te bereiken moet de CO<sub>2</sub>-uitstoot door de gebouwde omgeving met 4,3 Mton ten opzichte van 2023 verder worden gereduceerd.

---

<sup>33</sup> In de 'kamerbrief over de notitie kosten energie- en klimaattransitie in 2030 - update 2018' d.d. 26 april 2018 van de minister van EZK is de beleidsopgave om in 2030 tot 49 procent reductie te komen verdeeld in indicatieve opgaven voor de vijf themafabels van het Klimaatberaad.

**Figuur 5.2 Broeikasgasemissies gebouwde omgeving Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten, doelstellingen 55%-reductie in 2030 t.o.v. 1990**



Bron: CBS

### **Reductiedoelstellingen gebouwde omgeving volgens KEV 2023 binnen bereik**

In de gebouwde omgeving kan volgens de KEV 2023 met alle klimaatplannen de broeikasgasuitstoot worden teruggebracht naar een niveau van 12 tot 18 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten in 2030. Deze bandbreedte ligt 3 Mton lager dan met het vastgestelde en voorgenomen beleid van de KEV 2022.<sup>34</sup> Hiermee komt de 55%-reductiedoelstelling voor het eerst binnen de bandbreedte te liggen. De plannen die in de KEV een belangrijke bijdrage leveren aan de reductie zijn de normering van hybride warmtepompen, de update van erkende maatregelenlijsten in de energiebesparingsplicht, en het verduurzamen van huurwoningen en utiliteitsgebouwen met een slecht energielabel. Bovendien worden er sinds 2018 geen vergunningen meer verleend voor bouwplannen met een aardgasaansluiting, waardoor (bijna) alle woningen die vanaf dat moment zijn gebouwd of vervangen, aardgasvrij en energiezuinig zijn. Daarnaast worden er autonoom ook energiebesparende maatregelen toegepast in de bestaande voorraad.

Of het reductiedoel voor 2030 daadwerkelijk zal worden behaald is mede afhankelijk is van externe factoren. Bovendien speelt ook de beschikbare ruimte op het elektriciteitsnet een rol in de haalbaarheid van de doelstelling. Het voorgaande hoofdstuk heeft laten zien dat aanzienlijke besparingen realiseerbaar zijn, maar dat hier forse (financiële) inspanningen tegenover staan.

## **5.2 Intensivering van maatregelen in de gebouwde omgeving**

Om de benodigde verdere reductie van 4,3 Mton CO<sub>2</sub> voor de gebouwde omgeving te behalen is een aanzienlijke intensivering van verduurzamingsmaatregelen nodig. Hierbij gaat het om het aardgasvrij maken van bestaande woningen, de verplichting van een (hybride) warmtepomp vanaf 2026 en andere energiebesparingsmaatregelen voor bestaande gebouwen.

<sup>34</sup> Dit hangt deels samen met de veel lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot door de gebouwde omgeving in 2022 (19,6 Mton) ten opzichte van 2021 (24,3 Mton).

### Intensivering van verduurzaming van gebouwen vergt aanzienlijke inspanningen

Naast al opgeleverde BENG nieuwbouwwoningen, moet ook in toekomstige jaren rekening worden gehouden met extra kosten voor verduurzaming van nieuwbouw. Bij aanvullende bouwkosten van € 8.600 per woning (huidig prijspeil) door de aanscherping van de EPC-eis en de extra kosten door de BENG-eis in combinatie met aardgasvrij van € 30.000 per woning en een jaarlijkse nieuwbouwproductie van 75.000 nieuwbouwwoningen, gaat het jaarlijks om bijna € 2,9 miljard aan extra kosten vanwege de hogere energieprestatie-eisen voor nieuwbouwwoningen ofwel € 20 miljard in de periode 2024-2030.

### 150.000 woningen aardgasvrij maken in 2030 lijkt onder gunstige condities haalbaar

In aanvullende prestatieafspraken hebben corporaties afgesproken tot 2030 450.000 woningen van het aardgas af te halen, ofwel circa 60.000 per jaar. Hiernaast zijn er voor 150.000 woningen ongeveer (20.000 per jaar) al concrete plannen om deze voor 2030 van het aardgas te halen door middel van een warmtenet. Ook zal een aanzienlijk aantal woningen van het aardgas worden afgehaald door middel van elektrische warmteoplossingen. Naar verwachting zal het aandeel all-electric in aardgasvrije oplossingen de komende jaren daardoor verder toenemen. Momenteel worden jaarlijks 30.000 bestaande woningen voorzien van een all-electric oplossing, maar dit aantal zal sterk toenemen, mede vanwege de uitfasering van de cv-ketel vanaf 2026.

Het aantal aardgasvrij gemaakte woningen in de bestaande voorraad is het afgelopen jaar sterk toegenomen van ruim 30.000 tot 50.000 per jaar. Het Ontwerp Klimaatakkoord gaat voor de jaarlijks aardgasvrij gemaakte woningen in 2030 uit van een ondergrens van 33.000 en een bovengrens van 185.000. De KEV 2021 gaat uit van 100.000 woningen in 2030. In aanvullende prestatieafspraken hebben corporaties afgesproken 450.000 woningen van het aardgas af te halen tot 2030, ofwel circa 60.000 per jaar. Hiernaast zijn er voor 150.000 woningen ongeveer (20.000 per jaar) al concrete plannen om deze voor 2030 van het gas te halen door middel van een warmtenet. Op basis hiervan en de recente toename in het aantal aardgasvrij gemaakte woningen lijkt het onder goede condities haalbaar dat in 2030 ongeveer 150.000 woningen op jaarbasis van het aardgas kunnen worden gehaald (tabel 5.1). Voor de het aardgasvrij maken van utiliteitsgebouwen in de bestaande voorraad tot 2030 wordt eenzelfde ontwikkeling ingeschat. Deze ontwikkeling behelst een stijging van 3 miljoen m<sup>2</sup> in 2023 naar 10 miljoen m<sup>2</sup> in 2030. De aan deze ontwikkelingen gekoppelde productie zal oplopen van € 2,4 miljard in 2023 tot € 6,2 miljard in 2030 (excl. btw) en de werkgelegenheid van ruim 13.200 naar 34.400 voltijdbanen.<sup>35</sup>

**Tabel 5.1**      **Inschatting jaarlijkse toename aardgasvrij en daaraan gekoppelde productie en werkgelegenheid**

	2023 <sup>1</sup>	2025	2030
Woningen aardgasvrij, aantallen	50.000	70.000	150.000
Utiliteit aardgasvrij, mln m <sup>2</sup>	3	5	10
Productie, miljard € excl. btw	2,4	3,1	6,2
Werkgelegenheid, arbeidsjaren	13.200	17.200	34.400

1 Voorlopige inschatting gebaseerd op gereedmeldingen en cijfers 1<sup>e</sup> half jaar van 2023 voor de gebouwde omgeving

Bron: CBS, EIB

### Aardgasvrij maken van gebouwen levert in 2030 mogelijk een reductie op van 2 Mton CO<sub>2</sub>

De intensivering van 50.000 woningen in 2023 naar 150.000 woningen in 2030 en 3 miljoen m<sup>2</sup> utiliteitsgebouwen in 2023 naar 10 miljoen m<sup>2</sup> in 2030 die jaarlijks aardgasvrij worden gemaakt leveren tot 2030 een beperkte bijdrage aan de vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. De cijfers

<sup>35</sup> In het volgende hoofdstuk wordt verder ingegaan op de oorsprong en aannames van deze cijfers

houden in dat vanaf 2024 t/m 2030 bijna 690.000 woningen en 48.000 m<sup>2</sup> utiliteitsgebouwen van het aardgas worden afgehaald. Dit levert een reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot op van 2 Mton van de benodigde 4,3 Mton.

#### **Hybride warmtepompen leveren in 2030 mogelijk een reductie op van 1,5 Mton CO<sub>2</sub>**

Een belangrijk deel van de benodigde emissiereductie moet komen door vervanging van bestaande warmte-installaties door hybride warmtepompen. Een cv-ketel heeft een levensduur van 15 jaar. Dit betekent dat in de periode 2026-2030 in bijna een kwart van de woningen die nog niet van aardgas zijn afgesloten, een hybride warmtepomp zal worden geïnstalleerd.<sup>36</sup> Het gaat in totaal 1,5 miljoen woningen. Hiermee is jaarlijks een extra bouwproductie van € 1,7 miljard (prijzen 2022) gemoeid en een extra arbeidsinzet van bijna 2.800 arbeidsjaren. Een hybride warmtepomp reduceert het gasgebruik tot ongeveer de helft. Bij een gemiddeld gasgebruik van een conventionele gasketel van 1.150 m<sup>3</sup> per jaar valt door de verplichting het gasgebruik in 2030 0,9 miljard m<sup>3</sup> lager uit, waardoor de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 1,5 Mton verminderd.

#### **Resterende 0,8 Mton CO<sub>2</sub>-reductie kan worden behaald door isolatiemaatregelen**

De resterende opgave van de CO<sub>2</sub>-reductie (0,8 Mton) moet komen uit de isolatie van bestaande gebouwen. In de EIB-notitie 'Mogelijkheden voor en effecten van de introductie van een isolatievoucher' is becijferd welk bedrag aan investeringen voor isolatie van woningen nodig is om één Mton aan CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren. Voor een reductie van 0,8 Mton is volgens dit kengetal € 14 miljard aan isolatiemaatregelen nodig, ofwel € 2 miljard per jaar. Uitgaande van gemiddeld € 7.000 aan kosten per woning gaat het in totaal om 2 miljoen woningen over een periode van 7 jaar die verder geïsoleerd moeten worden. Tegen het licht van de huidige verduurzamingsproductie van ruim € 5 miljard bij bestaande woningen exclusief de productie van het aardgasvrij maken lijkt dit haalbaar.

#### **Opschaling gebouwde omgeving doet flink beroep op extra arbeid**

Met de opschaling van de maatregelen neemt de bouwproductie rond verduurzaming van bestaande woningen toe van € 11 miljard in 2023 tot € 15 miljard in 2030. De relevante werkgelegenheid in de beroepen die met verduurzaming zijn gemoeid neemt toe van bijna 60.000 in 2023 naar ruim 80.000 voltijdbanen in 2030.

#### **Haalbaarheid mede afhankelijk van subsidies, ruimte op het net en beschikbaarheid arbeid**

Het jaarlijks aardgasvrij maken van 150.000 woningen en 10 miljoen m<sup>2</sup> aan utiliteitsgebouwen in de bestaande voorraad is een aanzienlijke opgave. Een toenemend aandeel zal aardgasvrij worden gemaakt door middel van een all-electric warmtepomp. Hiervoor moeten deze warmtepompen ten eerste leverbaar zijn en zullen er voldoende installateurs beschikbaar moeten zijn om deze te kunnen plaatsen. Ook voor het aansluiten van gebouwen op een all-electric oplossing speelt voldoende ruimte op het elektriciteitsnet een rol.

Ook zal het niet eenvoudig zijn om de voorziene aansluitingen op warmtenetten tot 2030 te realiseren. Voor deze opschaling zullen voldoende arbeidskrachten beschikbaar moeten zijn en zijn collectieve of individuele oplossingen in gebouwen nodig wanneer het warmtenet gebruik maakt van een lage temperatuurbron. Daarnaast heeft eerder EIB onderzoek<sup>37</sup> aangetoond dat warmtenetten grote uitdagingen met zich meebrengen in de ruimtelijke omgeving, aangezien (voorzieningen voor) bronnen en overige infrastructuur moeten worden aangelegd in binnenstedelijke gebieden. De kostenverhogende aspecten hiervan zorgen voor een moeilijk rond te krijgen business case, zoals ook is gebleken uit het feit dat steeds meer energiebedrijven zich terugtrekken uit warmtenetprojecten. Door toenemende bouwkosten en de complexiteit van het aanleggen van warmtenetten hebben een aantal warmtebedrijven en woningcorporaties recentelijk een aantal warmtenetprojecten stilgelegd, waardoor het doel van 150.000 woningen in 2030 mogelijk in gevaar komt. De Wet Collectieve Warmtevoorziening (WCW) biedt mogelijk uitkomst, maar de gedachte dat deze wet de (financiële) problemen oplost die gepaard gaan met een warmtenet lijkt voorbarig (zie kader). Bovendien daalt de

---

<sup>36</sup> Hierbij wordt uitgegaan dat dit voor 70% van de woningen geldt, omdat niet alle woningen hiervoor geschikt is.

<sup>37</sup> EIB (2021). Proeftuinen Aardgasvrije Wijken. Amsterdam.

rentabiliteit van een warmtenet naarmate er meer woningen in een wijk komen die al een alternatieve aardgasvrije oplossing zoals een warmtepomp hebben geïnstalleerd.

### **De prijs van warmte**

Bij het kiezen van een gasaansluiting zijn verschillende aanbieders. Dit is niet het geval bij warmtenetten. Hier is altijd één eigenaar die de warmtenet aanbiedt en huishoudens hebben daarom geen keuze tussen meerdere leveranciers. Om consumenten te beschermen tegen de monopoliepositie van de warmteaanbieder, worden er momenteel afspraken gemaakt over de tarieven van warmte in de Warmtewet. Er geldt dat de kosten van warmte voor een woning niet uit mogen komen boven de kosten die de woning zou hebben indien deze zou worden verwarmd met een HR-ketel. Daarmee is de prijs van warmte gekoppeld aan de prijs van aardgas. Momenteel ligt er een wetsvoorstel bij de Raad van State, de Wet Collectieve Warmtevoorziening (WCW). In deze wet wordt onder andere de koppeling met de prijs van aardgas losgelaten. De systematiek verandert naar een nieuwe, kostengebaseerde methode, waarbij de tarieven van warmte gebaseerd zullen zijn op de daadwerkelijke kosten van het aanleggen en onderhouden van een warmtenet. Gezien de kostenontwikkeling die onder andere Vattenfall en Eneco ertoe heeft gebracht om een aantal warmtenetprojecten stil te leggen, biedt een kostengebaseerde tarifiering van warmte geen garantie voor een lagere prijs dan nu het geval is. Dit kan het draagvlak voor warmtenetten schaden. De structuur betekent ook dat de prijzen voor warmte niet overal hetzelfde zullen zijn en afhankelijk zijn van de manier waarop de warmte wordt opgewekt. Deze verschillen per regio kunnen als onrechtvaardig worden ervaren.

