

Verduurzaming van de woningvoorraad

Een verkenning van toekomstige energetische prestaties van de woningvoorraad in verschillende scenario's

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.

Oktober 2022

Verduurzaming van de woningvoorraad

Een verkenning van toekomstige energetische prestaties van de woningvoorraad in verschillende scenario's

T. Endhoven
N. Spijker

Inhoudsopgave

Conclusies op hoofdlijnen	7
1 Inleiding	15
2 Bestaande woningvoorraad en energiegebruik	17
2.1 Samenstelling van de woningvoorraad	17
2.1.1 Woningvoorraad naar deelsegment	17
2.1.2 Verdeling woningvoorraad naar woningtype	18
2.1.3 Verdeling woningvoorraad naar bouwjaar	18
2.1.4 Gemiddelde oppervlakte woningvoorraad	19
2.1.5 Verdeling woningvoorraad naar energielabel	20
2.1.6 Gemiddeld energiegebruik	23
3 Energiebesparingsmaatregelen	25
3.1 Isolatie	26
3.1.1 Isolatieniveaus	26
3.1.2 Kosten en besparingen	27
3.2 Hybride warmtepompen	30
3.3 Aardgasvrij	30
4 Het autonome pad	33
4.1 Ontwikkeling woningvoorraad	33
4.2 Ontwikkeling isolatie maatregelen	36
4.3 Ontwikkeling hybride warmtepompen	40
4.4 Ontwikkeling aardgasvrij	42
4.5 Energiebesparing in het autonome pad	43
5 Beleidsscenario's voor aanvullende energiebesparing	47
5.1 Reductie door autonome ontwikkelingen	47
5.2 Scenario's voor aanvullende energiebesparing tot 2050	48
5.2.1 Intensivering isolatie	48
5.2.2 Intensivering aardgasvrij	50

Conclusies op hoofdlijnen

In het Klimaatakkoord wordt onder andere ingezet op vermindering van het energiegebruik in de gebouwde omgeving. Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden om klimaatdoelen te behalen, heeft Dutch Green Building Council (DGBC) het EIB gevraagd om een scenariostudie uit te voeren, waarbij verschillende ambitieniveaus van energiebesparing in de woningvoorraad worden onderzocht. Hierbij wordt aangesloten bij de maatschappelijke sectorale routekaarten en de routekaarten voor kantoren, retail en logistiek die DGBC heeft laten opstellen. De volgende vragen staan hierbij centraal:

- Welke besparing wordt op autonome wijze behaald?
- Welke maatregelen moeten aanvullend worden genomen om ambitieuzere besparingsniveaus te realiseren?
- Welke kosten brengen deze maatregelen met zich mee en welke energiebesparingen worden hierbij behaald?

In overleg met DGBC zijn de volgende energiebesparingsniveaus onderzocht:

30% reductie in finaal energiegebruik in 2050.

50% reductie in finaal energiegebruik in 2050.

66% reductie in finaal energiegebruik in 2050.

80% reductie in finaal energiegebruik in 2050.

Autonome ontwikkeling: 47% energiebesparing in 2050 ten opzichte van 2018

Het energiegebruik in de woningvoorraad daalt op autonome wijze in de tijd: door vervangende nieuwbouw en energiebesparende maatregelen van huishoudens neemt het energiegebruik af. Daarnaast zorgen ontwikkelingen op het gebied van aardgasvrije woningrenovaties en recente regelgeving ervoor dat energiegebruik in de bestaande voorraad daalt. Ten eerste wordt het verplicht gesteld om vanaf 2026 een hybride warmtepomp of aardgasvrije oplossing te laten installeren bij vervanging van de oude CV-ketel indien dit mogelijk is. Ten tweede geldt vanaf 2030 een verbod op de verhuur van woningen met een energielabel van E of slechter.

Finaal energiegebruik en gebruikersenergie

Waar in deze studie 'energiegebruik' wordt genoemd, betreft dit finaal energiegebruik. Finaal energiegebruik bestaat uit gebouwgebonden en gebruikersgebonden energiegebruik. Gebouwgebonden energiegebruik is energiegebruik dat voornamelijk samenhangt met de warmtevraag, zoals verwarming en warm tapwater. Gebruikersgebonden energiegebruik is het energiegebruik door apparaten die de bewoners zelf meenemen in het gebouw; denk hierbij aan huishoudelijke apparaten zoals wasmachines, koelkasten en computers. Dit deel van het energiegebruik wordt niet beïnvloed door de energetische staat van de woning maar de door het gedrag en de samenstelling van huishoudens. Door technologische ontwikkelingen worden elektrische apparaten in de tijd zuiniger. Daartegenover staat echter dat er in de tijd ook steeds meer elektrische apparaten worden gebruikt. Om deze reden is het gebruikersgebonden energieverbruik in de tijd constant gehouden.

Zon PV

Zon PV is een belangrijke bron van duurzame energie voor de woningvoorraad, maar de toepassing vermindert het finale energiegebruik niet. De elektriciteits- en warmtevraag wordt immers niet minder door de toepassing van zon PV. De energiebehoefte van de woning blijft gelijk. De opwek door zon PV kan wel worden ingezet om (een deel van) de energiebehoefte duurzaam in te vullen. Ook kan de opgewekte energie worden ingezet buiten de woning. Gezien deze studie zich richt op besparingen op energiegebruik in de woning en niet op de opwek van energie is zon pv als maatregel niet meegenomen in de analyse. Wel wordt in de scenario's uit gegaan van volledige duurzame opwek van energie in 2050, waar zon pv een belangrijke rol in kan spelen.

Alle aangenomen ontwikkelingen in het autonome pad¹ zorgen gezamenlijk voor een energiebesparing van 207 PJ in 2050 ten opzichte van 2018, ofwel 47%. De CO₂ uitstoot van de woningvoorraad neemt op autonome wijze met 79% af van 24,4 Mton² in 2018 naar 5,1 Mton in 2050. Aangezien in de berekeningen is uitgegaan van volledig groene opwekking van elektriciteit in 2050, is deze uitstoot volledig toe te schrijven aan het resterende gebruik van aardgas door hybride warmtepompen en CV-ketels in woningen waar een hybride warmtepomp niet geïnstalleerd kan worden.

Door autonome ontwikkelingen worden de eerste twee energiebesparingsscenario's (30% en 50% reductie van het energiegebruik) zo goed als behaald. Om tot 66% en 80% energiebesparing te komen ten opzichte van 2018, moet er respectievelijk aanvullend 86 PJ en 144 PJ bespaard worden. Hierbij kan gekozen worden voor aanvullende inspanningen om meer woningen te isoleren, meer woningen aardgasvrij te maken die reeds voldoende geïsoleerd zijn in het autonome pad of verdergaande isolatie in combinatie met aardgasvrij.

Scenario 1: Aanvullende inspanningen op het gebied van isolatiemaatregelen

In het autonome pad worden 6,2 miljoen van de 6,6 miljoen bestaande woningen tot 2050 geïsoleerd. De overige 400.000 woningen kunnen geïsoleerd worden, maar hiermee wordt geen besparing van 86 PJ bewerkstelligd. Om de doelbesparing te halen zal ook aanvullende isolatie plaats moeten vinden in woningen die in het autonome pad ook al geïsoleerd worden. Tabel 1 geeft weer welke kosten en besparingen hiermee gepaard gaan.

Tabel 1 Scenario 1: Potentie isolatie om tot doelbesparingen te komen in 2050

Doel 66%	
-Aantal woningen met aanvullende maatregelen	5.100.000
-Investering (€ mld.)	130
-Additionele energiebesparing (PJ)	86
-Additionele CO ₂ -reductie (Mton)	4,4
Doel 80%¹	
-Aantal woningen met aanvullende maatregelen	6.218.000
-Investering (€ mld.)	159
-Additionele energiebesparing (PJ)	100 (70%)
-Additionele CO ₂ -reductie (Mton)	4,6

¹ Het doel van 80% kan door isolatie alleen niet gehaald worden. De hier beschreven besparingen en investeringen leiden tot een energiebesparing van 70%.

Bron: EIB

De tabel laat zien dat het doel van 66% energiebesparing in 2050 gehaald kan worden door 5,1 miljoen woningen aanvullend te isoleren. In de berekeningen maken deze 5,1 miljoen woningen de stap naar niveau 4. In het autonome pad worden in een groot deel van de woningvoorraad ook niveaustappen worden behaald. Dit impliceert dat er in dit scenario ook woningen naar niveau 4 worden gebracht die al zijn verbeterd in het autonome pad. Deze aanvullende inspanning brengt € 130 miljard aan

¹ Zie hoofdstuk 4 voor een uiteenzetting van alle gehanteerde uitgangspunten

² De CO₂-uitstoot is berekend op basis van werkelijke gas- en elektra-verbruiken uit WOoN 2018 en emissiefactoren. De KEV 2021 gaat uit van ongeveer 18 Mton CO₂-uitstoot in 2018 door huishoudens.

additionele kosten³ met zich mee en er treedt een CO₂-reductie op van 4,4 Mton boven op het autonome pad, waardoor er nog 0,7 Mton CO₂ wordt uitgestoten door woningen.

Het 80%-doel kan door uitsluitend isolatie niet worden behaald: door de totale bestaande woningvoorraad te isoleren naar het hoogste niveau (4), wordt in totaal 100 PJ bespaard ten opzichte van 2018, ofwel 70%. Het resterende energiegebruik bestaat uit de resterende warmtevraag en het gebruikersgebonden energiegebruik. De resterende CO₂-uitstoot is 0,5 Mton. Aangezien woningen in dit scenario vergaand geïsoleerd moeten worden, liggen de additionele kosten hoger dan in het 66%-scenario.

Beschrijving isolatieniveaus

Niveau 0 en niveau 1: huidig niveau en oorspronkelijk niveau

Niveau 0 betreft het huidige isolatieniveau, op basis van de woningen in het WoON 2018 onderzoek. In het WoON 2018 onderzoek is de huidige energetische kwaliteit van de woningen bepaald en op basis daarvan de netto warmtevraag. Niveau 1 is het isolatieniveau op het moment van realisatie van de woning.