Voor het aanleggen van warmtenetten zal ieder jaar een groot aantal straten op de schop moeten gaan. In 2030 wordt uitgegaan van 40.000 woningen die op een warmtenet worden aangesloten. Uitgaande van gemiddeld 31 woningen per straat betekent dat er jaarlijks 1.370 straten in Nederland tijdelijk niet toegankelijk zijn, boven op de ontoegankelijkheid door aanpassingen aan het elektriciteitsnet, aanpassingen aan bijvoorbeeld het riool en regulier onderhoud.

### **Hoge subsidies nodig om aardgasvrij voor huiseigenaren rendabel te maken**

De vermindering van het gasgebruik en de toename van het elektriciteitsgebruik levert de bewoners van een aardgasvrije woning een besparing van de energierekening op van gemiddeld € 1.450 op. Naast lagere leveringskosten gaan bewoners ook minder energiebelasting en btw betalen en vervalt het vastrecht van de gasaansluiting. De besparing alleen is niet voldoende voor een huishouden om de investeringskosten van een aardgasvrije woning terug te verdienen (zie kader). Nauwelijks de helft van de totale investeringskosten wordt gedekt door de besparing op de energierekening en is er een subsidie van gemiddeld ruim € 25.000 per woning nodig om de investeringen voor een huishouden rendabel te maken om het zodoende aantrekkelijk te maken om het huis te verduurzamen. Met de in totaal bijna 700.000 aardgasvrij te maken woningen in de periode 2024-2030 is dan een totaal subsidiebedrag van € 17,5 miljard gemoeid. Dit is fors meer dan de gebruikelijke subsidie van 25% van de initiële investeringskosten, waar het over deze periode gaat om een totaal bedrag van bijna € 7 miljard. Overigens geldt dat deze subsidie niet volledig van de overheid hoeft te komen. Bij corporatiewoningen kan een deel van het tekort ook met eigen middelen worden gedekt.

### **Onrendabele top**

Niet het gehele initiële investeringsbedrag van het aardgasvrij maken van woningen wordt door subsidies en een lagere energierekening bekostigd. Naast de initiële investeringskosten van € 39.000 per woning in isolatie, installatie van de warmtepomp, radiatoren en zonnepanelen, moet na iedere 15 jaar voor € 18.000 worden geherinvesteerd voor de vervanging van de warmtepomp en de zonnepanelen. Tegenover deze kosten staat een besparing op de energierekening van gemiddeld € 1.450 per jaar. Bij een discontovoet van 4½% (risicovrije rente van 2½% met een risico-opslag van 2%) wordt slechts de helft van de totale investeringskosten door de besparingen gedekt. Om de investering rendabel te maken, zal het resterende deel door subsidies moeten worden gedekt. Een bedrag met een omvang van 65% van het initiële investeringsbedrag is nodig om de investeringskosten te dekken. De gebruikelijke subsidie van een kwart van de initiële investeringen is onvoldoende om de investering voor de huiseigenaar rendabel te maken; er resteert een onrendabele top van 40%.

De helft van de besparing op de energierekening bestaat uit minder energiebelasting (jaarlijks € 480 per woning) en minder btw (jaarlijks € 255 per woning). De lagere energiebelastingopbrengsten en de verstrekte subsidies hebben een negatief budgettair effect voor de overheid en zullen op een of andere wijze moeten worden gecompenseerd. Als hiermee rekening wordt gehouden, dan bedraagt de onrendabele top 90% van de initiële investeringskosten.

### **Veel subsidies tot 2030 al in de pijplijn**

Voor het onrendabele deel van de investeringen zit voorts een flink aantal subsidies in de pijplijn in de periode tot en met 2030. In de afgelopen tien jaar is door de overheid al € 20 miljard uitgetrokken voor subsidies ten behoeve van verduurzaming, waarvan een aanzienlijk deel toekomt aan de gebouwde omgeving. Tot 2030 is nog eens ruim € 35 miljard aan extra middelen gereserveerd om verduurzaming te stimuleren. De inschatting is dat het energietransitiepad tot 2030 daarmee op hoofdlijnen vaststaat. Het jaarlijks aardgasvrij maken van 150.000 woningen zal niet eenvoudig zijn. Het doel lijkt echter wel haalbaar met behulp van subsidies, voldoende beschikbaarheid van arbeidskrachten en voldoende capaciteit op het elektriciteitsnet. De CO<sub>2</sub>-doelstellingen voor de gebouwde omgeving worden tevens voor 2030 haalbaar geacht, maar zal aanzienlijke inspanning onder andere in de vorm van beleidsmaatregelen en financiële middelen vereisen.



---

## 6 Scenario's

---

Tot 2030 moeten nog enorme inspanningen worden verricht, waaronder een verdrievoudiging van het jaarlijks aantal aardgasvrij te maken woningen, om het reductiedoel voor de gebouwde omgeving te behalen. Deze inspanningen lijken onder gunstige condities niet onhaalbaar. De grootste opgave ligt echter na 2030. Om de woningvoorraad geheel fossielvrij te maken moet na 2030 nog een aanzienlijk deel van de bouwvoorraad aardgasvrij worden gemaakt. Het gaat om 6,1 miljoen woningen en bijna 430 miljoen m<sup>2</sup> aan utiliteitsgebouwen. Dit is 90% van de totale woning- en overige bouwvoorraad. Dit vereist na 2030 een forse versnelling van het tempo van verduurzaming. Dit vereist enorme inspanningen, financiële offers en opschaling van de bouwproductie. Een belangrijke bepalende factor voor de opschaling is het aantal resterende jaren waarbinnen de gebouwde omgeving vanaf 2030 fossielvrij moet worden gemaakt.

Om de benodigde inspanningen te illustreren, beschrijven wij in dit hoofdstuk drie scenario's voor het aardgasvrij maken van de bouwvoorraad. In het eerste scenario zijn alle gebouwen in 2050 CO<sub>2</sub>-neutraal en gebruiken zij geen fossiele brandstoffen voor verwarming. In dit scenario mag in 2050 bij de opwekking van elektriciteit ook geen gebruik worden gemaakt van fossiele brandstoffen. Dit betekent dat dan ook het elektriciteitsgebruik in de gebouwde omgeving volledig CO<sub>2</sub>-neutraal zal zijn. Vervolgens beschrijven wij een scenario waarin in 2040 de bouwvoorraad al volledig of bijna (90%) CO<sub>2</sub>-neutraal is. Dit vergt in beide gevallen een aanzienlijke opschaling van het aantal gebouwen dat jaarlijks moet worden aangepakt. Tot slot wordt een scenario beschreven, waarin de bouwvoorraad pas in 2060 klimaatneutraal moet zijn, waardoor de jaarlijkse benodigde inspanning beduidend lager uitvalt.

In ieder scenario wordt de ontwikkeling van het benodigde aantal aardgasvrij te maken woningen en m<sup>2</sup> overige utiliteitsgebouwen in beeld gebracht. Per scenario komen daarnaast de volgende punten aan bod:

- de benodigde investeringen
- de effecten op de bouwproductie en de daaraan verbonden werkgelegenheid
- de effecten op het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-uitstoot
- de effecten voor energierekening
- het budgettaire effect voor de overheid

### 6.1 Scenario: volledig CO<sub>2</sub>-neutraal in 2050

#### 6.1.1 Woningen

##### Opgave na 2030: 6,1 miljoen woningen verduurzamen in 20 jaar tijd

Dit scenario start vanaf 2030, met als uitgangspunt dat in dat jaar 150.000 bestaande woningen definitief van het aardgas worden afgesloten, geïsoleerd en duurzaam worden verwarmd. De huidige bouwvoorraad bedraagt zo'n 8 miljoen woningen, waarvan ruim 700.000 woningen al volledig CO<sub>2</sub>-neutraal zijn.<sup>38</sup> Hiernaast zullen door sloop ongeveer 500.000 woningen door CO<sub>2</sub>-neutrale nieuwbouw worden vervangen. Van de resterende opgave van 6,8 miljoen woningen worden in de periode 2023-2030 690.000 woningen verduurzaamd. Om de totale woningvoorraad in 2050 volledig CO<sub>2</sub>-neutraal te maken moeten vanaf 2030 in twintig jaar tijd 6,1 miljoen worden verduurzaamd.

##### Vertienvoudiging nodig van het jaarlijks aantal aardgasvrij te maken woningen

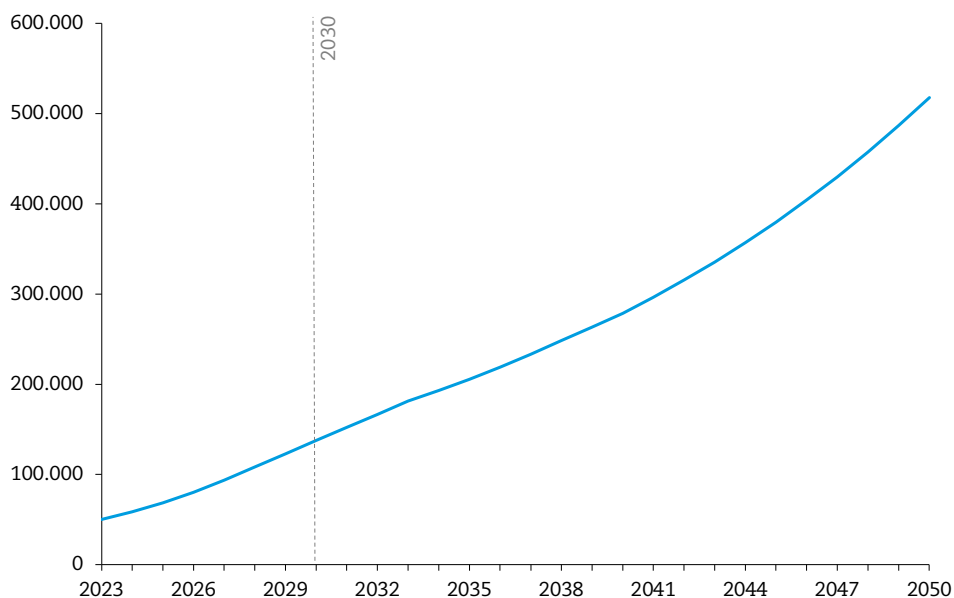
Uitgaande van een geleidelijke opschaling van het aantal te verduurzamen woningen, loopt dit aantal in 20 jaar tijd op van 150.000 in 2030 en tot bijna 520.000 woningen aan het einde van de

---

<sup>38</sup> Voor de nieuwbouw geldt dat vanaf 2018 volgens het Bouwbesluit geen vergunningen meer mogen worden verleend voor woningen met een aansluiting op het aardgasnet.

periode (figuur 6.1). Dit is meer dan een vertienvoudiging van het huidig jaarlijks aantal te verduurzamen woningen. Om deze aantallen te halen zullen immense inspanningen nodig zijn.

**Figuur 6.1** Aantal jaarlijks aardgasvrij te maken woningen bij klimaatneutraal in 2050, 2023-2050



Bron: EIB

### Aardgasvrij maken voor groot deel door all-electric warmtepompen

In twee derde van de aardgasvrij te maken woningen wordt de verwarmingsinstallatie vervangen door een all-electric warmtepomp<sup>39</sup>, waarvoor ook aanpassingen aan de isolatie en radiatoren nodig zijn. Dit aandeel komt overeen met het aandeel van all-electric in de recent aardgasvrij gemaakte woningen. Per woning levert dit gemiddeld € 26.800 (excl. btw) aan bouwproductie op.<sup>40</sup> Een kwart van de woningen wordt aangesloten op een warmtenet, waarbij elke woning € 24.100 (excl. btw) aan bouwproductie oplevert. Dit betekent dat aan het eind van de periode, als 140.000 woningen per jaar op het warmtenet worden aangesloten, 4.500 straten opgelegd zullen worden. Tot slot wordt een zeer beperkt deel (5%) verwarmd door biogas, waarvan de potentie wordt beperkt door de beschikbaarheid ervan. De aanpassing naar biogas vereist veel minder aanpassingen, waardoor dit per woning € 2.500 aan bouwproductie oplevert.

Niet alle woningen worden in één keer volledig verduurzaamd. Bij een deel van de woningen zullen eerder energiebesparingsmaatregelen genomen zijn die niet meer nodig zijn als de woningen volledig van het aardgas worden gehaald. Het betreft met name isolatiemaatregelen. Dit levert in het begin van de periode meer investeringen en bouwproductie op die ten koste gaat van latere jaren.

<sup>39</sup> Vanaf 2026 is bij vervanging van een bestaand cv-installatie een warmtepomp verplicht. Een hybride warmtepomp gebruikt nog wel gas om het water bij te warmen, maar gebruikt wel veel minder energie. Uitgaande van een levensduur van 15 jaar biedt de installatie van een hybride warmtepomp tot 2035 nog wel voordeel op, maar door de verplichte gasafsluiting in 2050 loopt dit voordeel hierna door de kortere gebruiksduur fors terug.

<sup>40</sup> Er is verondersteld dat de kosten in de tijd reëel constant zijn. Hoewel in de tijd efficiencyvoordelen kunnen ontstaan geldt dat in de tijd eerste de makkelijkste te verduurzamen woningen worden aangepakt en hierna relatief meer de moeilijke te verduurzamen woningen.

### Verduurzamen woningvoorraad vergt € 275 miljard aan investeringen

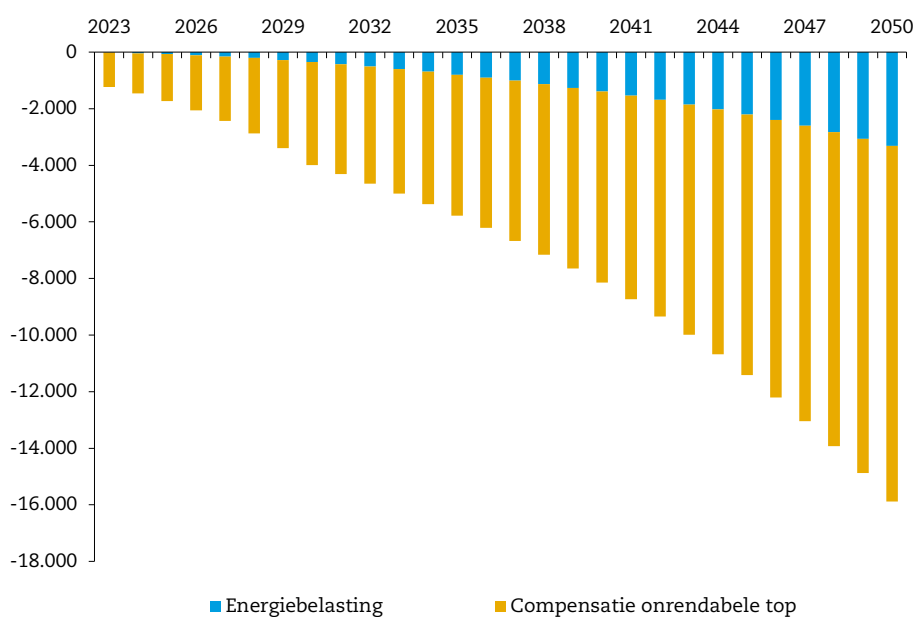
De totale investeringskosten voor een all-electric warmtepomp en een warmtenetaansluiting omvatten meer dan alleen de bouwkosten en bedragen gemiddeld respectievelijk € 39.000 en € 40.000 per woning (zie paragraaf 4.5.2). Met de 690.000 bestaande woningen die in de periode 2024-2030 volledig worden verduurzaamd is een totaal investeringsbedrag van € 25 miljard mee gemeoid. Na 2030 bedragen de investeringskosten om de resterende voorraad van 6,1 miljoen woningen te verduurzamen in totaal € 230 miljard. Vanaf 2035 zijn hiernaast herinvesteringen van in totaal bijna € 20 miljard nodig om warmtepompen en zonnepanelen na 15 jaar te vervangen. De jaarlijkse investeringen lopen op tot € 19 miljard in 2050. Over de gehele periode 2024-2050 gemeten bedragen de totale investeringskosten van de verduurzaming van de bestaande woningvoorraad € 275 miljard.

### Aardgasvrij maken vraagt enorme financiële offers

De investeringskosten laten zich bij een warmtepomp- of warmtenetoplossing voor de helft terugverdienen door besparingen op de energierekening. Van de totale investeringskosten resteert een bedrag van € 165 miljard dat niet wordt gedekt door besparingen op de energierekening. Dit bedrag zal door de bewoners en eigenaren zelf of met financiële maatregelen vanuit de overheid moeten worden opgevangen.

Het budgettair effect voor de overheidsbegroting bestaat uit subsidies om de onrendabele top te bekostigen en misgelopen energiebelastingen. De energiebelastingderving bedraagt over de gehele periode 2031-2050 gemeten € 33 miljard, oplopend van € 360 miljoen in 2030 naar € 3,3 miljard in 2050. Als ook de onrendabele top volledig door de overheid wordt bekostigd loopt het totale budgettair effect op tot € 197 miljard, oplopend tot bijna € 16 miljard op jaarbasis in 2050 (figuur 6.2). Het budgettair effect zal moeten worden gedekt door bezuinigingen op andere uitgaven of door verhoging van belastingen. Uiteindelijk zal dit bedrag moeten worden opgebracht door de Nederlandse huishoudens. Ter vergelijking: in 2022 bedroegen de totale ontvangsten vanuit de loon- en inkomensbelasting bijna € 80 miljard. In 2050 is het budgettair effect 20% van de huidige ontvangsten.

**Figuur 6.2** Budgettair effect bij klimaatneutraal in 2050, 2023-2050, in miljoenen €

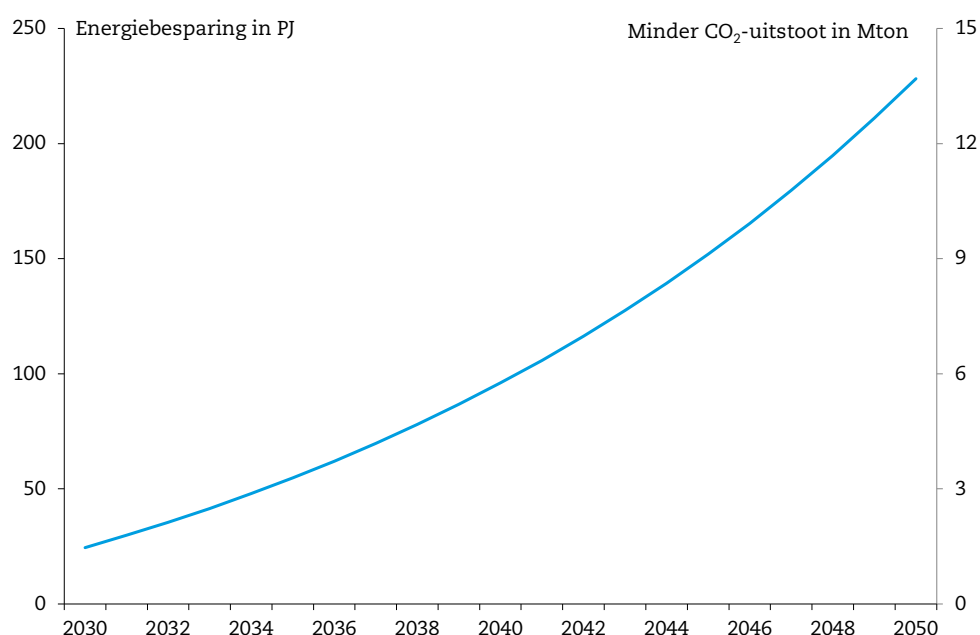


Bron: EIB

### Energiebesparing en vermindering CO<sub>2</sub>-uitstoot

Het vervangen van een gasgestookte cv-ketel door een all-electric warmtepomp verlaagt het energiegebruik van een woning. Het jaarlijks gasgebruik van gemiddeld 1.150 m<sup>3</sup> per woning wordt volledig teruggedrongen. Wel is er meer elektriciteit nodig om de warmtepomp te laten werken (2.565 kWh per woning per jaar). Per saldo neemt het jaarlijks energiegebruik met 9.200 kWh af, wat bij de huidige energiemix van elektriciteit een besparing van 1.100 kg CO<sub>2</sub> oplevert. Met het aantal bestaande woningen dat in de tijd wordt verduurzaamd, neemt ook het totale energiegebruik en de daaraan gekoppelde CO<sub>2</sub>-uitstoot door gebouwde omgeving af (figuur 6.3). Als in 2050 de gehele bestaande woningvoorraad is verduurzaamd, ligt het energiegebruik bijna 230 PJ lager dan in het afgelopen jaar en de CO<sub>2</sub>-uitstoot 14 Mton lager. De verduurzaming van de voorraad utiliteitsgebouwen verlaagt de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 5 Mton.

**Figuur 6.3** Energiebesparing en minder CO<sub>2</sub>-uitstoot door verduurzaming woningen klimaatneutraal in 2050, 2030-2050



Bron: EIB

Het elektriciteitsgebruik door de inzet van all-electric warmtepompen neemt toe tot 63 PJ in 2050. De hieraan verbonden CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt toegerekend aan de sector elektriciteitsopwekking en niet aan de gebouwde omgeving. Omdat de inzet van fossiele brandstoffen na 2030 verder wordt afgebouwd en wordt opgevangen door hernieuwbare bronnen of kernenergie, loopt de hieraan verbonden extra CO<sub>2</sub>-uitstoot geleidelijk terug van 0,2 Mton in 2030 naar 0 in 2050.<sup>41</sup>

#### 6.1.2 Utiliteitsgebouwen

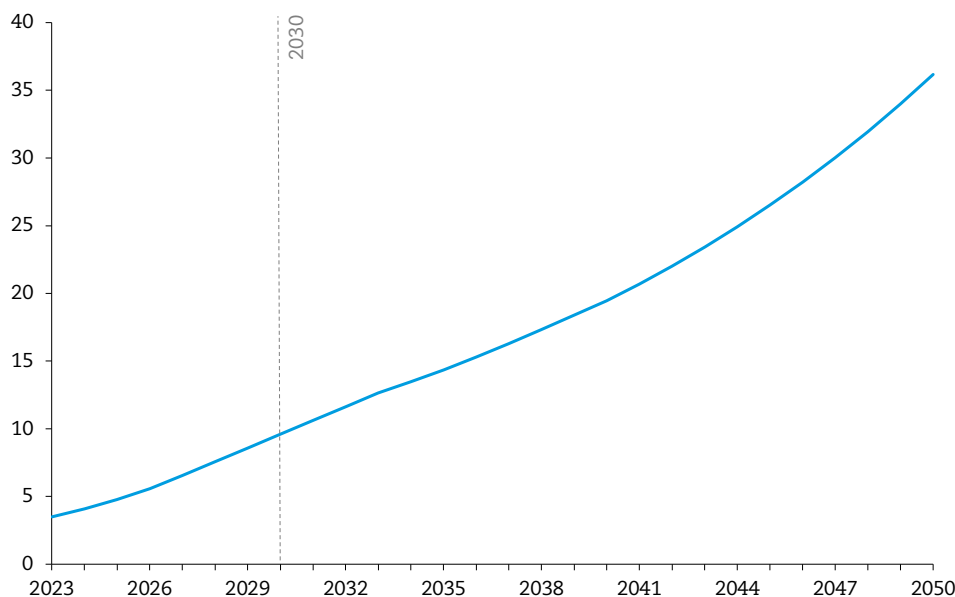
##### Opgave na 2030: 430 miljoen m<sup>2</sup> aan vloeroppervlakte utiliteitsgebouwen

Naast woningen moet in dit scenario ook de overige bouwvoorraad in 2050 CO<sub>2</sub>-neutraal worden gemaakt. Over de verduurzaming van utiliteitsgebouwen is minder bekend dan over woningen. Van de naar schatting 565 miljoen m<sup>2</sup> aan bestaande vloeroppervlakte is 15% al volledig verduurzaamd. Van de huidige utiliteitsgebouwvoorraad moet tot 2050 480 miljoen

<sup>41</sup> Zie ook het intermezzo aan het eind van deze paragraaf.

m<sup>2</sup> aan vloeroppervlakte worden aangepakt. Uitgaande van eenzelfde opschaling van de verduurzamingsactiviteiten als bij de woningbouw betekent dit dat in de periode 2023-2030 bijna 50 miljoen m<sup>2</sup> aan vloeroppervlakte wordt verduurzaamd en dat in de periode 2030-2050 een opgave resteert van in totaal van 430 miljoen m<sup>2</sup>. Als de verduurzaming van utiliteitsgebouwen hetzelfde tempo volgt als die van woningen dan loopt het jaarlijks aantal te verduurzamen m<sup>2</sup> op van 3 miljoen in 2023 tot 36 miljoen in 2050 (figuur 6.4).

**Figuur 6.4** Aantal jaarlijks aardgasvrij te maken utiliteitsgebouwen bij klimaatneutraal in 2050, 2023-2050, in miljoenen m<sup>2</sup>



Bron: EIB

### Verduurzamen utiliteitsgebouwen vergt bijna € 100 miljard aan investeringen

Een groot deel van de voorraad aan utiliteitsgebouwen betreft industriële gebouwen. Anders dan bijvoorbeeld kantoren, winkels en gebouwen voor onderwijs en zorg, is het grootste deel van deze gebouwen geen verblijfsruimte maar een productieruimte. Deze gebouwen worden doorgaans minder verwarmd waardoor ook minder besparingsmaatregelen moeten worden getroffen. Aangenomen wordt voor een verblijfsruimte dat de aanpassingskosten per m<sup>2</sup> ongeveer hetzelfde zijn als voor een woning, ofwel € 250. Voor industriegebouwen wordt hiervoor de helft gehanteerd, waarmee de gemiddelde kosten op € 190 per m<sup>2</sup> voor de totale voorraad aan utiliteitsgebouwen uitkomen. De verduurzaming van utiliteitsgebouwen vergt in de periode 2024-2030 voor € 9 miljard en in de periode 2031-2050 voor in totaal € 81 miljard aan investeringen, oplopend van € 0,7 miljard op jaarbasis in 2023 tot € 6,9 miljard in 2050. Over de gehele periode 2024-2050 bedragen de totale investeringskosten van het verduurzamen van de utiliteitsgebouwen voorraad inclusief de herinvesteringen bijna € 100 miljard.

#### 6.1.3 Bouwproductie en werkgelegenheid

##### Verduurzaming vereist enorme groei van de bouwcapaciteit

De investeringskosten van het verduurzamen van woningen en utiliteitsgebouwen bedragen over de periode 2024-2050 in totaal € 375 miljard, oplopend tot € 26 miljard in 2050. Een groot deel hiervan betreft kosten die tot extra bouwproductie leiden. Met de verduurzaming van de gebouwen voorraad tot 2050 loopt de hieraan verbonden bouwproductie op tot ruim € 20 miljard

in 2050 (figuur 6.5). Dit vereist een enorme uitbreiding van de herstel en verbouwproductie in de burgerlijke & utiliteitsbouw (b&u), die hiermee in meer dan 25 jaar verdubbelt ten opzichte van het niveau van 2022. In de periode 2045-2050 is de productiegroei met gemiddeld 7,5% per jaar het grootst. Een dergelijke langdurige productiegroei is in het verleden nog niet eerder behaald en vergt een enorme groei van de bouwcapaciteit na 2030.