Niveau 2: gangbare verbetermaatregelen 'ondergrens'

Niveau 2 en 3 betreffen gangbare verbetermaatregelen die binnen de randvoorwaarden van gegeven constructies zijn te realiseren zoals isolatie van de spouw, de begane grondvloer of het isoleren van het dak tussen gordingen. Aangezien er aanzienlijke verschillen kunnen zijn tussen gangbare maatregelen, wordt hier nog onderscheid gemaakt door maatregelen op ondergrens (niveau 2) en maatregelen op bovengrens (niveau 3). Niveau 2 is vooral te zien bij woningen waarbij vroeg isolatiemaatregelen zijn getroffen die meestal in eigen beheer zijn uitgevoerd. Een voorbeeld is toepassing van dubbel glas. Daarnaast kan worden gedacht aan standaard isolatie met een beperkte dikte of kwaliteit of verouderde spouwmuurisolatie van slechte kwaliteit. Aangezien deze maatregelen vaak in eigen beheer, dus niet professioneel, zijn uitgevoerd, wordt er rekening mee gehouden dat de kaders van de bestaande constructies niet optimaal worden benut. Daarom wordt bij dit niveau bijvoorbeeld niet gerekend met een maximale isolatiedikte.

Niveau 3: gangbare verbetermaatregelen 'bovengrens'

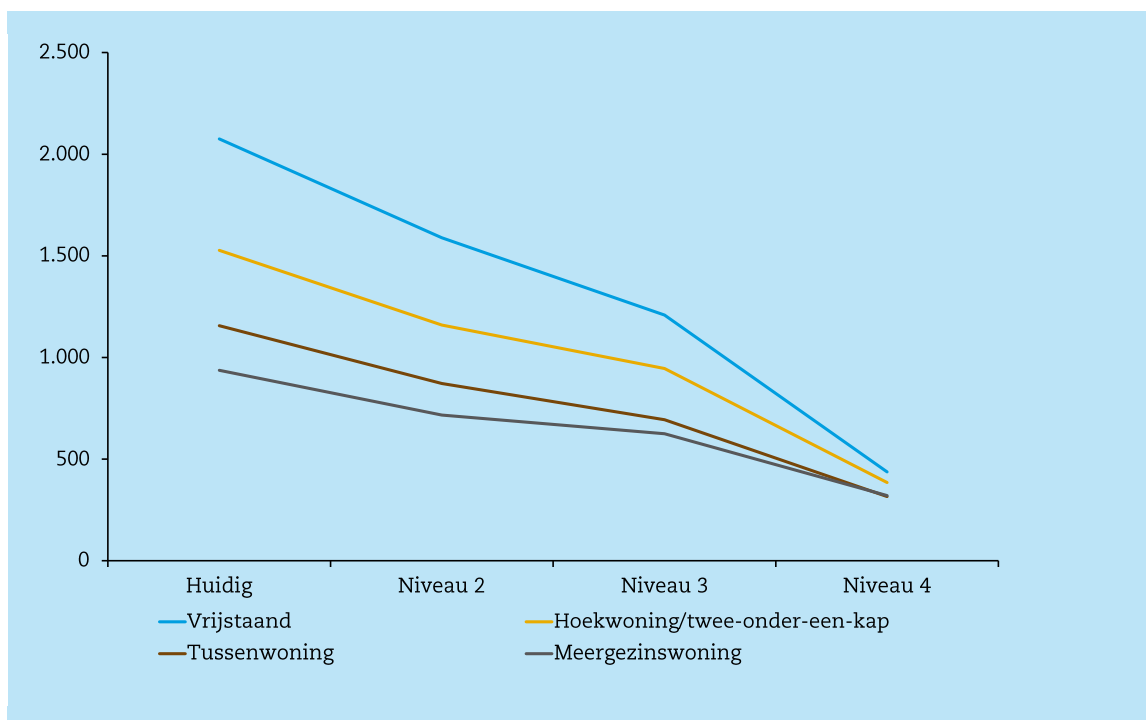
Niveau 3 betreft gangbare verbetermaatregelen, zoals beschreven bij niveau 2, maar dan complexmatig of professioneel uitgevoerd. Voorbeelden zijn hoogwaardige isolatie met de maximale dikte of een volledig gevulde spouw. In tegenstelling tot niveau 2, wordt er bij niveau 3 rekening mee gehouden dat de kaders van de bestaande constructies optimaal worden benut. De verbetermaatregelen zijn van een hoog niveau en dat niveau kan ook aangetoond worden.

Niveau 4: (technisch) relatief vergaande verbetermaatregelen

Niveau 4 betreft relatief vergaande verbetermaatregelen die zijn gericht op een (technisch) pijnvrije ingreep per bouwdeel. Met pijnvrij wordt bedoeld dat er voor dat bouwdeel in de toekomst niet nogmaals maatregelen nodig zijn om goed voorbereid te zijn op de energietransitie. Deze maatregelen hebben vergaande consequenties voor de woning en betekenen vaak een vernieuwing van bouwdeelen, bijvoorbeeld een nieuw dak of een nieuwe gevel. Dergelijke maatregelen betreffen een of meerdere bouwdeelen.

Het gemiddeld gasgebruik (m³/jaar) bij verschillende isolatieniveaus is weergegeven in onderstaande figuur.

³ Zie tabel 3.1 voor de kosten van verschillende isolatieniveaus.



Scenario 2: Aanvullende inspanningen op het gebied van aardgasvrije woningen

Een andere route om tot de doelbesparingen te komen is om meer woningen aardgasvrij te maken. Als tussenstap is hierbij onderzocht wat de effecten zijn van het aardgasvrij maken van woningen die in het autonome pad voldoende geïsoleerd zijn voor het gebruik van een warmtepomp (niveau 3 of 4) en van woningen die een bouwjaar hebben na 1995. Een overzicht van het aantal aardgasvrij te maken woningen, de bijbehorende investeringen, energiebesparing en CO₂-reductie in dit scenario is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2 Scenario 2: Aanvullende potentie aardgasvrij maken van woningen in 2050

Woningen met bouwjaar na 1995 (in 2050)	1.564.000
Woningen verbeterd naar niveau 3 of 4	2.797.000
Woningen aardgasvrij gemaakt in het autonome pad	(-) 2.236.000
Aardgasvrij te maken woningen die geschikt zijn in autonome pad	2.125.000
Aanvullende effecten aardgasvrij t.o.v. autonome pad	
Investering (€ mld.)	64
Energiebesparing (PJ)	40 (57%)
CO ₂ -reductie (Mton)	2,3

Bron: EIB

Wanneer alle woningen die in het autonome pad geschikt zijn voor aardgasvrij met behulp van een warmtepomp ook daadwerkelijk aardgasvrij worden gemaakt, uitgaande van de installatie van warmtepompen leidt dit tot een additionele energiebesparing van 40 PJ en een CO₂-reductie van 2,3 Mton. De energiebesparing is relatief beperkt omdat de warmtevraag niet lager wordt ten opzichte van de autonome ontwikkeling door het uitblijven van additionele isolatie. De energiebesparing die

wel optreedt hangt samen met de hogere efficiëntie van een warmtepomp ten opzichte van een CV-ketel.

Voor de kosten van het aardgasvrij maken van woningen is uitgegaan van de studie 'Proeftuinen aardgasvrije wijken'⁴. Uit deze studie blijkt een kostenniveau van ongeveer € 40.000 per woning om woningen op grote schaal aardgasvrij te maken, zowel via warmtenetten als middels all-electric. Deze kosten bestaan onder meer uit isolatie, proceskosten, woningaanpassingen en in het geval van warmtenetten ook uit infrastructurele kosten. In de studie bedroegen de isolatiekosten ongeveer € 10.000 per woning; dit bedrag is afgetrokken van het totaal is derhalve gerekend met een gemiddeld kostenniveau van € 30.000 per woning. Het aardgasvrij maken van ruim 2,1 miljoen woningen zoals in bovenstaand scenario, vergt een additionele investering van bijna € 64 miljard.

Scenario 3: Aanvullende inspanningen op het gebied van aardgasvrije en geïsoleerde woningen

Het streven van het kabinet is een volledige aardgasvrije woningvoorraad in 2050. In dit scenario is er daarom vanuit gegaan dat alle woningen aardgasvrij worden gemaakt, waarbij alleen de woningen die onvoldoende geïsoleerd zijn, worden verbeterd naar niveau 4. Dit leidt tot 63% energiebesparing ten opzichte van 2018; een besparing van 68 PJ (tabel 3). Door het aardgasvrij maken van de woningen, is er geen CO₂-uitstoot meer.

Tabel 3 Scenario 3: Aanvullende potentie aardgasvrij in combinatie met isolatie in 2050

Totale aanvullende potentie aardgasvrij	
-Totale bestaande woningvoorraad	6.650.000
-Aardgasvrij in autonome pad (-)	2.236.000
Totale aanvullende potentie aardgasvrij	4.414.000
Benodigde isolatiemaatregelen	
-Totale bestaande woningvoorraad	6.650.000
-Reeds geïsoleerd naar niveau 3 of 4 (-)	2.797.000
-Bouwjaar na 1995 (-)	1.564.000
Totaal te isoleren	2.289.000
Aanvullende effecten t.o.v. autonome pad	
Investering isolatie (€ mld.)	58
Investering aardgasvrij (€ mld.)	132
Energiebesparing (PJ)	68 (63%)
CO ₂ -reductie (Mton)	5,1

Bron: EIB

De totale additionele investering komt bij dit scenario uit op ruim € 190 miljard: € 132 miljard voor het aardgasvrij maken van woningen en € 58 miljard voor het aanvullend isoleren. Voor het berekenen van de kosten van aardgasvrij maken is wederom uitgegaan van € 30.000 per woning. De isolatiekosten komen uit op ongeveer € 25.000 per woning. De totale kosten voor woningen die en aardgasvrij gemaakt en geïsoleerd moeten worden, komen uit op gemiddeld € 55.000. Dit is hoger dan het eerder genoemde bedrag van € 40.000. Dit verschil hangt samen met het feit dat bij de kostenberekening van € 40.000 is uitgegaan van verbetering naar energielabel B. De kosten voor het verbeteren naar isolatieniveau 4 liggen hoger.

⁴ EIB (2021), 'Proeftuinen aardgasvrije wijken'.

In dit scenario wordt 80% energiereductie niet behaald. Om het doel van 80% te halen, moet nog 76 PJ aanvullend worden bespaard. Zelfs wanneer alle woningen die nog geen niveau 4 zijn maar al wel geschikt zijn voor 'aardgasvrij' verder worden geïsoleerd naar niveau 4, kan het 80%-doel niet worden gehaald (scenario 4). Op basis van dit laatste scenario wordt een energiebesparing van 73% gerealiseerd tegen een additionele investering van ongeveer € 82 miljard. Deze geringe additionele besparing ten opzichte van de besparing bij isolatie naar niveau 4 (70%, tabel 1) hangt samen met de efficiëntie van een warmtepomp ten opzichte van een CV-ketel. Deze maatregelen leiden derhalve tot een geringe additionele energiebesparing, maar hebben geen effect meer op de CO₂-uitstoot, die al tot 0 is teruggebracht door het aardgasvrij maken van woningen.