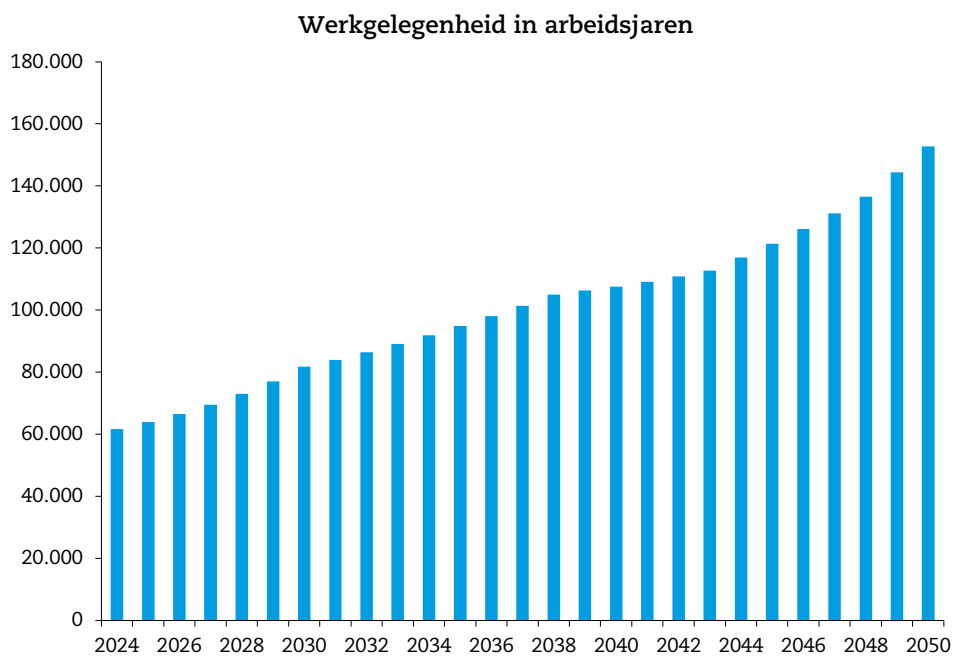
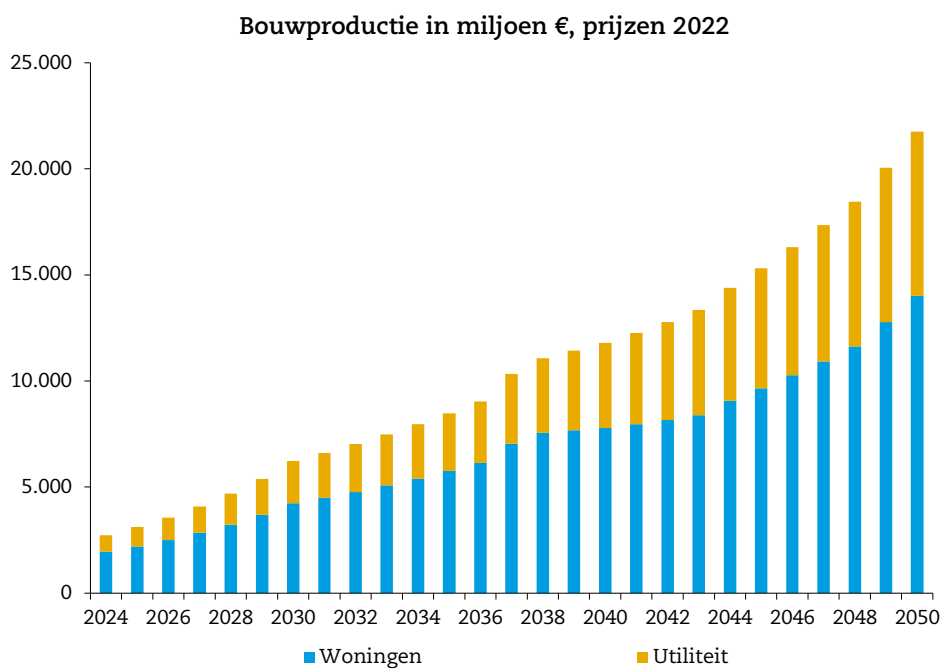
#### **Realiseren van benodigde instroom aan arbeidscapaciteit niet goed voorstelbaar**

De bouwcapaciteit wordt in belangrijke mate bepaald door de arbeidscapaciteit van de bouw. Om de voor de verduurzaming benodigde extra bouwcapaciteit te realiseren, is een enorme stijging van de inzet van arbeidskrachten nodig. De hiervoor benodigde werkgelegenheid loopt eerst op van 60.000 in 2023 tot ruim 80.000 voltijdbanen in 2030, een toename van gemiddeld 3.000 per jaar. In de periode hierna treedt een versnelling van de benodigde arbeidsinzet op tot ruim 150.000 voltijdbanen in 2050 (figuur 6.5). Een dergelijke schaa sprong lijkt in een periode van 27 jaar niet te realiseren. In de periode 2045-2050 moet de benodigde arbeidsinzet zelfs ieder jaar met gemiddeld bijna 6.000 voltijdsbanen per jaar toenemen.

Het jaarlijks aantrekken van voldoende geschikte arbeidskrachten met deze aantallen lijkt niet goed voorstelbaar. Deze inspanning ligt fors hoger dan de bouw in de afgelopen jaren heeft gerealiseerd, wat al enorme inspanningen vergde. Voor de toekomst moet bovendien rekening worden gehouden met een krimpende vijver aan bouwplaatspersoneel, omdat de instroom van mbo-leerlingen naar verwachting afneemt. Ook is de uitbreiding geconcentreerd bij specifieke beroepen die bij de verduurzaming worden ingezet, wat de opgave verder bemoeilijkt. Het waren met name deze beroepen die in de afgelopen jaren hoge vacaturegraden kenden en waar niet zelden certificering voor nodig is. Naast specifiek bouwplaatspersoneel vergt de verduurzaming ook meer inzet van uta-personeel vanwege de complexe werkzaamheden in een bebouwde omgeving.

Het langdurig aantrekken van dergelijke aantallen nieuw arbeidskrachten is tot op heden nooit gerealiseerd en zal tot aanzienlijke spanningen op de bouwarbeidsmarkt en productie-belemmeringen leiden. Waar de enorme extra arbeidscapaciteit dan vandaan moet komen, is onduidelijk. Bovendien zullen door deze druk de prijzen aanzienlijk kunnen oplopen, wat de bekostiging van de verduurzaming verder onder druk zal zetten. De kosten van de verduurzaming zullen naar verwachting hoger uitvallen dan die op basis van de in onze berekeningen gehanteerde actuele kentallen.

**Figuur 6.5** Effect op productie en werkgelegenheid in de bouw bij klimaatneutraal in 2050, 2024-2050



Bron: EIB

## Enorme terugval werkgelegenheid na bereiken klimaatdoel

Als de bouw erin slaagt om voldoende bouwcapaciteit te organiseren om de verduurzaming van de gehele bouwvoorraad in 2050 af te ronden, zal dit grote effecten hebben op de bouwproductie en werkgelegenheid in de eerste jaren na 2050. De impuls van de verduurzaming op de productie en werkgelegenheid valt dan abrupt weg, wat tot overcapaciteit zal leiden. Dit zal ook serieuze gevolgen hebben voor de baan zekerheid in de bouw. Met het wegvallen van de impuls gaan meer dan 100.000 voltijdbanen gemoeid, die na 2050 niet langer nodig zijn. Na de eerst enorme opgave om de capaciteit te vergroten, zal snel afscheid moeten worden genomen van de in versneld tempo aangetrokken arbeidskrachten. Een mogelijkheid om dit effect te verminderen is door de verduurzaming meer geleidelijk te laten plaatsvinden, bijvoorbeeld door de verduurzaming over een langere periode te spreiden en met beleidsmaatregelen de jaarlijkse opgave beter in de tijd te spreiden.

## Intermezzo: waterstof en kernenergie

### Rol van waterstof in de gebouwde omgeving naar verwachting beperkt

Waterstof wordt beschouwd als mogelijke energiebron voor verwarming. Waterstof heeft als voordeel dat het via het gasdistributienet tot de woningen kan worden gebracht, waar het kan worden ingezet voor een hoogrendementsketel (HR-ketel) die geschikt is voor waterstof of een hybride warmtepomp. Dit wordt tot op heden alleen nog in testfasen toegepast.<sup>42</sup> Waterstof kan ook worden bijgemengd bij aardgas. Naast inzet op woningniveau kan inzet van waterstof ook plaatsvinden via collectieve warmtesystemen. Ondanks deze technische perspectieven is grootschalige inzet van waterstof in de bestaande bouw nog niet te verwachten op korte termijn.

Op het ogenblik is er nog bijna geen klimaatneutrale waterstof beschikbaar en het vooruitzicht is dat de beschikbaarheid voorlopig beperkt blijft, met name van (hernieuwbare) groene waterstof. Daarnaast is er tot nu toe vooral ervaring opgedaan met bijmengen van waterstof in aardgas, maar is er nog onvoldoende relevante ervaring met inzet van pure waterstof als warmteoptie voor de gebouwde omgeving. Als gevolg hiervan ontbreekt het nog aan allerlei normstellingen en regelgeving die nodig is. Voor waterstof wordt er de komende jaren (2020-2025) dan ook vooral ingezet op een beperkt aantal pilot- en demo-projecten om de nodige ervaring op te doen over hoe waterstof maximaal veilig en efficiënt kan worden toegepast.<sup>43</sup>

### Kernenergie als regelbare elektriciteitsbron naast hernieuwbare bronnen

Begin 2024 heeft de Tweede Kamer ingestemd met een motie om onderzoek te doen naar de bouw van vier kerncentrales. Hiermee wordt een rol voor kernenergie voorzien bij het bewerkstelligen van een CO<sub>2</sub>-neutrale energiemix in 2050. Het onderzoek van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) is gericht op de bouw van generatie III+ reactoren. Een generatie III+ reactor kan 12 TWh elektriciteit per jaar opwekken.<sup>44</sup> De realisatie van een kerncentrale ligt echter nog ver in de toekomst aangezien de bouw van een generatie III+ reactor tussen de 11 en 15 jaar duurt.<sup>45</sup>

Kernenergie fungeert voornamelijk rendabel als het complementair is aan zonne- en windenergie. Het aandeel van hernieuwbare elektriciteitsbronnen in de huidige energiemix is met 48% relatief hoog.<sup>46</sup> Zonne- en windenergie zijn echter afhankelijk van weersomstandigheden. Hierdoor kennen deze hernieuwbare elektriciteitsbronnen een onvoorspelbaar productieprofiel en een relatief lage bezettingsgraad. Om de doelstellingen uit het Klimaatakkoord te behalen, wordt in de toekomst ingezet op een toenemend aandeel van

<sup>42</sup> Zie o.a. <https://www.rtlnieuws.nl/tech/artikel/5343774/cv-ketel-waterstof-verwarming-gas-en> en <https://www.energievacht.nl/kennisbank/cv-ketels/de-cv-ketel-op-waterstof>

<sup>43</sup> TNO (2020). 'Waterstof als optie voor een klimaatneutrale warmtevoorziening in de bestaande bouw'.

<sup>44</sup> Rijksoverheid (2023). 'Kernenergie in Nederland'.

<sup>45</sup> KPMG (2021). 'Marktconsultatie Kernenergie'.

<sup>46</sup> CBS (2024). 'Bijna helft elektriciteitsproductie komt uit hernieuwbare bronnen'.

hernieuwbare elektriciteitsbronnen binnen de Nederlandse energiemix. Het opschalen van bijvoorbeeld windparken kan uiteindelijk leiden tot overcapaciteit, omdat windturbines op dezelfde momenten piekproductie draaien. Dit resulteert in lage prijzen bij piekproductie waardoor de terugverdientijd voor hernieuwbare energiebronnen langer wordt.

Om de dalen in de elektriciteitsproductie die met hernieuwbare bronnen gepaard gaan op te vangen, is een regelbare elektriciteitsbron wenselijk. Op dit moment vangen gas- en kolencentrales de productiedalen grotendeels op. Gas- en kolencentrales worden echter geleidelijk uitgefaseerd om een CO<sub>2</sub>-neutrale energiemix te bewerkstelligen in 2050. Kerncentrales bieden een CO<sub>2</sub>-neutraal alternatief dat in staat is om te anticiperen op schommelingen in vraag en aanbod door meermaals per dag op- en af te schakelen. Daarbij kunnen kerncentrales profiteren van hogere prijzen buiten de piekproductie van hernieuwbare elektriciteitsbronnen.<sup>47</sup> Deze hogere prijzen maken het mogelijk om de relatief hoge investering in kerncentrales terug te verdienen. Kernenergie zou dus als stabiele en regelbare elektriciteitsbron kunnen opereren in aanvulling op hernieuwbare elektriciteitsbronnen.

#### **Kernenergie biedt mogelijkheden om de hoge toekomstige elektriciteitsvraag op te vangen**

De terugverdientijd van een kerncentrale is korter bij een laag aanbod van kernenergie vanwege de relatief hogere prijzen op piekmomenten. Daarom wordt hier uitgegaan van de realisatie van twee kerncentrales in plaats van vier kerncentrales. Twee generatie III+ reactoren kunnen ongeveer 20% van de Nederlandse elektriciteitsvraag in 2023 leveren. De realisatie van twee kerncentrales voor 2040 lijkt echter ambitieus bij een gemiddelde bouwtijd van 11 tot 15 jaar. Hierbij komt ook nog een voorbereidings- en vergunningsfase die gemiddeld tussen de drie en vijf jaar duurt. De realisatie van twee kerncentrales zou tussen de 7% en 12% van de totale elektriciteitsvraag in 2040 kunnen opleveren.<sup>48</sup> In 2050 zou de realisatie van twee kerncentrales tussen de 6% en 9% van de totale elektriciteitsvraag kunnen opleveren.<sup>49</sup> Hetzelfde aandeel kernenergie geldt voor de gebouwde omgeving ervan uitgaande dat de elektriciteit gelijkmatig over de verschillende sectoren is verdeeld.

#### **Kernenergie vereist relatief lage subsidie bij een hoog aandeel hernieuwbare energiebronnen**

Veenstra et al. (2022) simuleert de Nederlandse elektriciteitsmarkt om de rentabiliteit van investeringen in verschillende elektriciteitsbronnen te beoordelen. De resultaten wijzen in de eerste plaats uit dat zowel kernenergie als hernieuwbare technologieën in alle scenario's subsidie behoeven om de investeringskosten te kunnen terugverdienen. Commerciële investeerders zullen dus niet zelfstandig investeren in kernenergie aangezien de investering zonder overheidssteun verliesgevend is. Figuur 6.6 toont de vereiste subsidie per elektriciteitsbron voor verschillende scenario's. In het baseline scenario is de vereiste subsidie voor kernenergie met gemiddeld € 31,32 per MWh hoger dan de vereiste subsidie voor windturbines op land (€ 9,81 per MWh), maar lager dan de vereiste subsidies voor windturbines op zee (€ 50,87 per MWh) en zonenpanelen (€ 84,1 per MWh). Bij een gemiddeld toenemend aandeel hernieuwbare bronnen binnen de Nederlandse elektriciteitsmix, is de vereiste subsidie voor kernenergie met € 61,58 per MWh ook lager dan de vereiste subsidie voor windturbines op land (€ 66,57 per MWh). De relatief lage vereiste subsidie voor kernenergie wordt enerzijds veroorzaakt doordat kerncentrales kunnen profiteren van de hogere elektriciteitsprijzen wanneer de productie van zonne- en windenergie laag is. Anderzijds, heeft een toenemend aanbod van hernieuwbare energie een neerwaarts effect op de gemiddelde elektriciteitsprijs tijdens de piekproductie van hernieuwbare bronnen.

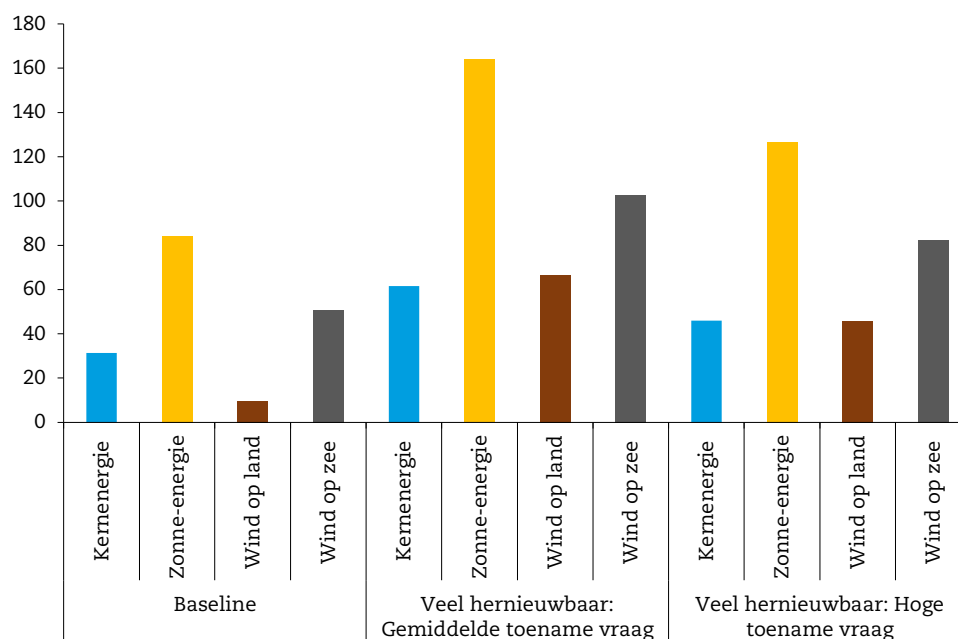
---

<sup>47</sup> Veenstra et al. (2023). 'Impact of Energy Transition on Profitability of Different Zero-Carbon Generation Technologies'.

<sup>48</sup> TNO (2023). 'Naar een CO<sub>2</sub>-vrije elektriciteitsvoorziening in 2040 – een verkenning'.

<sup>49</sup> Netbeheer Nederland (2023). 'Het energiesysteem van de toekomst: de II3050-scenario's'.

**Figuur 6.6 Vereiste subsidie per technologie voor verschillende scenario's, in euro per MWh**



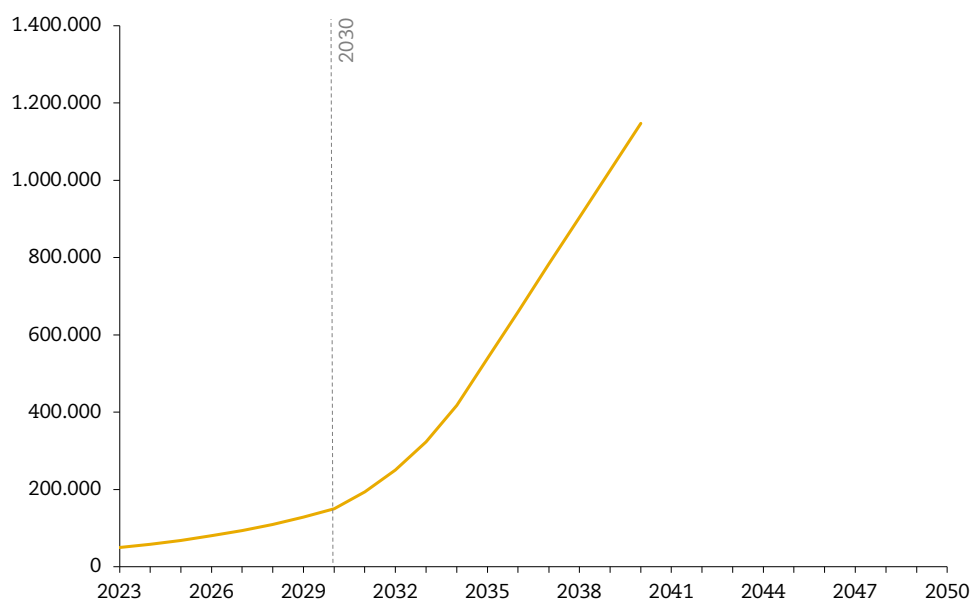
Bron: Veenstra et al. (2022)

## 6.2 Scenario: volledig of bijna (90%) CO<sub>2</sub>-neutraal in 2040

### Versnelling ambitie zorgt voor een onmogelijke opgave

In dit ambitieuze scenario wordt de termijn waarin de bouwvoorraad wordt verduurzaamd met tien jaar verkort. Dit betekent dat in plaats van in 27 jaar, de bouwvoorraad in 17 jaar moet worden verduurzaamd. Terwijl de opschaling in het scenario waarin het doel in 2050 moet zijn bereikt al als immens en vrijwel niet realiseerbaar wordt geacht, moet de in dit scenario benodigde opschaling tot 2040 als onmogelijk worden beschouwd. Aangenomen wordt dat tot 2030 de opschaling dezelfde pas volgt als het hiervoor beschreven scenario, en dat pas vanaf 2030 een tempoverschil tussen de scenario's optreedt. Om in 2040 de woningvoorraad volledig te verduurzamen, moet het jaarlijks te verduurzamen aantal woningen oplopen tot meer dan 1,1 miljoen in 2040, ofwel meer dan 20 keer hoger dan de 50.000 in 2023. Vooral in de laatste jaren neemt het aantal te verduurzamen woningen in absolute aantallen scherp toe (figuur 6.7). Als een kwart hiervan door een warmtenet moet worden verwarmd, dan gaat het om 390.000 woningen die in 2040 op het warmtenet moeten worden aangesloten, waarbij 12.500 straten op de schop moeten. Een andere complicatie is dat na de verplichting in 2026 een hybride warmtepomp al snel niet meer rendabel is om te installeren omdat deze dan al binnen de normale afschrijvingsduur van 15 jaar moet worden vervangen.

**Figuur 6.7** Aantal jaarlijks aardgasvrij te maken woningen bij klimaatneutraal in 2040, 2023-2050



Bron: EIB

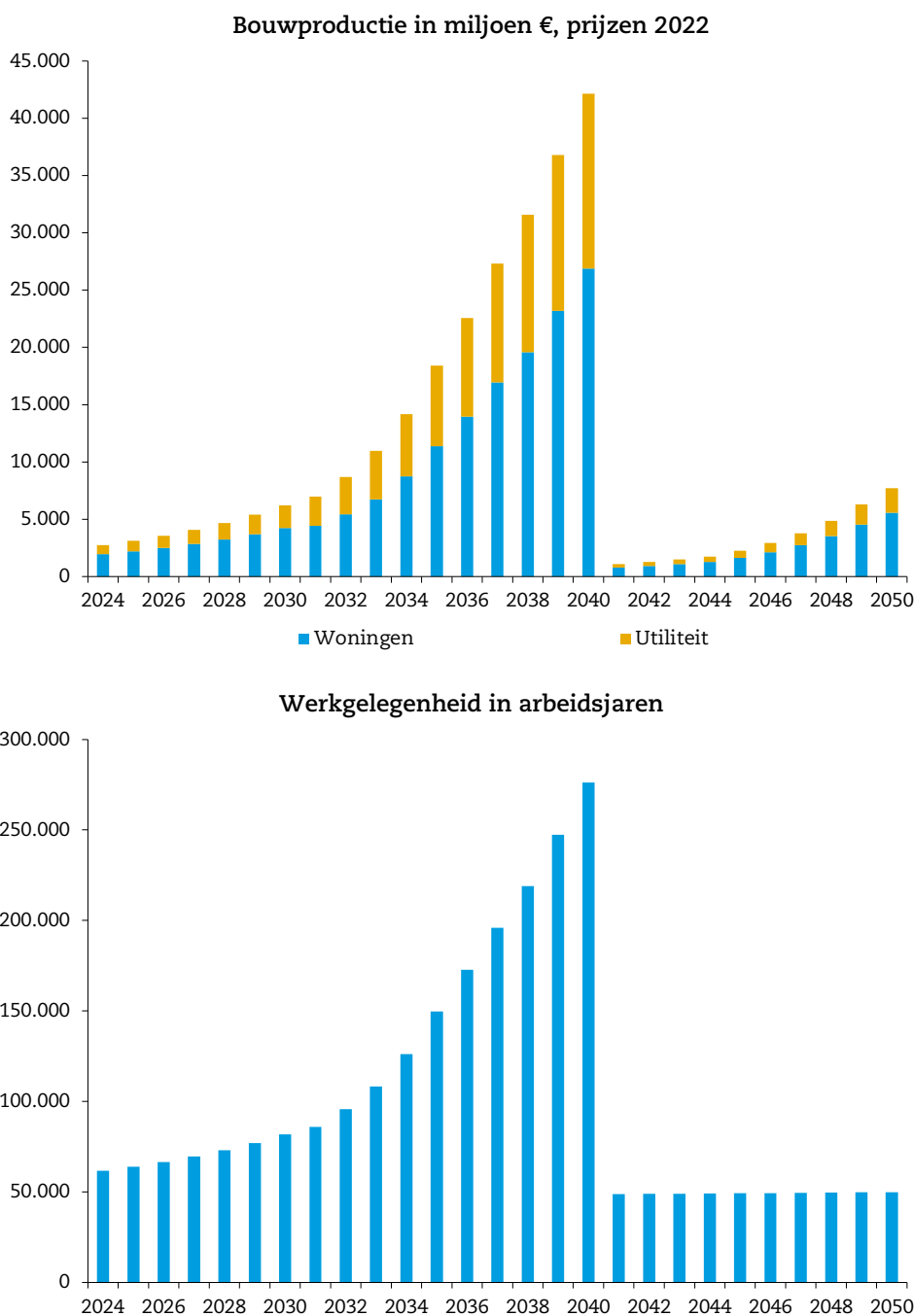
Ook voor de verduurzaming van de bestaande utiliteitsgebouwen betekent het vervroegen van het jaar waarin het doel moet worden behaald een enorme vergroting van de jaarlijkse opgave. Het aantal te verduurzamen m<sup>2</sup> moet in 17 jaar tijd toenemen van 3 miljoen in 2030 naar bijna 80 miljoen in 2040.

#### **Benodigde versnelling bouwcapaciteit overstijgt aanpassingsvermogen van de bouw**

Om deze aantallen te verduurzamen woningen en utiliteitsgebouwen te kunnen realiseren, moet de hiermee verbonden bouwproductie in zeer korte tijd toenemen van € 6,2 miljard in 2030 tot € 42 miljard in 2040. De hiermee verbonden extra bouwproductie ligt in 2040 ruim twee keer hoger dan aan het eind van de periode als de verduurzaming in 27 jaar tijd (2050) wordt gerealiseerd. Naast extra druk op het organisatievermogen van de bouw en op de beschikbaarheid van voldoende materialen, vergt dit ook een nog veel grotere instroom aan bouwarbeidskrachten dan die als de doelen in 2050 mogen worden behaald (figuur 6.8). In tien jaar tijd moet het arbeidsvolume door verduurzaming van de bouwvoorraad met ruim 215.000 voltijdbanen toenemen. Hoewel de bouw zich in de regel goed kan aanpassen aan productieveranderingen,<sup>50</sup> overstijgt het versnellen van de klimaatambitie voor de gebouwde omgeving met tien jaar het aanpassingsvermogen van de bouw. Om de benodigde productiegroei te realiseren, moeten in de periode 2035-2040 gemiddeld 25.000 arbeidskrachten per jaar extra de bouw instromen boven op de benodigde instroom om de uitstroom door pensionering en arbeidsongeschiktheid op te vangen. Dit aantal ligt fors hoger dan als de doelen in 2050 moeten worden behaald en kan in het licht van de afnemende vijver aan mbo-leerlingen en het potentieel aan buitenlandse arbeidskrachten als onmogelijk worden beschouwd. Ook na 2040 leidt de verduurzaming van bestaande woningen tot extra bouwproductie en werkgelegenheid door vervanging van warmtepompen en zonnepanelen na het bereiken van de levensduur, maar deze liggen fors lager dan die in 2040.