Isolatie voor de hand liggende route tot aanvullende energie- en CO₂-besparing

In tabel 4 zijn het autonome pad en de verschillende scenario's naast elkaar weergegeven.

Tabel 4 Scenario's, energie- en CO ₂ -besparing en bijbehorende investeringen, 2050				
	PJ besparing tov 2018 (%)	CO ₂ - besparing tov 2018 (%)	Aanvullende Investing (€ mld.)	Aantal woningen (mln.)
Autonoom	47%	79%	-	-
Scenario's				
1. Volledige isolatie	70%	98%	159	6,2
2. Intensivering aardgasvrij	57%	88%	64	2,1
3. Aardgasvrij + noodzakelijke isolatie	63%	100%	190	4,4
4. Aardgasvrij + volledige isolatie	73%	100%	272	6,2

Bron: EIB

Allereerst moet worden opgemerkt dat een significant deel van de energie- en CO₂-besparing al door de verschillende ontwikkelingen en recente beleidsmaatregelen in het autonome pad wordt bereikt. Er wordt reeds veel geïnvesteerd in het autonome pad, waardoor de resterende opgave aanzienlijk verminderd wordt. De weergegeven aanvullende investeringskosten van de scenario's moeten dan ook in dit licht worden bekeken. De kosten voor de gehele opgave van energie- en CO₂-besparing liggen aanzienlijk hoger dan de weergegeven additionele investeringsbedragen.

Alles overziende lijkt het scenario waarin de woningvoorraad maximaal wordt geïsoleerd (scenario 2) de meest voor de hand liggende route om het 80%-doel te benaderen. Ondanks dat het hoogste besparingsdoel hiermee niet wordt behaald, wordt er wel een sterke reductie op zowel energie als CO₂ gerealiseerd. De Paris Proof doelstelling wordt hiermee ook ruim gehaald (66%). Wanneer naar de investeringen wordt gekeken, blijkt dat in dit scenario een aanzienlijke reductie kan worden behaald tegen relatief lage kosten. De relatieve en absolute kosten de intensivering van het aardgasvrij (scenario 1) maken van woningen zonder aanvullende isolatiemaatregelen liggen weliswaar lager, maar hiermee wordt slechts beperkte energiebesparing behaald ten opzichte van het autonome pad. Het meest vergaande scenario (scenario 4) waarbij aardgasvrij wordt gecombineerd met benutting van de volledige potentie van isolatie resulteert ook nog niet in het 80%-besparingsdoel. Tevens is kosteneffectiviteit van dit scenario de minst gunstige van de onderzochte scenario's.

Bij de beschreven scenario's bestaan opwaartse kostenrisico's. Wanneer alle woningen worden geïsoleerd, zullen ook woningen waar isoleren complexer en daarmee kostbaarder is aan bod komen. Hierdoor kunnen de kosten hoger uitvallen dan de gemiddelde kosten waarmee in deze studie is

gerekend. Daarnaast is uitgegaan van reëel constante prijzen richting de toekomst. Vanwege de grote vraagimpuls en loonkostenstijgingen, is het niet ondenkbaar dat de kosten voor isolatiewerkzaamheden en het aardgasvrij maken van woningen in de toekomst zullen stijgen. Tot slot is uitgegaan van volledige duurzame opwek van elektriciteit in 2050, waarmee een significant deel van de CO₂-reductie wordt behaald. Wanneer volledige duurzame opwek niet kan worden behaald, zal de reductie lager uitvallen.

Hoogste energiebespaardoel onbereikbaar met isolatie en aardgasvrij

In geen van de geanalyseerde scenario's wordt het energiebespaardoel van 80% bereikt. Dit doel is ook niet te halen bij het aardgasvrij maken en het isoleren van de gehele voorraad naar het hoogste isolatieniveau. In alle gevallen blijft er enige warmtevraag bestaan en het gebruikersgebonden energiegebruik kan niet gereduceerd worden door gebouwgebonden maatregelen. Besparing op dit deel van het energiegebruik kan wel worden gerealiseerd door gedragsverandering en/of innovatie op het gebied van stroomverbruik van apparaten.

1 Inleiding

In het Klimaatakkoord wordt onder andere ingezet op vermindering van het energiegebruik in de gebouwde omgeving. Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden om klimaatdoelen te behalen, heeft Dutch Green Building Council (DGBC) het EIB gevraagd om een scenariostudie uit te voeren. Zo wordt aangesloten bij de maatschappelijke sectorale routekaarten en de routekaarten voor kantoren, retail en logistiek die DGBC heeft laten opstellen. Hierbij worden verschillende ambitieniveaus van energiebesparing in de woningvoorraad onderzocht:

- 30% reductie in finaal energiegebruik in 2050.
- 50% reductie in finaal energiegebruik in 2050.
- 66% reductie in finaal energiegebruik in 2050.
- 80% reductie in finaal energiegebruik in 2050.

Deze ambitieniveaus sluiten aan bij bestaande routekaarten. Tevens is het derde niveau (66%) de ambitie die door DGBC voor Paris Proof wordt gehanteerd.

Centraal staat de vraag welke besparing op 'autonome' wijze al behaald kan worden en welke maatregelen extra moeten worden genomen om ambitieuzere besparingsniveaus te realiseren. Om deze vragen te beantwoorden is ten eerste inzicht nodig in de huidige woningvoorraad. Daarom zal de samenstelling van de woningvoorraad worden geschetst naar o.a. woningtype, bouwjaar, eigendomssituatie en energetische staat. Ten tweede zullen de kosten en baten van verschillende energiebesparingsmaatregelen in beeld worden gebracht. De maatregelen die aan de orde komen zijn isolatie, hybride warmtepompen en aardgasvrij door middel van een all-electric warmtepomp. Ten derde zal worden bepaald welk deel van de besparing al autonoom zal plaatsvinden door middel van vaststaand beleid en autonome ontwikkelingen in de woningvoorraad. Hiervoor zal een prognose worden gemaakt van de woningvoorraad en de toepassing van de hiervoor genoemde maatregelen tot en met 2050. Tot slot zal worden onderzocht welke maatregelen aanvullend nog nodig zijn om de besparingsdoelen te behalen aan de hand van een aantal beleidsscenario's.

Het rapport bestaat uit vier hoofdstukken. In het eerste hoofdstuk wordt de bestaande woningvoorraad in beeld gebracht. Vervolgens zullen de verschillende energiebesparingsmaatregelen in hoofdstuk 2 aan bod komen. In het derde hoofdstuk wordt de autonome ontwikkeling van de woningvoorraad en de maatregelen tot en met 2050 geschetst. In het laatste hoofdstuk volgt een verkenning van maatregelen die aanvullend nodig zijn om de besparingsdoelen te behalen.

2 Bestaande woningvoorraad en energiegebruik

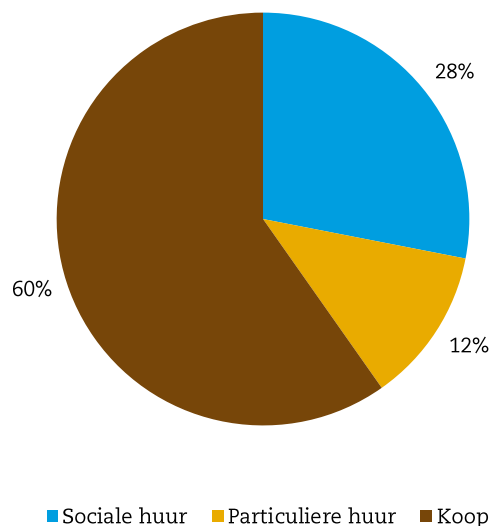
2.1 Samenstelling van de woningvoorraad

Om te bepalen op welke manier de verschillende reductiedoelstellingen kunnen worden bereikt in 2050, moet eerst de huidige samenstelling en energetische uitgangspositie van de bestaande woningvoorraad in beeld worden gebracht. In de volgende paragraaf zal de verdeling van de totale woningvoorraad naar deelsegment worden geschetst. Vervolgens wordt voor elk deelsegment (sociale huur, particuliere huur en koop) en het totaal de verdeling naar bouwjaar en woningtype weergegeven. Daarnaast worden de gemiddelde gebruiksoppervlakte en het gemiddelde energiegebruik beschreven en wordt een verdeling gemaakt van de woningvoorraad naar energielabel. De belangrijkste bron hiervoor vormt WoON 2018. Voor de gebruiksoppervlakte wordt gebruik gemaakt van data geleverd door TNO.

2.1.1 Woningvoorraad naar deelsegment

Koopwoningen beslaan 60% van de totale voorraad, particuliere huur komt het minst voor
In 2018 bestond de totale woningvoorraad uit bijna 7,7 miljoen woningen. De verdeling van de woningvoorraad naar deelsegment is weergegeven in figuur 2.1. Het merendeel van de woningvoorraad bestaat uit koopwoningen (bijna 4,5 miljoen), daarnaast bestaat bijna 30% van de woningvoorraad uit sociale huurwoningen (bijna 2,1 miljoen). Particuliere huurwoningen beslaan iets meer dan een tiende van de woningvoorraad (0,9 miljoen woningen).

Figuur 2.1 Samenstelling van de woningvoorraad naar deelsegment



Bron: WoON 2018

2.1.2 Verdeling woningvoorraad naar woningtype

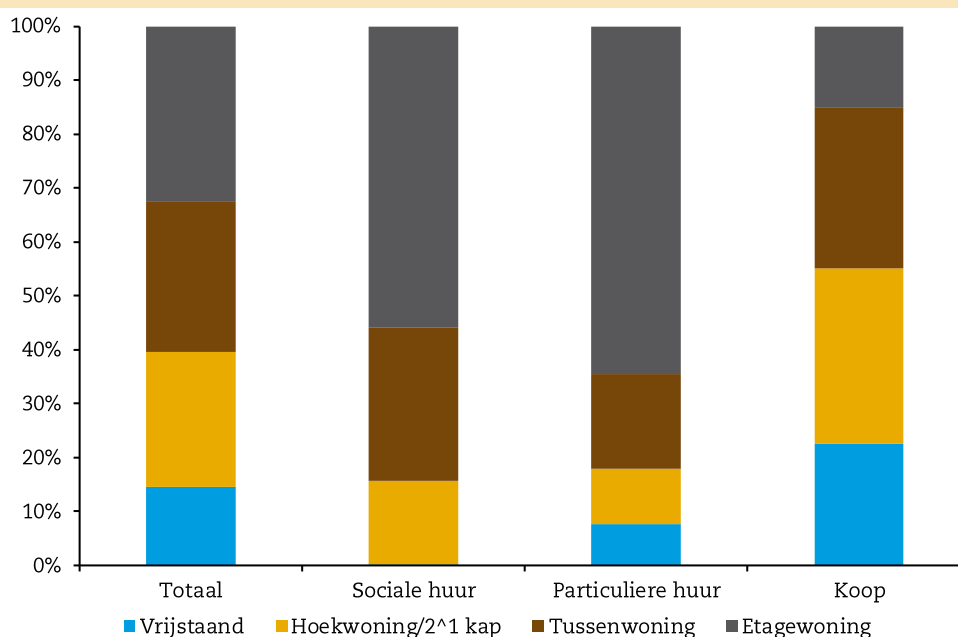
Totale woningvoorraad bestaat voor twee derde uit eengezinswoningen

Als de woningvoorraad wordt verdeeld naar woningtype, ontstaat het beeld geschetst in figuur 2.2. Ongeveer twee derde van de totale woningvoorraad bestaat uit eengezinswoningen. De aandelen hoekwoningen/twee-onder-een-kapwoningen en tussenwoningen in de totale voorraad zijn redelijk gelijk: 28% van de woningvoorraad bestaat uit tussenwoningen, een kwart bestaat uit hoekwoningen en een kwart uit twee-onder-een-kapwoningen. Vrijstaande woningen komen het minste voor en vormen 15% van de totale voorraad.