<sup>50</sup> EIB (2023). 'Bouwcapaciteit'.

**Figuur 6.8** Effect op productie en werkgelegenheid in de bouw bij klimaatneutraal in 2040, 2024-2050



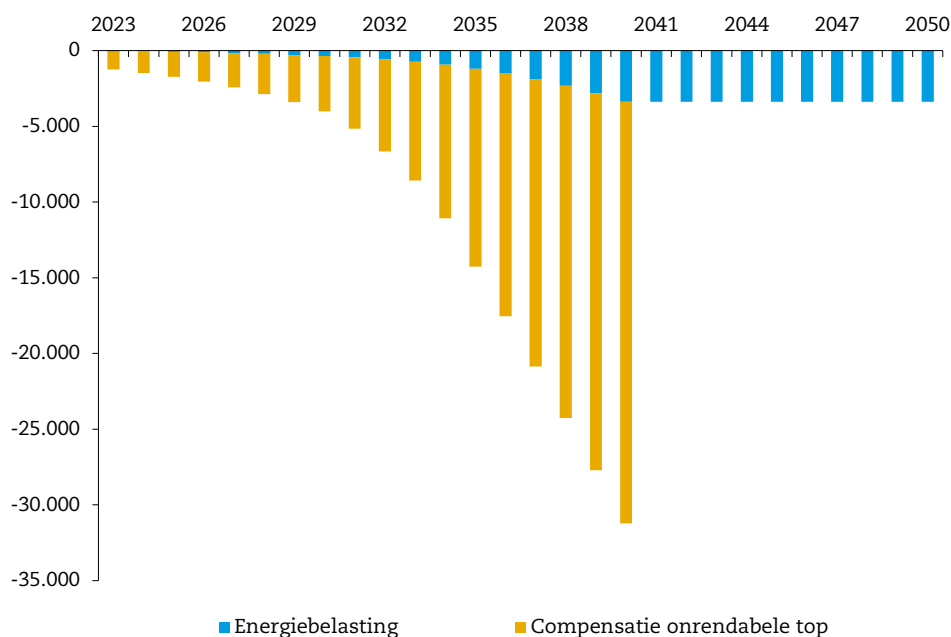
Bron: EIB

**Versnelling leidt tot veel groter budgettair effect op de overheidsbegroting**

De versnelling van de klimaatambitie heeft ook grote invloed op de Rijksbegroting (figuur 6.9). Hoewel in dit scenario voor evenveel woningen in de onrendabele top moet worden bijgedragen, moet dit door de versnelling van de klimaatambitie wel in een kortere periode plaatsvinden. De maximale compensatie van de onrendabele top loopt in een snel tempo op tot

€ 28 miljard in 2040. Dit is ruim tweemaal hoger dan in het laatste jaar in het scenario waarin volledige verduurzaming in 2050 wordt bereikt. Ook nemen de energiebelastingontvangsten in een sneller tempo af. In 2040 wordt de maximale derving van € 3,4 miljard bereikt en deze blijft hierna op dit niveau. Gecumuleerd over de periode 2023-2040 is in dit scenario het maximale totale budgettaire effect € 219 miljard, € 20 miljard hoger dan die in het vorig scenario door de hogere derving van energiebelastingen.

**Figuur 6.9 Budgettaire effect bij klimaatneutraal in 2040, 2030-2050, in miljoenen €**

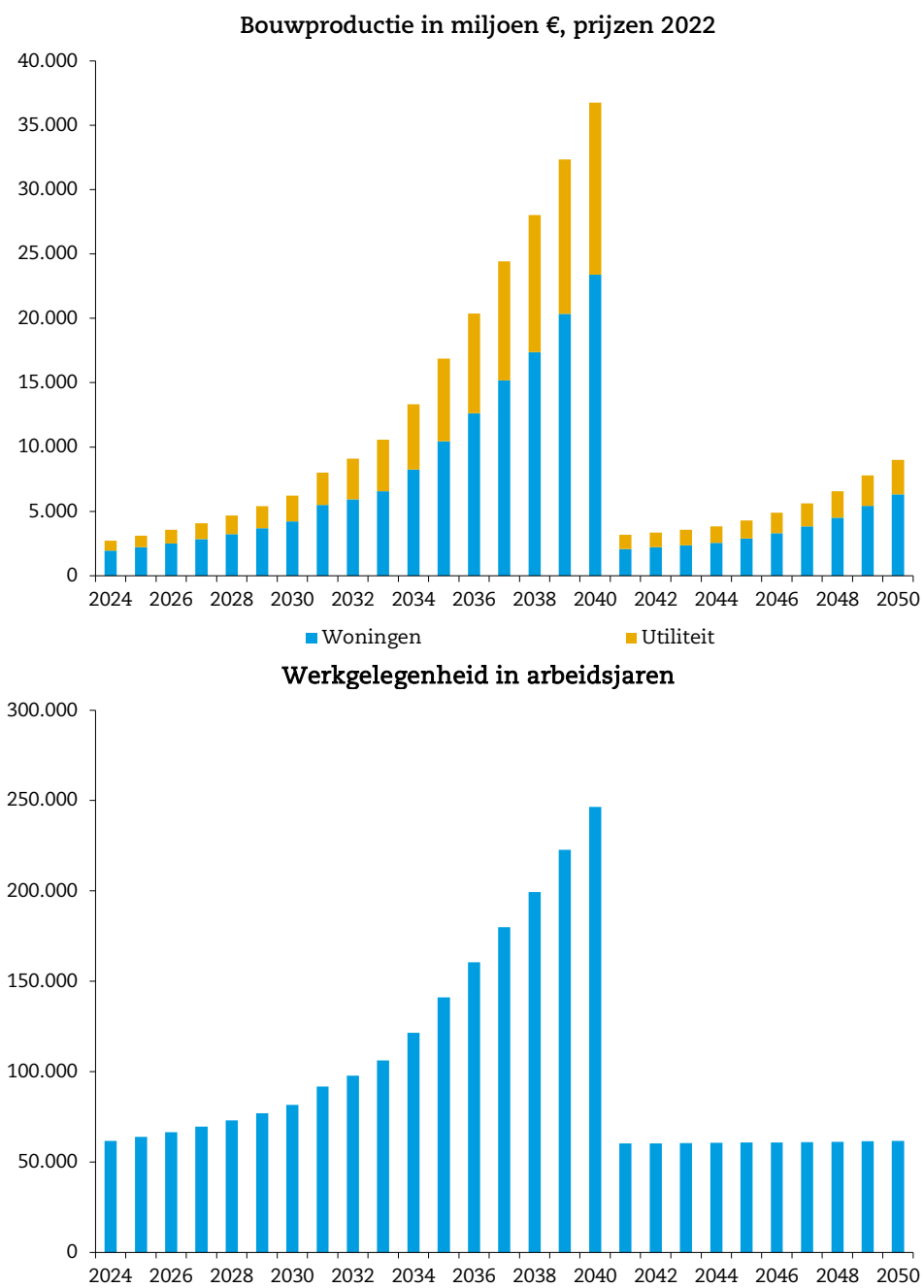


Bron: EIB

### Bijna klimaatneutraal in 2040 is ook niet realistisch

De vervolgvraag die zich aandient is of een beperkte afschalen van de ambitie voor 2040 wel beter realiseerbaar is. Als wij in aansluiting op de recente tussentijdse Europese doelstelling 90% van de gebouwenvoorraad verduurzamen en de resterende 10% in de periode tussen 2040 en 2050, dan beperkt dit de jaarlijkse opgave met 10%. Dit betekent dat de aantallen in figuur 6.7 10% lager zullen uitvallen. In 2040 zullen dan ruim 990.000 woningen worden verduurzaamd en 62 miljoen m<sup>2</sup> utiliteitsgebouwen. Ook in dit scenario ligt de hiervoor benodigde groei van de bouwcapaciteit en de werkgelegenheid (figuur 6.10) nog ruim boven wat nog realistisch is. Met een groei van het effect op het bouwvolume tot € 37 miljard (prijzen 2022) in 2040 en een toename van de werkgelegenheid met ruim 185.000 voltijdbanen ligt de opgave voor de bouw in dit scenario nog steeds op een niveau die niet als haalbaar kan worden geacht.

**Figuur 6.10** Effect op productie en werkgelegenheid in de bouw bij 90% klimaatneutraal in 2040, 2024-2050



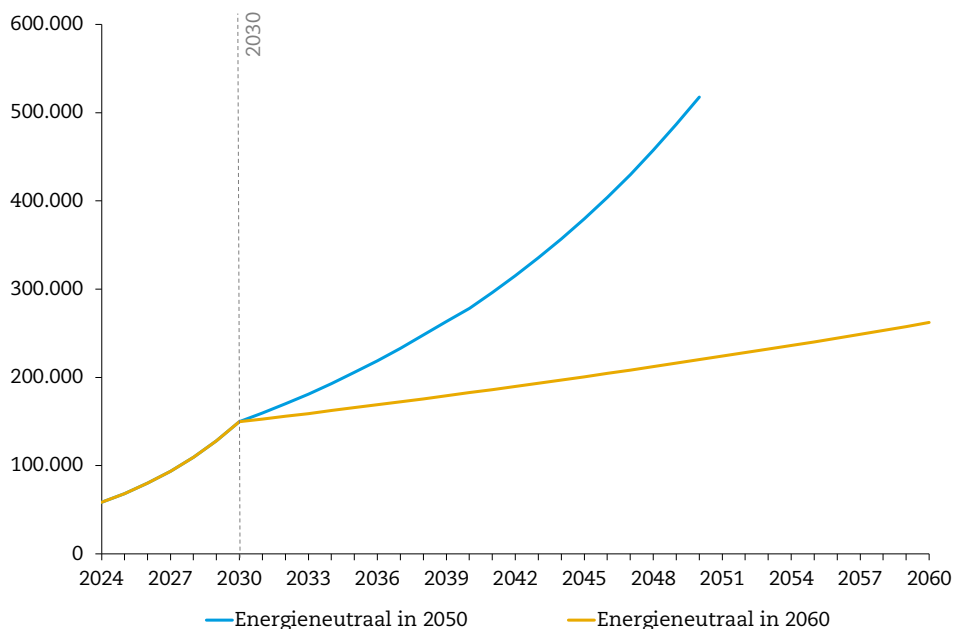
Bron: EIB

### 6.3 Scenario: klimaatneutraal in 2060

De termijn waarbinnen de gebouwde omgeving klimaatneutraal moet worden gemaakt is heel belangrijk voor de omvang van onder meer de benodigde instroom. Als in plaats van 2050 de gebouwen voorraad pas in 2060 volledig klimaatneutraal hoeft te zijn, dan neemt de periode met

tien jaar toe tot 37 in plaats van 27 jaar. Door de spreiding over tien extra jaren, liggen de jaarlijkse aantallen aan het eind van de periode dan de helft lager dan wanneer in 2050 de bouwvoorraad energieneutraal moet zijn.

**Figuur 6.11** Aantal jaarlijks aardgasvrij te maken woningen bij klimaatneutraal in 2050 en bij klimaatneutraal in 2060, 2024-2060

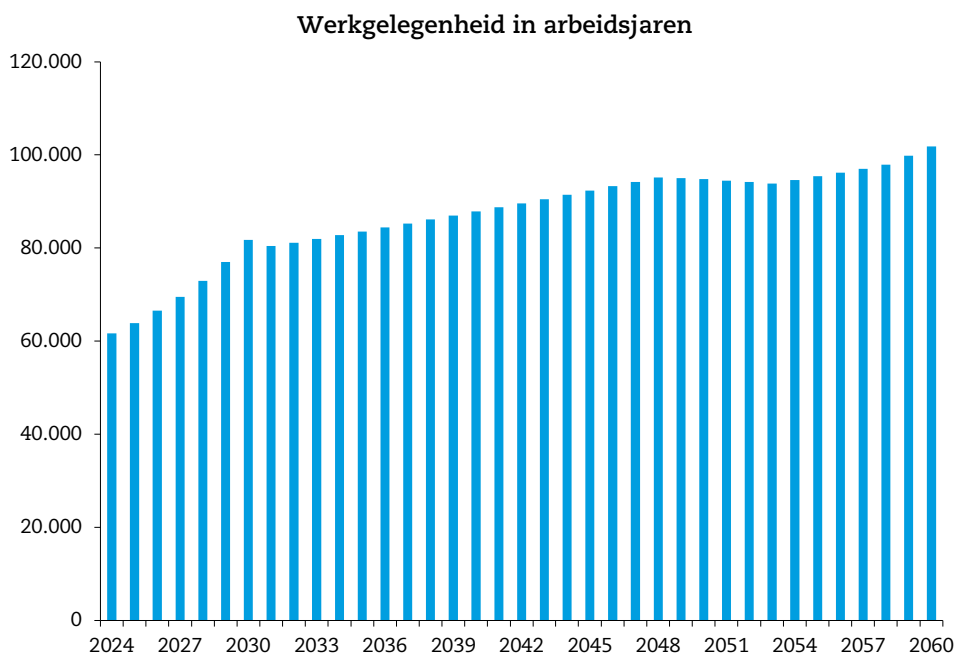
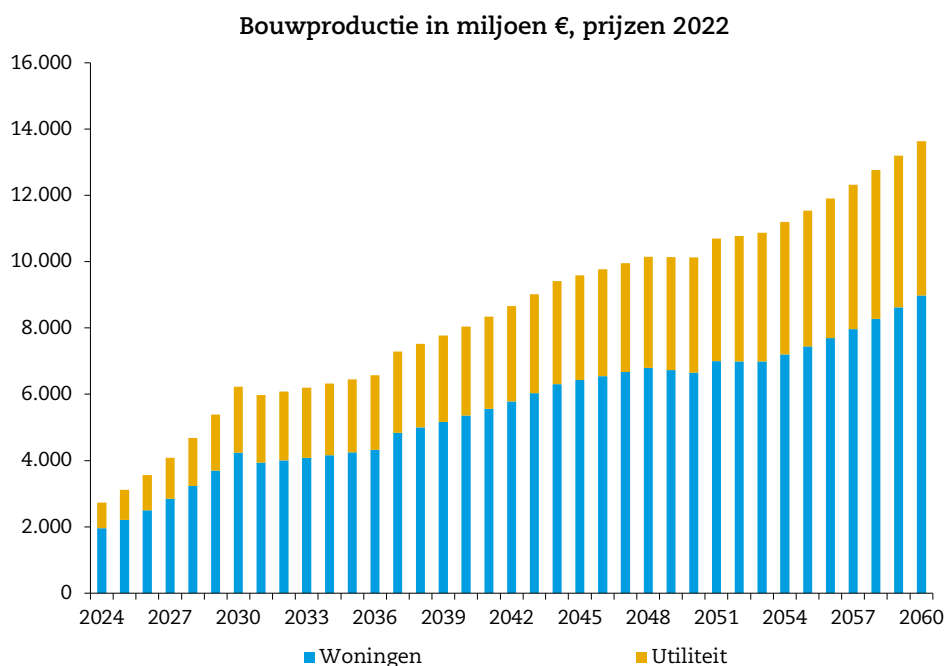