Meergezinswoningen vooral in de huursector, overige woningtypen juist in de koopsector

Het beeld verschuift wanneer de verschillende deelsegmenten nader worden bestudeerd. Zo bestaat meer dan de helft van de sociale- en particuliere huurvoorraad uit meergezinswoningen (respectievelijk 56% en 65%). In de sociale huursector komen hoek- en twee-onder-een-kapwoningen daarnaast ook relatief vaak voor (28%). In de koopsector komen meergezinswoningen met een aandeel van 15% het minste voor, maar zijn er juist veel tussenwoningen, hoek- en twee-onder-een-kapwoningen. Deze woningtypen hebben beide ongeveer een aandeel van een derde in de koopsector. Ook vrijstaande woningen komen relatief vaak voor in de koopsector (23%) en komen bijna niet voor in de sociale huursector.

Figuur 2.2 Verdeling woningvoorraad naar woningtype, per deelsegment



Bron: WoON 2018

2.1.3 Verdeling woningvoorraad naar bouwjaar

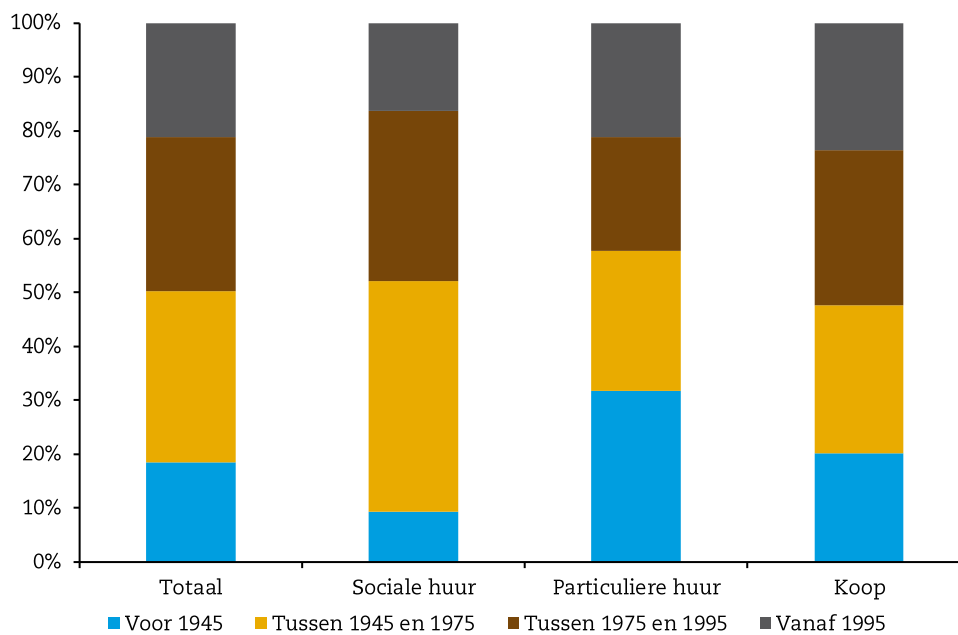
Aandelen bouwjaarklassen lopen niet sterk uiteen

Figuur 2.3 geeft de uitsplitsing van de woningvoorraad naar bouwjaarklasse weer. Wanneer naar de gehele woningvoorraad wordt gekeken, valt op dat de percentages niet heel sterk uiteenlopen. Ongeveer 30% van de woningvoorraad is gebouwd tussen 1945 en 1975, dit is vergelijkbaar met het aandeel woningen dat is gebouwd tussen 1975 en 1995. Woningen gebouwd voor 1945 en na 1995 komen relatief het minst vaak voor en hebben elk een aandeel van ongeveer een vijfde in de totale voorraad.

Veel particuliere huurwoningen gebouwd voor 1945, sociale huurwoningen relatief jong

Binnen de particuliere huursector is ongeveer een derde van de voorraad gebouwd voor 1945. In de andere deelsegmenten ligt dit aandeel lager, met name in de sociale huursector komen woningen gebouwd voor 1945 weinig voor. Binnen de sociale huursector zijn de meeste woningen gebouwd tussen 1945 en 1975 (43%), maar ook woningen gebouwd tussen 1975 en 1995 komen met een aandeel van ongeveer een derde relatief vaak voor. Binnen de koopsector zijn de verschillende bouwjaarklassen redelijk gelijk verdeeld. Iedere bouwjaarklasse heeft ongeveer een aandeel van 20% tot 30% in de totale koopvoorraad.

Figuur 2.3 Verdeling woningvoorraad naar bouwjaar, per deelsegment



Bron: WoON 2018

2.1.4 Gemiddelde oppervlakte woningvoorraad

Koopwoningen hebben de grootste gebruiksoppervlakte, sociale huurwoningen de kleinste

In tabel 2.1 wordt de gemiddelde gebruiksoppervlakte van woningen weergegeven. Wanneer de verschillende segmenten met elkaar worden vergeleken binnen elk woningtype en bouwjaarklasse, kan uit de tabel worden opgemaakt dat koopwoningen over het algemeen de grootste gemiddelde gebruiksoppervlakte hebben. Daarentegen bevat de sociale huursector de kleinste woningen.

Nieuwste woningen over het algemeen groter dan oudere woningen

Wanneer wordt gekeken naar bouwjaarklasse is te zien dat tussenwoningen en meergezinswoningen gebouwd na 1995 groter zijn dan oudere woningen binnen dit segment. Voor hoek-, twee-onder-een-kapwoningen en vrijstaande woningen ontstaat er een ander beeld. Hoek- en twee-onder-een-kapwoningen in de particuliere huursector die zijn gebouwd voor 1945 zijn gemiddeld het grootst. Voor hoek- en twee-onder-een-kapwoningen in de koopsector geldt wel dat woningen gebouwd na 1995 net iets groter zijn dan woningen gebouwd voor 1945. Bij vrijstaande woningen lijkt er geen eenduidige conclusie te kunnen worden getrokken over het verband tussen bouwjaarklasse en gemiddelde gebruiksoppervlakte.

Tabel 2.1 Gemiddelde gebruiksoppervlakte woningvoorraad (m²)

Woningtype	Segment	Voor 1945	1945-1975	1975-1995	Na 1995
Vrijstaand	Sociale huur	93	*	144	*
	Part. huur	178	*	182	129
	Koop	208	185	182	207
Hoek/2 ¹ -kap	Sociale huur	113	102	100	111
	Part. huur	162	128	130	140
	Koop	148	135	139	153
Tussenwoning	Sociale huur	78	95	100	111
	Part. huur	109	106	113	130
	Koop	128	117	122	133
Meergezinswoning	Sociale huur	65	76	70	86
	Part. huur	82	83	81	81
	Koop	94	87	94	113

*Geen representatieve data beschikbaar

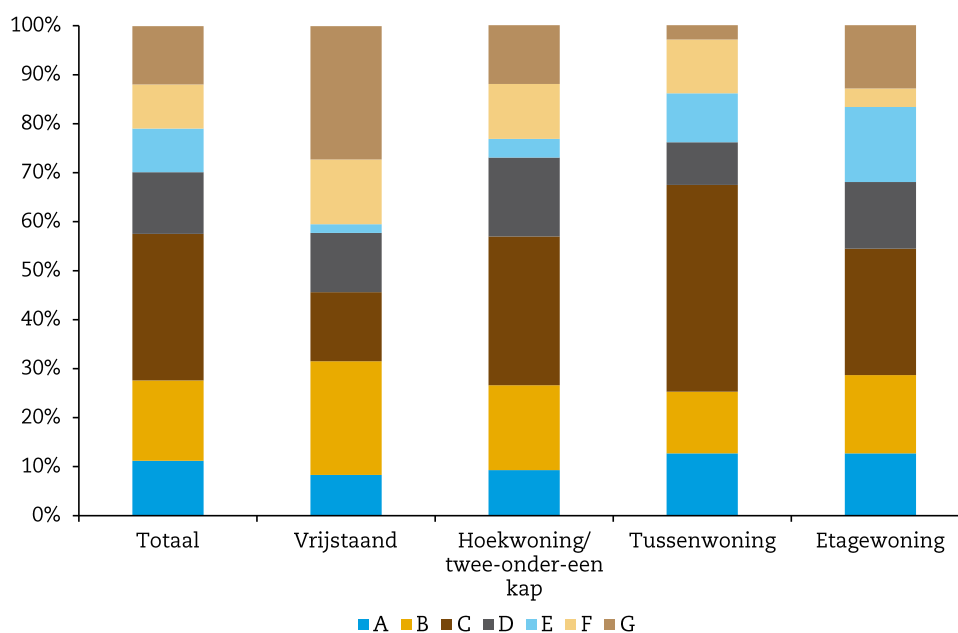
Bron: TNO

2.1.5 Verdeling woningvoorraad naar energielabel

Label C meest voorkomende energielabel, relatief weinig woningen met label E of label F

In figuur 2.4 wordt de verdeling van de woningvoorraad naar energielabel weergegeven volgens WoON 2018. In de totale woningvoorraad komt label C met 30% het meeste voor. Energielabel C is voor bijna alle woningtypen het meest voorkomende energielabel, maar het aandeel label C-woningen is met name groot bij tussenwoningen (42%). Daarentegen is label G het meest voorkomende energielabel bij vrijstaande woningen (27%), gevolgd door energielabel B (23%). Over de gehele voorraad bezien, komen energielabel E en F het minst vaak voor (beide 9%).

Figuur 2.4 Verdeling van de woningvoorraad naar energielabel, per woningtype

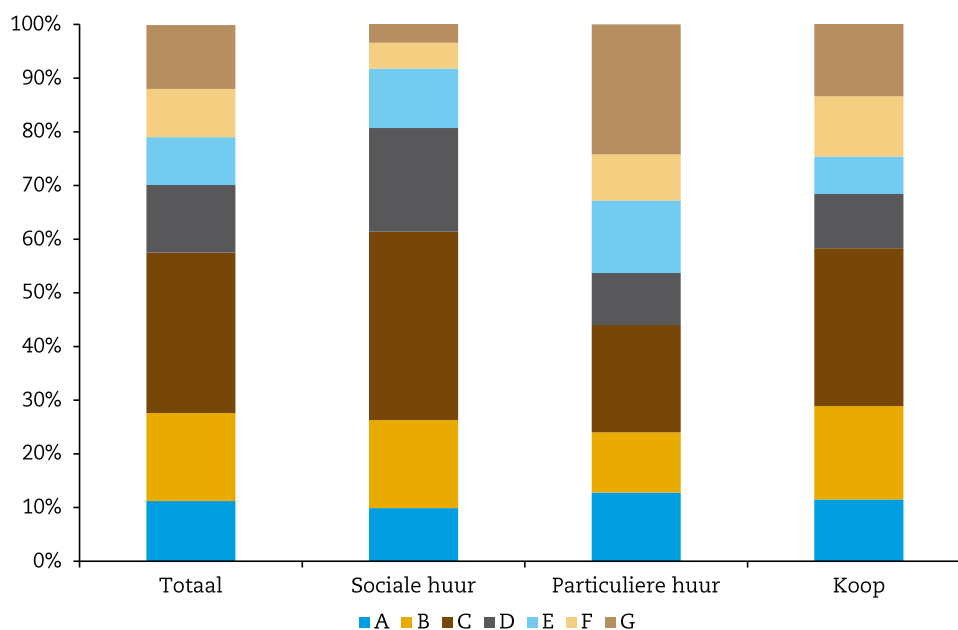


Bron: WoON 2018

Sociale huur- en koopwoningen vaak label C, label G veelvoorkomend bij particuliere huur

Figuur 2.5 geeft de verdeling van de woningvoorraad naar energielabel weer voor elk deelsegment. In de sociale huursector en in de koopsector heeft energielabel C het grootste aandeel (respectievelijk 35% en 29%), maar ook in de particuliere huursector is het aandeel label C-woningen met een vijfde relatief groot. Binnen de particuliere huursector komen label G-woningen met een aandeel van een kwart het vaakst voor. De sociale huursector bestaat voor ongeveer 60% uit goede labels (A-C), wat kan worden verklaard door maatschappelijke doelstellingen (gemiddeld label B in 2021) omtrent verduurzaming waar woningcorporaties mee te maken hebben. Binnen de sociale huursector zijn er weinig woningen met energielabel F of G (samen 9%).

Figuur 2.5 Verdeling van de woningvoorraad naar energielabel, per deelsegment

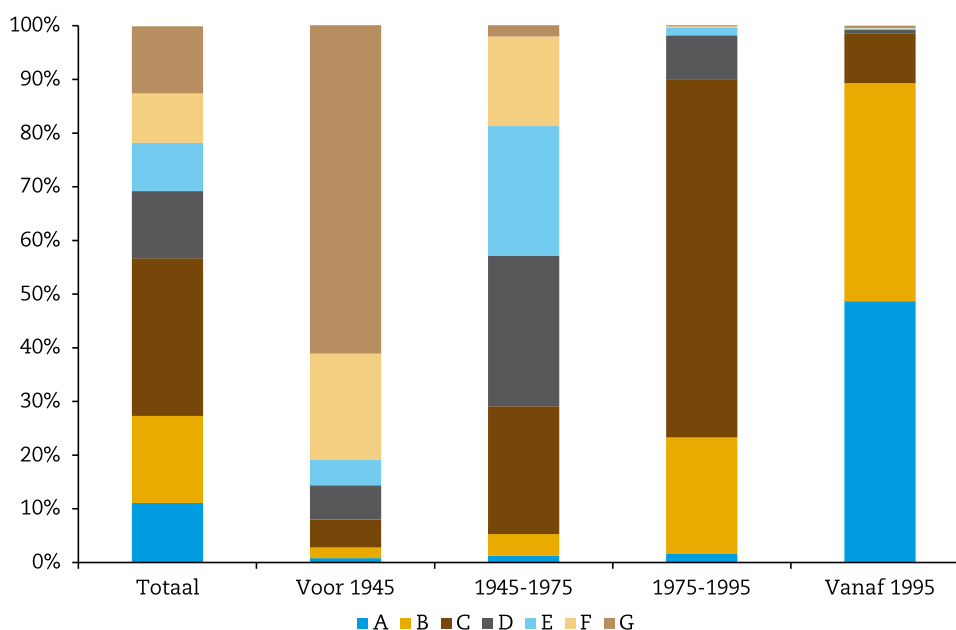


Bron: WoON 2018

Label G voornamelijk bij vooroorlogse woningen, label A vrijwel alleen bij nieuwste woningen

In figuur 2.6 wordt de verdeling van de woningvoorraad naar energielabel weergegeven voor elke bouwjaarklasse. Uit de figuur kan worden opgemaakt dat het merendeel van de oudste woningen energielabel G heeft (61%). Daarnaast komen de betere energielabels bij woningen gebouwd voor 1945 relatief weinig voor. Voor woningen gebouwd tussen 1945 en 1975 geldt dat energielabel C, D en E ongeveer even vaak voorkomen (elk tussen 24% en 28%). Van de woningen gebouwd tussen 1975 en 1995 heeft twee derde energielabel C, maar daarnaast komt energielabel B met 22% ook redelijk vaak voor. Van de nieuwste woningen heeft ongeveer de helft energielabel A en daarnaast nog 41% energielabel B. Sinds medio 2018 moeten alle nieuwbouwwoningen aardgasvrij worden opgeleverd en alle nieuwbouw moet sinds 2021 aan de eisen voor Bijna Energieneutrale Gebouwen (BENG) voldoen.

Figuur 2.6 Verdeling van de woningvoorraad naar energielabel, per bouwjaarklasse



Bron: WoON 2018

2.1.6 Gemiddeld energiegebruik

Gasgebruik in sociale huursector lager dan bij andere segmenten

In tabel 2.2 is het gemiddelde gasgebruik weergegeven. Vrijstaande particuliere huurwoningen gebouwd tussen 1945 en 1975 gebruiken het meeste gas (bijna 3.700 m³ per jaar). Sociale huurappartementen gebouwd na 1995 gebruiken het minste gas (ongeveer 650 m³ per jaar). In de regel geldt dat de grootste woningen het meeste gas gebruiken en de kleinste woningen het laagste gasgebruik kennen. Sociale huurwoningen hebben mede als gevolg hiervan een lager gasgebruik dan de andere deelsegmenten. Een mogelijke andere reden voor een lager gasgebruik zijn eisen omtrent verduurzaming waaraan corporaties moeten voldoen. Een vergelijking tussen de bouwjaarklassen resulteert in de conclusie dat de oudste woningen de grootste gasgebruikers zijn en de jongste woningen het minste gas gebruiken, wat logischerwijs kan worden verklaard doordat oudere woningen vaak slechter geïsoleerd zijn en de nieuwste woningen over het algemeen juist goed geïsoleerd zijn.

Tabel 2.2 Gemiddeld gasgebruik (m³/jaar)

Woningtype	Segment	Voor 1945	1945-1975	1975-1995	Na 1995
Vrijstaand	Sociale huur	1.075	*	1.556	*
	Part. huur	2.133	*	2.523	1.122
	Koop	2.342	2.420	2.036	1.861
Hoek/2 [^] 1-kap	Sociale huur	1.577	1.456	1.223	1.093
	Part. huur	2.113	1.850	1.269	1.220
	Koop	1.928	1.754	1.540	1.299
Tussenwoning	Sociale huur	1.020	1.110	1.079	787
	Part. huur	1.395	1.190	1.241	1.018
	Koop	1.517	1.316	1.187	1.019
Meergezinswoning	Sociale huur	784	1.017	831	664
	Part. huur	1.156	1.063	1.031	771
	Koop	1.125	1.044	965	791

*Geen representatieve data beschikbaar

Bron: TNO

De nieuwste woningen gebruiken de meeste elektriciteit

Tabel 2.3 geeft het gemiddelde elektriciteitsgebruik weer. Vrijstaande koopwoningen gebouwd na 1945 gebruiken gemiddeld de meeste elektriciteit (ongeveer 4.600 kWh per jaar). Sociale huurappartementen gebouwd voor 1945 gebruiken de minste elektriciteit, namelijk ongeveer 1.900 kWh per jaar. Net als bij het gasgebruik is het elektragebruik over het algemeen het hoogst bij vrijstaande woningen en het laagst bij meergezinswoningen.

Tabel 2.3 Gemiddeld elektragebruik (kWh/jaar)

Woningtype	Segment	Voor 1945	1945-1975	1975-1995	Na 1995
Vrijstaand	Sociale huur	2.152	2.870	3.434	3.099
	Part. huur	3.296	3.461	3.919	3.626
	Koop	3.847	3.909	4.117	4.606
Hoek/2 [^] 1-kap	Sociale huur	2.303	2.471	2.518	2.826
	Part. huur	2.937	2.771	3.099	2.950
	Koop	3.545	3.333	3.577	3.816
Tussenwoning	Sociale huur	2.196	2.408	2.472	2.761
	Part. huur	2.270	2.565	2.810	2.852
	Koop	3.084	3.090	3.347	3.436
Meergezinswoning	Sociale huur	1.900	1.901	1.880	1.994
	Part. huur	2.026	2.113	1.983	2.018
	Koop	2.332	2.302	2.211	2.515

*Geen representatieve data beschikbaar

Bron: TNO

Van alle deelsegmenten hebben koopwoningen het hoogste elektragebruik en sociale huurwoningen het laagste (op enkele uitzonderingen na). Wanneer bouwjaarklassen met elkaar worden vergeleken, ontstaat een ander beeld dan bij het gasgebruik. De jongste woningen verbruiken over het algemeen namelijk de meeste elektriciteit en de oudste woningen gebruiken het minste. Belangrijke verklaring hiervoor is dat er in nieuwe woningen in regel meer elektrische apparaten aanwezig zijn dan in oudere woningen. Een belangrijk voorbeeld hiervan is mechanische ventilatie.