Bron: EIB

#### **Klimaatneutraal in 2060 maakt de benodigde instroom beter behapbaar**

Doordat de verduurzaming over een langere periode is gespreid en de jaarlijkse productie hierbij minder hoeft toe te nemen, is de benodigde instroom voor verduurzaming van bestaande gebouwen in dit scenario veel lager dan in de andere scenario's (figuur 6.12). Niet alleen is de benodigde instroom de helft kleiner dan als de bouwvoorraad in 2050 klimaatneutraal moet zijn, ook de sector heeft veel meer tijd om de mensen hiervoor aan te trekken en op te leiden. De instroom aan geschikte arbeidskrachten tussen 2024 en 2060 bedraagt dan ruim 40.000 arbeidsjaren. Over een periode van 37 jaar betekent dit dat de instroom jaarlijks gemiddeld met ruim 1.100 arbeidsjaren hoeft toe te nemen. Deze opgave lijkt wel haalbaar, in tegenstelling tot de 6.000 arbeidsjaren die tussen 2045 en 2050 jaarlijks nodig zijn om het klimaatdoel in 2050 te behalen.

**Figuur 6.12** Effect op productie en werkgelegenheid in de bouw bij klimaatneutraal in 2060, 2024-2060



Bron: EIB

## 6.4 Beleidsimplicaties

### **Arbeidscapaciteit: grenzen aan de groei**

De arbeidscapaciteit in de bouw kent een redelijke mate van flexibiliteit. Zo kan de productie stijgen door meer arbeid aan te trekken. Structureel zal een stijging van de arbeidscapaciteit moeten komen van meer instroom vanuit de opleidingen en meer buitenlandse arbeidskrachten. Bij de instroom zit er naar verwachting niet veel rek meer. De pool aan jonge mensen met technische opleidingen zal op termijn eerder dalen dan stijgen. Het marktaandeel van de bouw binnen deze technische opleidingen is recent weer op het niveau gekomen van voor de bouwcrisis (2012-2013), zodat hier ook maar beperkte mogelijkheden liggen voor verdere groei.

Het aantal buitenlandse arbeidskrachten kan naar verwachting nog toenemen, maar ook hier lijkt de stevige groei uit het verleden niet te worden gereproduceerd in de toekomst. De eerste factor is hier dat in de belangrijkste herkomstlanden ook forse uitdagingen bestaan om te verduurzamen. Dit doet een beroep op dezelfde soort arbeid in de herkomstlanden. Ten tweede nemen de welvaartsverschillen af tussen de herkomstlanden en West-Europa, zodat de push-factor minder groot wordt. Ten slotte is het klimaat rond (arbeids-)migratie restrictiever aan het worden in Noordwest-Europa. De verwachting is dat het aantal arbeidsmigranten nog altijd kan toenemen, maar met een gematigd groeipad. Per saldo is een exponentiele groei van de arbeidscapaciteit dan niet mogelijk.

### **Technologie: geen grote productiviteitswinsten in bestaande voorraden**

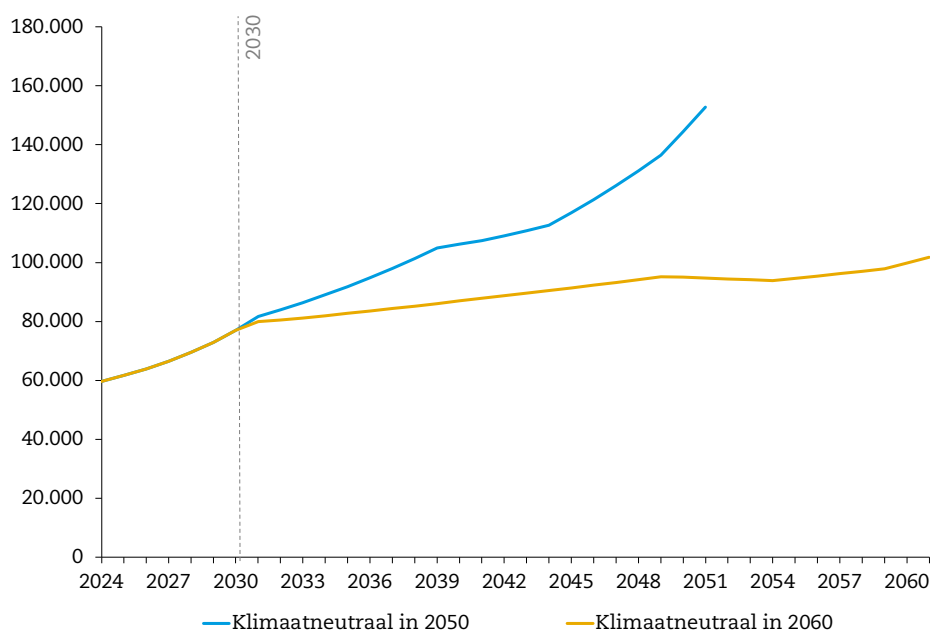
Zoals hierboven aangegeven zijn ingrepen in bestaande woningen en andere gebouwen lastig en weerbarstig. Men komt in de persoonlijke sfeer en aan eigendomsrechten, zodat draagvlak voor de ingrepen moet worden georganiseerd. De woningen die moeten worden verduurzaamd, verschillen vaak sterk in karakteristieken, waaronder de energetische situatie van de woning. Zelfs woningen die oorspronkelijk identiek zijn gebouwd in een bepaalde wijk, verschillen na enkele decennia door allerlei ingrepen van bewoners. De implicatie is dat maatwerk moet worden geleverd en dat vergaande standaardisatie doorgaans niet goed is toe te passen. In dit opzicht wordt een spiegel voorgehouden door recente ervaringsfeiten. Zo is de sterke groei van de bouwproductie sinds 2017 - waarbij de duurzaamheidsproductie de motor vormde - gepaard gegaan met een bovengemiddelde groei van de arbeidscapaciteit, terwijl de arbeidsproductiviteit zelfs licht gedaald is. Dit betekent niet dat er geen technologische ontwikkeling is, maar het betekent wel dat er andere factoren zijn zoals toegenomen regelgeving die hier weer tegenin werken. Ook in de toekomst zal nieuwe regelgeving en bijvoorbeeld ook ambities rond circulariteit een rol blijven spelen.

### **Oplossing: een realistisch tijdpad met mogelijk negatieve emissies**

Men kan ambities formuleren en 'stippen op de horizon' aangeven die zijn ingegeven door steeds grotere zorgen over het wereldwijde klimaat. Dit zegt echter niets over de haalbaarheid van dergelijke ambities. Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft recent geconcludeerd dat de ambities voor 2050 haalbaar zijn en dat zelfs 90% klimaatneutraal haalbaar zou zijn in 2040. Nadere bestudering van de rapporten van PBL maakt echter duidelijk dat deze uitspraak over de haalbaarheid alleen betrekking heeft op de technologische en geofysische haalbaarheid: *"Bij de haalbaarheidsdiscussie hierboven is alleen gekeken naar de geofysische en technologische dimensies van haalbaarheid. Wanneer we de economische dimensie, maatschappelijke acceptatie en institutionele capaciteit meenemen, is het aannemelijk dat de maximaal haalbare reductie lager uitvalt"* (pag. 45).

Dat is inderdaad het geval en zoals hierboven uiteengezet, is de arbeidscapaciteit in de bouw hierbij een groot struikelblok. De vraag rijst vervolgens welke implicaties dit heeft. Een eerste voor de hand liggende route is om wat meer tijd te nemen voor de transitie. Zo zou een pad naar energieneutraal in 2060 voor de gebouwde omgeving de grootste problemen oplossen (figuur 6.13).

**Figuur 6.13 Vereiste arbeidscapaciteit bij verschillende paden naar een klimaatneutrale gebouwde omgeving, 2023-2050, in arbeidsjaren**



Bron: EIB

De tegenargumenten zijn ongetwijfeld dat er internationale afspraken bestaan, dat rechters landen hier aan houden en dat de urgentie juist alleen maar groter is geworden. Op het moment dat de internationale dimensie erbij wordt betrokken moet wel worden bedacht dat een fossielvrije wereld in 2050 niet is te realiseren. Zelfs in Nederland is dit volgens PBL niet haalbaar voor de industrie en de landbouw en zijn negatieve emissies via o.a. CO<sub>2</sub>-opslag noodzakelijk om naar CO<sub>2</sub>-neutraal te komen. In andere delen van de wereld waar tot op de dag van vandaag kolencentrales worden toegevoegd ligt dit uiteraard nog veel verder buiten bereik. Als Nederland voor de gebouwde omgeving tot 2060 zou nemen om volledig CO<sub>2</sub>-neutraal te worden, dan zullen wij nog steeds tot de koplopers in de wereld behoren. Rechters kunnen van oordeel zijn dat landen als Nederland of Zwitserland versneld CO<sub>2</sub> moeten reduceren om hun bevolking te beschermen tegen klimaatopwarming, maar feit is dat deze landen dit niet kunnen. Daarvoor leggen zij geen gewicht in de schaal en dit geldt zelfs voor de totale EU-27.

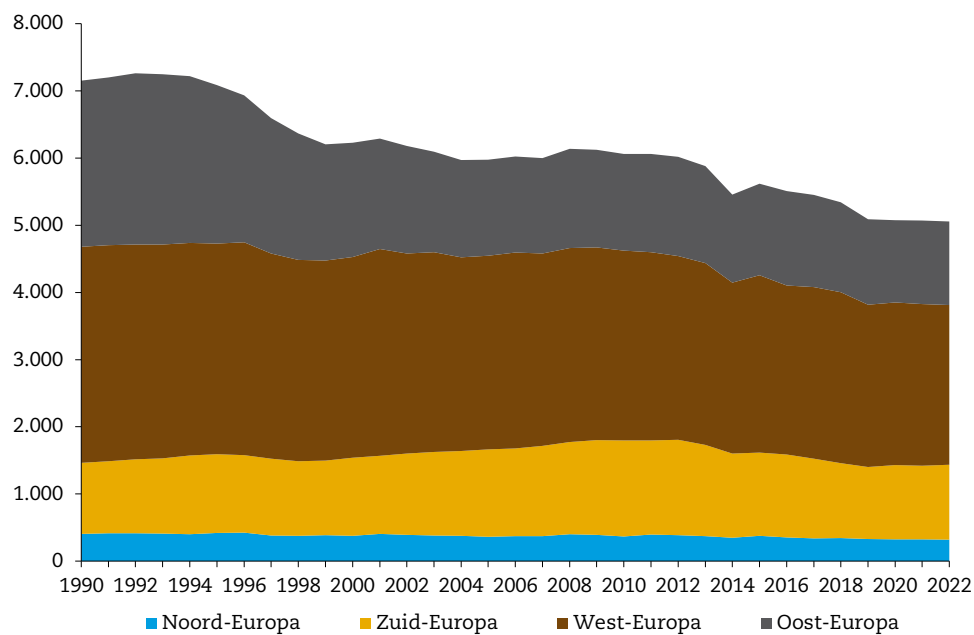
Er is een verschil tussen wenselijkheid en haalbaarheid. De urgentie van het oplossen van klimaatproblemen mag zijn toegenomen, maar er geldt ook 'tot het onmogelijke is niemand gehouden'.

Flankerend beleid is overigens nog altijd wel mogelijk. Zo kan herbebossing zorgen voor negatieve emissies, ook al kan dit naar verwachting geen volledige compensatie bieden. Wel zal een dergelijk beleid ook andere voordelen voor natuur en biodiversiteit met zich meebrengen.

## Bijlage A Visualisaties CO<sub>2</sub>-uitstoot per werelddeel

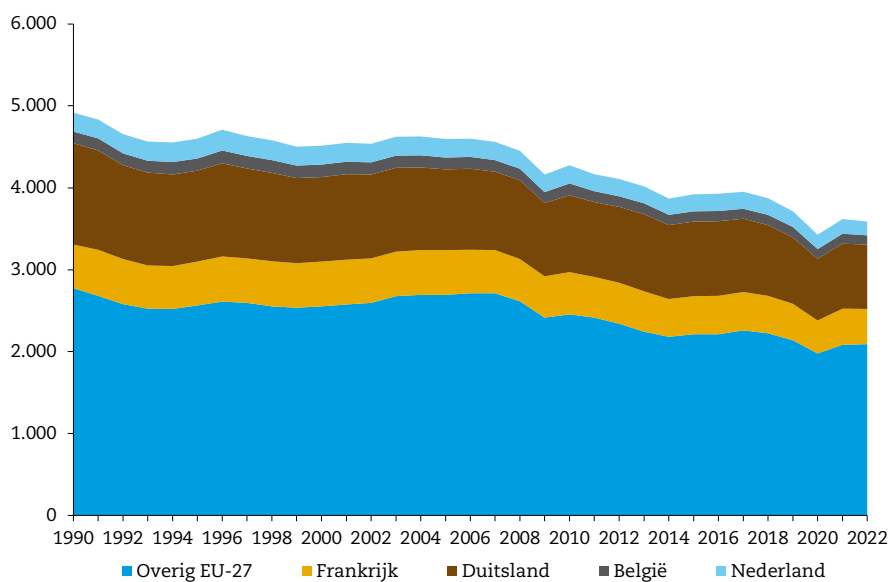
In deze bijlage wordt de CO<sub>2</sub>-uitstoot van Azië, Europa en de EU gepresenteerd naar regio.