Grootste deel energieverbruik bij koopwoningen

Tweede derde (290 PJ) van het energieverbruik in woningen vindt plaats in koopwoningen. Belangrijkste reden hiervoor is het grote aandeel van koopwoningen in de woningvoorraad (60%). Daarnaast zijn koopwoningen gemiddeld groter dan sociale en particuliere huurwoningen en verbruiken daarom meer energie per woning. Dit verklaart ook waarom het aandeel in de totale energieverbruik groter is dan het aandeel in de totale woningvoorraad. Hiermee ligt de grootste potentie voor energiebesparing in de koopsector.

Potentie energiebesparingen huurwoningen kleiner door beperkt aandeel in voorraad

Sociale en particuliere huurwoningen kennen een kleiner aandeel in de woningvoorraad en daarmee logischerwijs een lager aandeel in het energieverbruik. Voor sociale huurwoningen geldt in aanvulling dat deze gemiddeld een betere energetische kwaliteit kennen dan koopwoningen en particuliere huurwoningen (figuur 2.5). Dit verklaart waarom het aandeel in de woningvoorraad hoger ligt dan het aandeel in het totale energieverbruik. Ondanks dat particuliere huurwoningen gemiddeld het slechtst geïsoleerd zijn, is het aandeel in de voorraad gelijk aan het aandeel in energieverbruik. Dit komt omdat particuliere huurwoningen in de regel minder groot zijn en daarom minder energie per woning verbruiken ondanks dat ze gemiddeld energetisch slechter zijn.

Tabel 2.4 Aandeel in energieverbruik en de woningvoorraad naar segment, 2018

	Energieverbruik (PJ)	Aandeel in energieverbruik	Aandeel in woningvoorraad
Sociale huur	100	23%	28%
Part. huur	50	12%	12%
Koop	290	66%	60%

Bron: TNO, EIB

3 Energiebesparingsmaatregelen

Er zijn drie manieren om energie te besparen: door middel van isolatie, door het installeren van een hybride warmtepomp en door volledig van het aardgas af te gaan. De meest voorkomende manieren om woningen aardgasvrij te maken, zijn een warmtenet en een volledig elektrische warmtepomp. Tot slot kan door middel van zonnepanelen het elektragebruik worden verduurzaamd. De technieken om energie te besparen of te verduurzamen worden in dit hoofdstuk beschreven. Tot slot zal per methode een indicatie worden gegeven van de meerkosten en van de energiebesparing.

3.1 Isolatie

3.1.1 Isolatieniveaus

Isolatieniveaus in plaats van energielabels

Een eerste route om het energiegebruik terug te dringen, is isolatie. In het vorige hoofdstuk is het energielabel gebruikt om de energetische staat van de woningvoorraad te beschrijven. Niettemin is dit niet de beste indicator van het energiegebruik. Dit komt onder andere doordat het energielabel ook gebaseerd is op installaties die aanwezig zijn in een gebouw, zoals zonnepanelen, die geen directe invloed hebben op het energiebehoefte.

Een alternatief voor energielabels vormen de standaard en streefwaarden zoals beschreven in de publicatie 'Rapport standaard en streefwaardes bestaande woningbouw' (Nieman, 2019). In dit rapport is onderzoek gedaan naar de netto warmtevraag van woningen bij verschillende isolatieniveaus en zijn standaard en streefwaardes bepaald, zoals afgesproken in het Klimaatakkoord. Een standaard geeft een 'spijtvrij' niveau van de energetische kwaliteit van een gebouw aan, in kWh/m².jaar. De standaard (netto warmtevraag) is berekend aan de hand van de NTA 8800-methodiek. Streefwaarden zijn niveaus voor isolatie (U- of R_c-waarden) van individuele bouwdeelen (dak, vloer, muur, glas, gevel), die voor eigenaren 'verstandig' zijn om na te streven. Naast bouwkundige kenmerken, speelt ook het ventilatiesysteem een rol. Een streefwaarde is dus een kenmerk op bouwdeelniveau. Om de netto warmtevraag te berekenen per isolatieniveau, zijn de rekenwaardes van de verschillende componenten nodig.

In het huidige beleid worden de standaard en streefwaarden gehanteerd. Om deze reden en ook omdat de energielabelsystematiek beperkingen kent, zal in de rest van deze studie worden gerekend met isolatieniveaus uit de studie van Nieman in plaats van energielabels.⁵ De isolatieniveaus worden in onderstaand kader beschreven.

Beschrijving isolatieniveaus

Niveau 0 en niveau 1: huidig niveau en oorspronkelijk niveau

Niveau 0 betreft het huidige isolatieniveau, op basis van de woningen in het WoON 2018 onderzoek. In het WoON 2018 onderzoek is de huidige energetische kwaliteit van de woningen bepaald en op basis daarvan de netto warmtevraag. Niveau 1 is het isolatieniveau op het moment van realisatie van de woning.

Niveau 2: gangbare verbetermaatregelen 'ondergrens'

Niveau 2 en 3 betreffen gangbare verbetermaatregelen die binnen de randvoorwaarden van gegeven constructies zijn te realiseren, zoals isolatie van de spouw, de begane grondvloer of het isoleren van het dak tussen gordingen. Aangezien er aanzienlijke verschillen kunnen zijn tussen gangbare maatregelen, wordt hier nog onderscheid gemaakt door maatregelen op ondergrens (niveau 2) en maatregelen op bovengrens (niveau 3). Niveau 2 is vooral te zien bij woningen waarbij vroeg isolatiemaatregelen zijn getroffen die meestal in eigen beheer zijn uitgevoerd. Een voorbeeld is toepassing van

⁵ Omdat data over isolatieniveaus niet beschikbaar is op woningniveau, is in het vorige hoofdstuk gebruik gemaakt van het energielabel om de energetische staat van de woningvoorraad te beschrijven.

dubbel glas. Daarnaast kan worden gedacht aan standaard isolatie met een beperkte dikte of kwaliteit of verouderde spouwmuurisolatie van slechte kwaliteit. Aangezien deze maatregelen vaak in eigen beheer, dus niet professioneel, zijn uitgevoerd, wordt er rekening mee gehouden dat de kaders van de bestaande constructies niet optimaal worden benut. Daarom wordt bij dit niveau bijvoorbeeld niet gerekend met een maximale isolatiedikte.

Niveau 3: gangbare verbetermaatregelen 'bovengrens'

Niveau 3 betreft gangbare verbetermaatregelen, zoals beschreven bij niveau 2, maar dan complexmatig of professioneel uitgevoerd. Voorbeelden zijn hoogwaardige isolatie met de maximale dikte of een volledig gevulde spouw. In tegenstelling tot niveau 2, wordt er bij niveau 3 rekening mee gehouden dat de kaders van de bestaande constructies optimaal worden benut. De verbetermaatregelen zijn van een hoog niveau en dat niveau kan ook aangetoond worden.

Niveau 4: (technisch) relatief vergaande verbetermaatregelen

Niveau 4 betreft relatief vergaande verbetermaatregelen die zijn gericht op een (technisch) spijtvrije ingreep per bouwdeel. Met spijtvrij wordt bedoeld dat er voor dat bouwdeel in de toekomst niet nogmaals maatregelen nodig zijn om goed voorbereid te zijn op de energietransitie. Deze maatregelen hebben vergaande consequenties voor de woning en betekenen vaak een vernieuwing van bouwdeelen, bijvoorbeeld een nieuw dak of een nieuwe gevel. Dergelijke maatregelen betreffen een of meerdere bouwdeelen.

3.1.2 Kosten en besparingen

Groot verschil in meerkosten isolatie tussen woningtypen en bouwjaarklassen

In tabel 3.1 worden de gemiddelde meerkosten van elk isolatieniveau weergegeven, ten opzichte van de huidige situatie. Ongeacht het niveau geldt dat de meerkosten het hoogst zijn bij vrijstaande woningen en het laagst bij meergezinswoningen. Dit heeft voornamelijk te maken met de grootte van de woning. Daarnaast is er een groot procentueel verschil in meerkosten tussen meergezinswoningen en vrijstaande woningen wanneer deze woningen worden geïsoleerd. Zo zijn de meerkosten van isolatie naar niveau 3 voor een vrijstaande woning bijna drie keer zo hoog als de kosten voor een meergezinswoning.

Tabel 3.1 Gemiddelde meerkosten isolatie ten opzichte van de huidige situatie (niveau 0), per woningtype en bouwjaarklasse

	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Woningtype			
Vrijstaand	€ 7.900	€ 13.300	€ 45.000
Hoek/2 ¹ -kap	€ 6.300	€ 9.400	€ 32.600
Tussenwoning	€ 5.500	€ 8.300	€ 23.900
Meergezinswoning	€ 3.500	€ 4.500	€ 19.300
Bouwjaarklasse			
Voor 1945	€ 7.700	€ 10.000	€ 29.500
1945-1975	€ 8.700	€ 11.800	€ 35.600
1975-1995	€ 4.700	€ 10.800	€ 36.500
Na 1995	€ 1.700	€ 1.800	€ 16.000

Bron: TNO, bewerking EIB

Wanneer wordt gekeken naar bouwjaarklassen, is te zien dat er nauwelijks verschil is tussen de meerkosten bij niveau 2 en 3 voor de jongste woningen. Dit komt doordat deze woningen over het algemeen al vrij goed geïsoleerd zijn. Bij niveau 4 liggen de meerkosten van de verschillende bouwjaarklassen redelijk dicht bij elkaar, met uitzondering van de nieuwste woningen. Ook bij niveau

2 en 3 geldt dat het isoleren van een woning iets duurder is voor woningen gebouwd tussen 1945 en 1975 dan voor woningen gebouwd voor 1945.

Besparing op gas bij isolatie sterk afhankelijk van bouwjaarklasse

Tabel 3.2 geeft de gemiddelde gasbesparing ten opzichte van de huidige situatie weer voor elk isolatieniveau. Wanneer een woning de stap maakt naar niveau 2 wordt bij alle woningtypen een gasbesparing van ongeveer een kwart behaald. Bij niveau 3 en niveau 4 lopen de besparingen iets meer uiteen. Zo wordt bij een meergezinswoning in beide gevallen het minst op gas bespaard: isolatie naar niveau 3 levert bij een meergezinswoning gemiddeld een derde aan gasbesparing op, bij de overige woningtypen is dit ongeveer 40%. Bij niveau 4 kan bij een eengezinswoning ongeveer driekwart tot 80% aan gasbesparing worden gerealiseerd, terwijl de gasbesparing bij een meergezinswoning gemiddeld twee derde bedraagt.

Tussen bouwjaarclassen is per isolatieniveau een groter verschil in gasbesparing aanwezig. Vooral bij woningen gebouwd na 1995 is de besparing relatief laag, wat te maken heeft met het feit dat deze woningen al redelijk goed geïsoleerd zijn. Ook bij deze recente woningen kan echter bij het behalen van niveau 4 een substantiële gasbesparing worden behaald. Bij isolatie naar niveau 4 is de besparing op gas bij de drie oudere bouwjaarclassen ongeveer 80%, bij de nieuwste woningen bespaart men gemiddeld de helft. Bij isolatie naar niveau 3 behalen woningen gebouwd tussen 1945 en 1995 relatief de meeste besparing (ongeveer de helft) en isolatie naar niveau 2 resulteert in de meeste besparing voor woningen gebouwd tussen 1945 en 1975.

Tabel 3.2 Gemiddelde gasbesparing ten opzichte van de huidige situatie (niveau 0), per woningtype en bouwjaarklasse

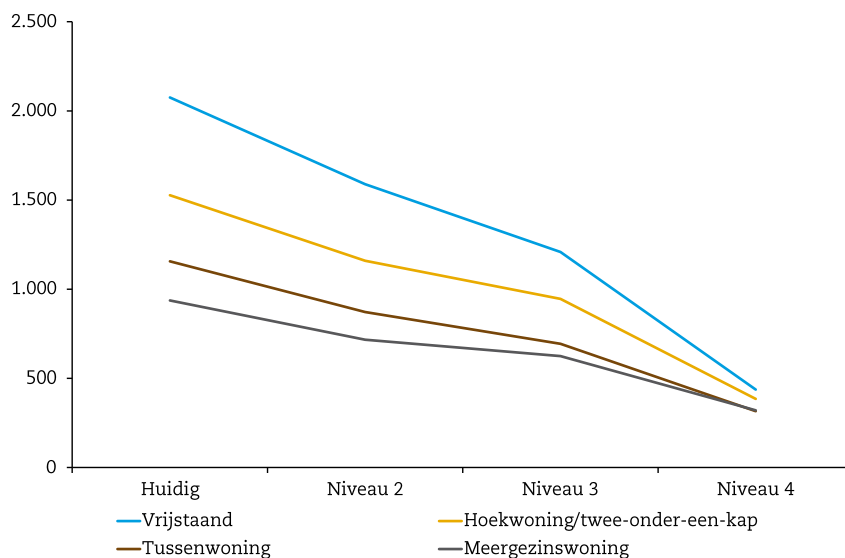
	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Woningtype			
Vrijstaand	23%	42%	79%
Hoek/2 ¹ -kap	24%	38%	75%
Tussenwoning	25%	40%	73%
Meergezinswoning	23%	33%	66%
Bouwjaarklasse			
Voor 1945	21%	32%	81%
1945-1975	35%	54%	79%
1975-1995	26%	49%	77%
Na 1995	9%	13%	51%

Bron: TNO, bewerking EIB

Isolatie van niveau 2 naar 3 resulteert in relatief weinig besparing op gasgebruik

Figuur 3.1 laat het gemiddelde gasgebruik zien wanneer een woning de stap zou maken naar een hoger isolatieniveau. Uit de grafiek kan worden opgemaakt dat de besparing op het gasgebruik vooral groot is wanneer een woning de stap maakt van niveau 3 naar niveau 4, voornamelijk bij vrijstaande woningen en hoek- en twee-onder-een-kapwoningen. De gemiddelde besparing op het gasgebruik bedraagt 57% wanneer de stap naar niveau 4 wordt gemaakt. Wanneer een woning naar niveau 2 gaat, wordt er bij alle type woningen ongeveer een kwart bespaard op het gasgebruik. De stap van niveau 2 naar niveau 3 resulteert procentueel in de minste gasbesparing, gemiddeld bespaart een woning hiermee namelijk ongeveer een vijfde op het gasgebruik. Tot slot convergeert het gasgebruik tussen de verschillende woningtypen sterk wanneer de stap naar isolatieniveau 4 wordt gemaakt, terwijl dit in veel mindere mate het geval is bij de stap naar niveau 2 of naar niveau 3.

Figuur 3.1 Gemiddeld gasgebruik (m³/jaar) naar isolatieniveau, per woningtype



Bron: TNO, bewerking EIB

Elektriciteitsgebruik neemt toe, met name bij niveau 4

Waar het gasgebruik daalt wanneer één van de isolatieniveaus wordt behaald, neemt het elektragebruik in bijna alle gevallen juist toe ten opzichte van de huidige situatie (tabel 3.3). Uit de tabel blijkt daarnaast dat het elektragebruik nauwelijks verschilt tussen niveau 2 en 3. Daarentegen stijgt het elektragebruik in de meeste gevallen juist fors wanneer isolatieniveau 4 wordt behaald. Vooral bij de twee oudste bouwjaarklassen neemt het elektragebruik sterk toe (ongeveer met 15%). Voor bijna alle woningtypen stijgt het elektragebruik met gemiddeld 3% tot 12% wanneer de stap naar niveau 4 wordt gemaakt. De (sterke) toename van het elektriciteitsgebruik bij het behalen van isolatieniveau 2, 3 of 4 heeft te maken met het verbeteren van het ventilatiesysteem. Zo is voor het behalen van niveau 4 in alle gevallen ventilatiesysteem D3 vereist. Dit is balansventilatie (mechanische toe- en afvoer) met warmteterugwinning (WTW) en CO₂-sturing. Voor niveau 2 en 3 is daarentegen geen balansventilatie, maar mechanische ventilatie vereist (natuurlijke toevoer, mechanische afvoer), eventueel met CO₂-sturing. Dat het elektragebruik nauwelijks verschilt tussen niveau 2 en 3 heeft dan ook te maken met het feit dat er tussen deze niveaus geen verschil aanwezig is in de ventilatiesystemen.

Tabel 3.3 Gemiddelde toename in elektragebruik ten opzichte van de huidige situatie (niveau 0), per woningtype en bouwjaarklasse

	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Woningtype			
Vrijstaand	5%	5%	12%
Hoek/2 ¹ -kap	4%	4%	11%
Tussenwoning	4%	4%	10%
Meergezinswoning	3%	3%	8%
Bouwjaarklasse			
Voor 1945	7%	7%	15%
1945-1975	8%	8%	16%
1975-1995	2%	2%	9%
Na 1995	0%	0%	4%

Bron: TNO, bewerking EIB

3.2 Hybride warmtepompen

Gasgebruik daalt gemiddeld met 50%, elektriciteitsgebruik neemt toe

Een hybride warmtepomp is een tweede manier om het energiegebruik te verminderen. Een hybride warmtepomp werkt op stroom en werkt samen met de CV-ketel. De warmte in huis wordt voor het grootste deel van het jaar verzorgd door de hybride warmtepomp. De CV-ketel springt alleen bij wanneer het te koud is en zorgt daarnaast voor warm tapwater. Omdat een hybride warmtepomp op elektriciteit werkt, kan hiermee op gas worden bespaard. Bij een gemiddelde woning kan het gasgebruik door middel van een hybride warmtepomp worden gehalveerd. Aangezien hybride warmtepompen op elektriciteit werken, neemt het elektriciteitsgebruik in de woning toe.

Tabel 3.4 geeft de gemiddelde energiebesparing weer bij het installeren van een hybride warmtepomp. De gemiddelde besparing op het gasgebruik ligt tussen 40% en 60%, terwijl het elektragebruik juist toeneemt met gemiddeld 1.100 kWh per jaar.

Tabel 3.4 Gemiddelde besparing hybride warmtepompen, per bouwjaarklasse

Bouwjaarklasse	Afname gasgebruik	Toename elektriciteitsgebruik (kWh/jaar)
Voor 1945	40%	1.250
1945-1975	45%	1.150
1975-1995	50%	950
Na 1995	60%	900

Bron: EIB

3.3 Aardgasvrij

Gebouwen aardgasvrij maken kan op verschillende manieren: door middel van aansluiting op een warmtenet, door het installeren van een elektrische warmtepomp en door middel van groen gas. Een warmtenet (stadsverwarming of blokverwarming) is een collectieve manier om van het aardgas af te

gaan. Het is een netwerk van leidingen onder de grond waar warm water doorheen stroomt. Met dit warme water worden gebouwen verwarmd. De warmte waarmee het water wordt verwarmd, komt voort uit bronnen zoals restwarmte, biomassa, geothermie of oppervlakte- of afvalwater. Bij all-electric oplossingen wordt een volledig elektrische warmtepomp geïnstalleerd. Bij groen gas wordt het gebruikte gas duurzaam opgewekt.

In termen van kosten bestaat er geen verschil tussen een warmtenet of all-electric oplossing. Uit de studie 'Proeftuinen aardgasvrije wijken' is op basis van kosteninformatie uit de praktijk gebleken dat beide oplossingen gemiddeld een investering van ongeveer € 40.000 per woning (incl. evt. isolatie) vereisen⁶. Op het gebied van energie- en CO₂-besparing bestaan wel verschillen tussen de twee oplossingen. Voor zowel een warmtenet als een warmtepomp-oplossing geldt dat de warmtevraag op woningniveau niet wordt verminderd, dit hangt immers samen met isolatie. Een warmtepomp gebruikt de energie wel efficiënter dan een warmtenet (afleverset), waardoor de energiebesparing in het geval van een warmtepomp hoger is dan de energiebesparing bij een warmtenet. Uitgaande van volledig duurzaam opgewekte elektriciteit in 2050 zorgt een warmtepompoplossing voor volledige reductie van CO₂. De CO₂-besparing bij een warmtenet is geheel afhankelijk van de warmtebron voor het net. Wanneer dit een duurzame bron is, is de reductie gelijk aan die van een warmtepomp. Ook het gebruik van groen gas zorgt er niet voor dat het energiegebruik wordt teruggedrongen.

Gezien de beperkte verschillen in kosten en energiegebruik tussen warmtenetten, all-electric oplossingen en groen gas, is er in deze studie voor gekozen om uit te gaan van all-electric oplossingen. Het autonome pad en de verschillende scenario's zijn het meest eenduidig door te rekenen voor deze oplossing, gezien de onzekerheid over de bronnen van warmtenetten in 2050. Als gevolg is de energiebesparing in de verschillende scenario's mogelijk enigszins te hoog ingeschat: in het geval van de toepassing van warmtenetten met een niet-duurzame bron als aardgasvrije oplossing, zal de energiebesparing en CO₂-reductie lager uitvallen dan bij de toepassing van all-electric.

⁶ EIB (2021). 'Proeftuinen aardgasvrije wijken.'