**Figuur A.1** Uitstoot broeikasgassen (miljard ton CO<sub>2</sub>-equivalent/jaar) in Europa



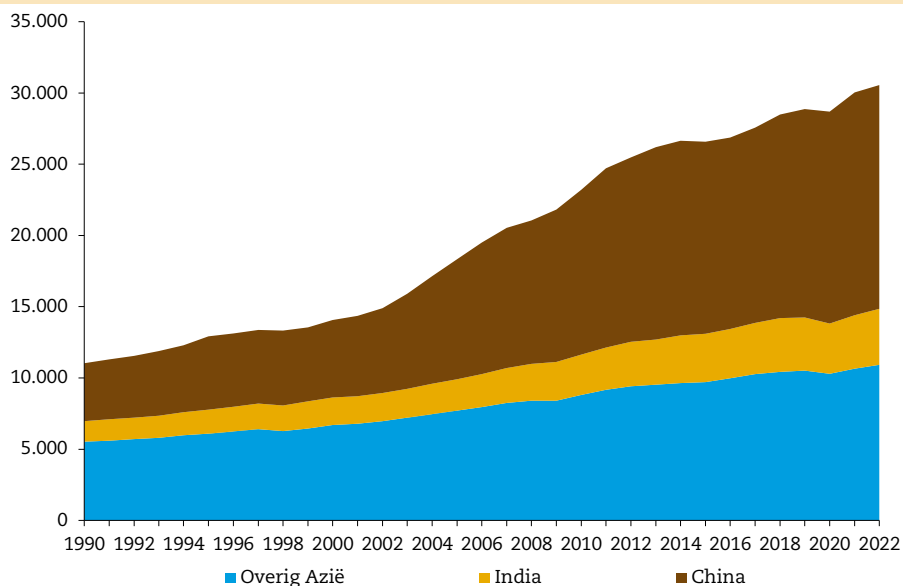
Bron: EDGAR, bewerking EIB

**Figuur A.2** Uitstoot broeikasgassen (miljard ton CO<sub>2</sub>-equivalent/jaar) in de EU-27



Bron: EDGAR, bewerking EIB

**Figuur A.3** Uitstoot broeikasgassen (miljard ton CO<sub>2</sub>-equivalent/jaar) in Azië



Bron: EDGAR, bewerking EIB

### Warmtenetten

Een warmtenet, ook wel stadsverwarming of blokverwarming genoemd, is een netwerk van leidingen onder de grond waar warm water doorheen stroomt. In de omgeving staat een centrale warmtebron die het water opwarmt. Er zijn verschillende typen warmtenetten, ingedeeld op de temperatuur van het water dat wordt geleverd:

- HT-net: hoge-temperatuurwarmtenet (>75 graden)
- MT-net: midden-temperatuurwarmtenet (55-75 graden)
- LT-net: lage-temperatuurwarmtenet (30-55 graden)
- ZLT-net: zeer-lage-temperatuurwarmtenet (10-30 graden)

In de regel geldt dat hoe lager de temperatuur van het warmtenet, hoe beter de woning geïsoleerd moet zijn. In nieuwbouwwijken zijn de woningen meestal goed genoeg geïsoleerd voor een (Z)LT-net. Bij een (Z)LT-net heb je echter een naverwarmer, zoals een boosterwarmtepomp, nodig voor warm water in de keuken en badkamer, en is een aanpassing van de radiatoren nodig.

#### Warmtenet: voor- en nadelen

Een van de voordelen van een warmtenet ten opzichte van all-electric, is dat het opslaan van warmte gemakkelijker is dan het opslaan van elektriciteit. Daarnaast is een warmtenet goed in te passen in kleine woningen en appartementen. Tevens hoeft er meestal niets te veranderen aan de radiatoren of vloerverwarming van de woning als deze op een warmtenet wordt aangesloten (dit geldt echter niet voor lage temperatuur-netten). Warmtenetten hebben ook een aantal nadelen. Zo zijn warmtenetten met name gunstig in wijken waar woningen dicht op elkaar staan en/of appartementencomplexen, omdat de lengte van de buizen tussen de woningen dan minimaal is. Het ligt daarom voor de hand om woningen via een wijkgerichte aanpak op een warmtenet aan te sluiten, maar uit de praktijk blijkt dat dat erg moeizaam gaat. Zo willen lang niet altijd alle bewoners op een warmtenet overstappen, waardoor de businesscase van warmtenetten in gevaar komt. Een ander nadeel is dat warmtenetten alleen duurzaam zijn als ze gebruik maken van een duurzame warmtebron (restwarmte, aardwarmte, biomassa, WKO, aqua- of zonnethermie). Als warmte uit de verbranding van aardgas wordt gehaald, is het warmtenet niet duurzaam wat momenteel bij een deel van de warmtenetten het geval is. De mate van duurzaamheid hangt verder af van de hulpwarmtebron die bijspringt op koude dagen, van de stroom die gebruikt wordt voor de elektrische warmtepompen en van het warmteverlies tussen de warmtebron en de woningen. Uit de praktijk is verder gebleken dat een warmtenet vaak hogere kosten met zich meebrengt dan initieel geraamd, doordat er te weinig rekening is gehouden met risico's. Een voorbeeld hiervan is dat men geregeld nog iets tegenkomt onder de grond, waar van tevoren geen rekening mee werd gehouden. Dit leidt niet alleen tot hogere kosten, maar ook tot vertraging.

#### Toename in van warmtepompen verslechtert de businesscase van warmtenetten

Volgens het PBL worden investeringen in warmtenetten steeds moeilijker door onduidelijkheid vanuit de gemeenten in hun Transitievisies Warmte. Gemeentes maken geen keuzes in het toewijzen van wijken voor een warmtenet. Dit leidt ertoe dat steeds meer woningeigenaren kiezen voor een all-electric oplossing. Deze woningen kunnen vervolgens niet meer op een warmtenet worden aangesloten, wat de businesscase voor de aanleg van een warmtenet in een wijk verslechtert. Volgens het PBL is er daarom nog maar weinig tijd om grootschalige warmtenetten rendabel aan te leggen. Warmtenetten hebben momenteel een groot aandeel in het aantal verduurzaamde woningen. Ongeveer 6% van de Nederlandse woningen is momenteel aangesloten op een warmtenet, dit komt neer op ongeveer 60% van de aardgasvrije woningen. Door de genoemde nadelen wordt verwacht dat het aandeel warmtenetten bij de

verduurzaming van de gebouwde omgeving in de toekomst een minder grote rol gaat spelen dan eerder beoogd.

### All-electric

Een volledig elektrische warmtepomp is een oplossing om een woning te verduurzamen. De warmtepomp haalt warmte uit de lucht, uit de bodem of uit grondwater en zet deze warmte om naar een bruikbare temperatuur. Voor een all-electric oplossing moet de woning redelijk tot goed geïsoleerd zijn, omdat de warmtepompen een verwarmings-temperatuur hebben van maximaal 45 tot 55 graden. Bij een cv-ketel is dit 60 tot 80 graden. Bij een slecht of matig geïsoleerde woning is de temperatuur van de warmtepomp niet voldoende om het huis goed te verwarmen. Bij de overstap op een elektrische warmtepomp moeten ook de radiatoren worden aangepast, zodat deze genoeg warmte afgeven bij een lage temperatuur.

#### All-electric: voor- en nadelen

Een groot voordeel van all-electric ten opzichte van een warmtenet is dat het een individueel uit te voeren oplossing betreft en daarmee zelfstandig door huiseigenaren kan worden genomen. Er is weinig organisatie nodig. Een ander voordeel is dat er meestal geen ingrijpende infrastructurele maatregelen nodig zijn voor de installatie van een warmtepomp. Daarentegen zijn volledig elektrische warmtepompen alleen geschikt voor woningen die goed geïsoleerd zijn. Voor veel woningen in de bestaande bouw is een all-electric oplossing daarom niet geschikt, of moet er eerst worden geïsoleerd. All-electric gaat gepaard met hoge investeringskosten die niet rendabel zijn, vaak omdat er ook nog geïsoleerd moet worden. Een ander nadeel is de capaciteit van het elektriciteitsnet. Op dit moment zorgt de elektriciteitsvraag van elektrische warmtepompen op sommige plekken namelijk al voor problemen bij de lokale elektriciteitsnetten. Tot slot hangt de duurzaamheid van een all-electric warmtepomp sterk af van de manier waarop de elektriciteit wordt opgewekt. Het gebruik van aardgas voor de opwekking van elektriciteit is in 2022 gedaald door de hoge gasprijzen en de toename van de productie van hernieuwbare elektriciteit. In 2022 was 41% van het elektriciteitsverbruik hernieuwbaar.<sup>51</sup>

### Groen gas

Groen gas is een duurzamer alternatief voor aardgas. Om groen gas te maken, wordt eerst biomassa omgezet in gas. Dit biogas is nog niet geschikt om in te voeden in het gasnet, dus wordt dit gas eerst gezuiverd en verbeterd. Hierdoor ontstaat groen gas, dat dezelfde eigenschappen en kwaliteit heeft als aardgas. Daardoor kan groen gas gewoon op het aardgasnetwerk worden ingevoegd.

#### Groen gas: voor- en nadelen

Een groot voordeel van groen gas is dat het dezelfde kwaliteit heeft als aardgas en daarom gewoon ingevoegd kan worden op het landelijke aardgasnetwerk. Er zijn geen woningaanpassingen en infrastructurele aanpassingen nodig. Dit zorgt er ook voor dat er voor groen gas relatief veel draagvlak is ten opzichte van andere aardgasvrije oplossingen. Verder zijn er veel onzekerheden omtrent groen gas, bijvoorbeeld rondom de financiële aantrekkelijkheid voor de producent. Ook over de beschikbaarheid van groen gas in de toekomst is veel onzeker en hangt onder andere af van de mogelijkheid tot opschaling van mestvergisting. Daarnaast is de kans aanwezig dat andere sectoren, zoals de industrie, voorrang zullen krijgen op groen gas omdat daar minder verduurzamingsopties mogelijk zijn, of omdat een hoge temperatuur nodig is die niet zonder gas kan worden behaald.<sup>52</sup> Dat groen gas helemaal geen rol gaat spelen in de gebouwde omgeving is echter onwaarschijnlijk, omdat een (klein) deel van de woningen in Nederland niet geschikt is om via warmtenetten of een elektrische warmtepomp te worden verwarmd. Dit is bijvoorbeeld het geval als een woning moeilijk te isoleren is of in het buitengebied ligt en daarom niet kan worden aangesloten op een warmtenet.<sup>3</sup>

---

<sup>51</sup> PBL, TNO, CBS & RIVM (2023). 'Klimaat- en Energieverkenning 2023. Ramingen van broeikasgassen, energiebesparing en hernieuwbare energie op hoofdlijnen'.

<sup>52</sup> <https://www.warmte365.nl/nieuws/ook-de-netbeheerders-voelen-het-groeiend-aantal-warmtepompen-65A9B1B2.html>

### **Kleine rol weggelegd voor groen gas in de gebouwde omgeving**

Momenteel wordt groen gas nog erg weinig toegepast in de gebouwde omgeving. Om de redenen genoemd in de bovenstaande paragraaf, zal dit in de toekomst waarschijnlijk ook geen grote rol gaan spelen. Wel zet de overheid in op een verhoging van de productie van groen gas. Zo is een bijmengverplichting van groen gas aangekondigd, die geldt voor alle aardgasleveranciers met een vergunning voor kleinverbruikers. De hoogte van de bijmengverplichting loopt op van 150 miljoen m<sup>3</sup> groen gas in 2025 naar 1,1 miljard m<sup>3</sup> in 2030.<sup>53</sup> Hoe dit precies over de sectoren zal worden verdeeld is nog onduidelijk, maar de kans is groot dat andere sectoren voorrang zullen krijgen. Ook bestaat nog veel onzekerheid over de haalbaarheid van de hoogte van de bijmengverplichting, omdat daarvoor een flinke opschaling nodig is van mestvergisting. Woningen waarvan het moeilijk is om de warmtevoorziening gasloos te maken zouden uiteindelijk, na uitfasering van aardgas uit het gasnet, met groen gas duurzaam kunnen worden verwarmd.

#### **Heb ik groen gas?**

Aangezien groen gas wordt bijgemengd in het aardgasnetwerk, merk je niet of het gas dat je gebruikt daadwerkelijk groen gas is. In de praktijk ontvang je een mix van groen gas en aardgas. Met certificaten, Garanties van Oorsprong, wordt bijgehouden welk deel van het gas in Nederland groen is. Huishoudens kunnen voor een energieleverancier kiezen die groen gas aanbiedt, maar in de praktijk is het niet mogelijk om alléén groen gas aangeleverd te krijgen. Woningen die op papier van groen gas worden voorzien, zijn in de praktijk dus niet volledig aardgasvrij. Van het gebruikte gas in de gebouwde omgeving is ongeveer 0,6% groen gas. Dit is genoeg om ongeveer 40.000 woningen volledig te kunnen verwarmen met groen gas.

---

<sup>53</sup> Kamerbrief aanpassing bijmengverplichting groen gas.



Koninginneweg 20  
1075 CX Amsterdam  
t (020) 205 16 00  
eib@eib.nl  
www.eib.nl