4 Het autonome pad

Het onderzoek heeft tot doel om voor de woningvoorraad inzichtelijk te maken in welke mate we richting de Paris Proof-doelstellingen bewegen en op welke wijzen verschillende energiereducties in het finale energiegebruik bereikt kunnen worden. Om dit in kaart brengen is het nodig een inschatting te maken van de effecten van autonome verduurzamingsmaatregelen in de periode tot 2050.

Voor het in kaart brengen van de autonome ontwikkeling van energiebesparing tot 2050 is een basispad van verduurzamingsinvesteringen opgesteld. Hierbij is uitgegaan van een 'business as usual'-scenario, waarbij rekening wordt gehouden met een aantal factoren. Zo is de doorwerking van ingevoerd en voorgenomen overheidsbeleid ten tijde van het opstellen van deze studie meegenomen. Verduurzamingsmaatregelen die op autonome wijze worden toegepast door particulieren en corporaties zijn ook meegenomen in het autonome pad: maatregelen op woningniveau kennen een samenhang met beleid, maar vinden ook los hiervan plaats. Het autonome pad hangt daarom af van gedragsreacties. Voor hybride warmtepompen en 'aardgasvrij' geldt dat er concrete ambities zijn en dat er goede statistiek beschikbaar is. Voor isolatiemaatregelen is dit niet het geval. De inschattingen van toekomstige isolatiemaatregelen zijn dan ook met een grotere onzekerheid omgeven.

In dit hoofdstuk worden de autonome ontwikkelingen tot 2050 beschreven voor isolatie, hybride warmtepompen en aardgasvrij en zal worden toegelicht welke factoren en aannames hierbij een rol hebben gespeeld. In paragraaf 4.5 zal inzicht worden gegeven in welke besparingen dit oplevert tot en met 2050. Allereerst zullen de ontwikkelingen in de bestaande woningvoorraad tot 2050 worden besproken.

4.1 Ontwikkeling woningvoorraad

Vervanging oude woningen zorgt voor energiebesparing

Een belangrijk deel van de energiebesparing in de woningvoorraad wordt veroorzaakt door vervangende nieuwbouw. Het grootste deel van de woningen dat wordt gesloopt en vervangen, zijn woningen van slechte energetische kwaliteit. Deze woningen worden vervangen door nieuwe, aardgasvrije woningen die voldoen aan de huidige EPC/BENG-normen. Deze woningen gebruiken een stuk minder energie dan de woningen die zij vervangen en zorgen daarmee voor energiebesparing. Het is dan ook belangrijk om in kaart te brengen hoeveel woningen zullen worden vervangen in de voorraad in de periode tot 2050.

De ontwikkeling van de woningvoorraad is in kaart gebracht op basis van de studie *Investeren in Nederland* (EIB, 2015). In deze studie wordt gekeken naar de ontwikkeling van de vraag, de nieuwbouw, sloop en overige onttrekkingen⁷ in de verschillende segmenten enerzijds (sociale huur, particuliere huur en koop) en een- en meergezinswoningen anderzijds. De sloop en overige onttrekkingen van woningen is berekend aan de hand van onttrekkingsquotes afgestemd op het bouwjaar, eigenaar en type woning. De quotes zijn geactualiseerd aan de hand van de meest recente onttrekkingscijfers van het CBS. De gehanteerde onttrekkingsquotes zijn weergegeven in tabel 4.1.

⁷ Naast sloop worden er ook woningen onttrokken aan de voorraad door functieverandering en samenvoeging.

Tabel 4.1 Ontwikkeling onttrekkingquoties naar eigenaar, woningtype en bouwjaar, 2020-2050

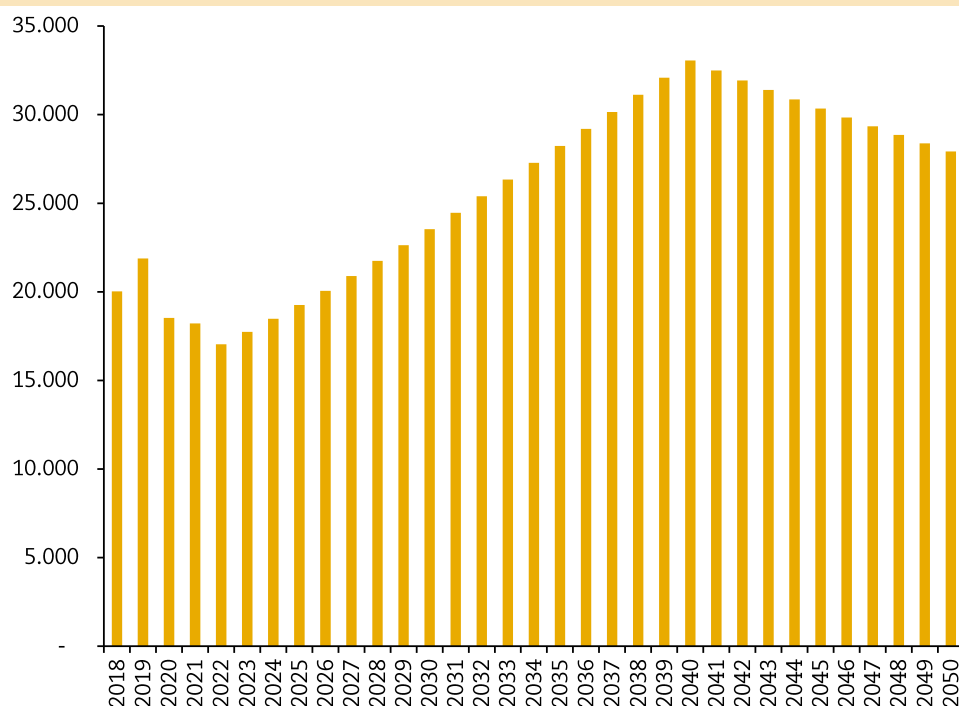
Eigenaar	Woningtype	Bouwjaar	2020	2030	2040	2050
Koop en part. huur	Eengezins	< 1945	0,14%	0,14%	0,14%	0,14%
		1945-1975	0,17%	0,17%	0,16%	0,16%
		1975-1995	0,03%	0,08%	0,18%	0,18%
		>1995	0,01%	0,01%	0,02%	0,02%
	Meergezins	< 1945	0,14%	0,14%	0,14%	0,14%
		1945-1975	0,17%	0,17%	0,16%	0,16%
		1975-1995	0,03%	0,08%	0,18%	0,18%
		>1995	0,01%	0,01%	0,02%	0,02%
Sociale huur	Eengezins	< 1945	0,76%	0,71%	0,66%	0,66%
		1945-1975	0,77%	1,43%	2,55%	2,55%
		1975-1995	0,10%	0,32%	0,95%	0,95%
		>1995	0,10%	0,07%	0,03%	0,03%
	Meergezins	< 1945	1,01%	0,98%	0,95%	0,95%
		1945-1975	0,86%	1,63%	2,67%	2,67%
		1975-1995	0,38%	0,94%	1,65%	1,65%
		>1995	0,10%	0,17%	0,24%	0,24%

Bron: EIB

Sterke toename onttrekkingen door verouderde naoorlogse voorraad

In tabel 4.1 is de ontwikkeling van de jaarlijkse onttrekkingen in de voorraad weergegeven. Sociale huurwoningen worden in een aanzienlijk groter tempo onttrokken dan overige segmenten. Dit kan voornamelijk worden verklaard door de maatschappelijke doelstellingen van corporaties waardoor oude woningen van slechte kwaliteit in een hoger tempo worden gesloopt. Voor particuliere woningen, zowel koop als huur, is sloop van de woning niet aantrekkelijk. Deze woningen worden daarom in veel mindere mate onttrokken. Daarnaast valt op dat de sloop sterk toeneemt in de periode tussen 2030 en 2040. Dit heeft voornamelijk te maken met het verouderen van de kwalitatief slechte naoorlogse woningvoorraad. Wanneer de onttrekkingquoties worden toegepast op de voorraad ontstaat het beeld weergegeven in figuur 4.1. Over gehele periode worden ongeveer 850.000 woningen onttrokken uit de woningvoorraad en vervangen door energiezuinigere woningen.

Figuur 4.1 Sloop en overige onttrekkingen 2018-2050, aantal woningen

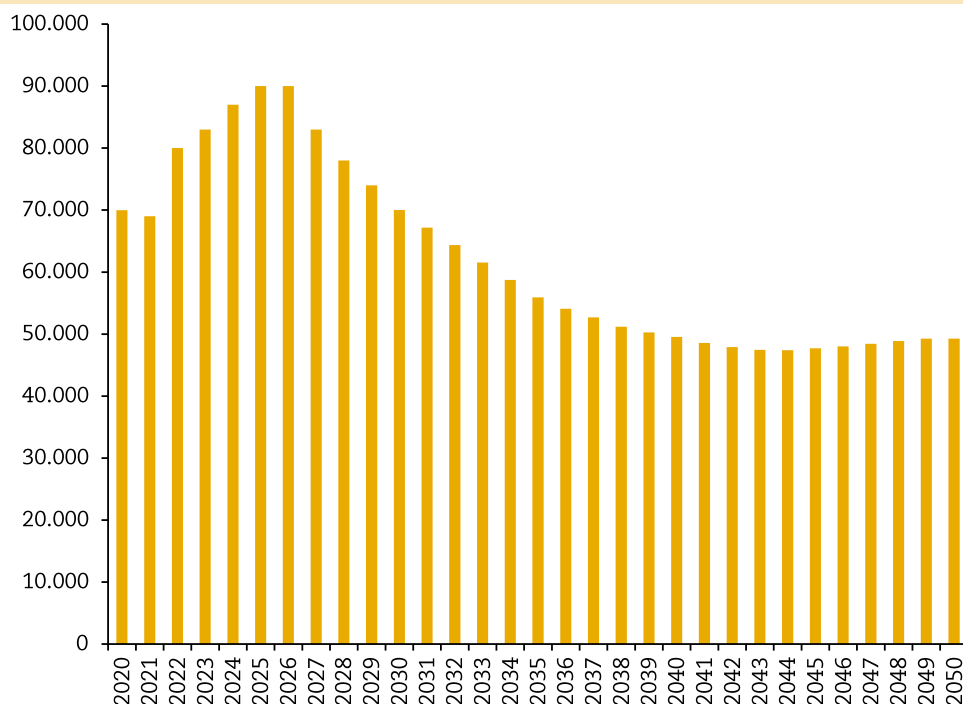


Bron: EIB

Uitbreidingsnieuwbouw leidt tot meer energiegebruik

Naast vervangende nieuwbouw speelt ook uitbreidingsnieuwbouw een rol bij het energiegebruik van de woningvoorraad. Nieuwbouwwoningen zijn door de huidige eisen weliswaar veel energiezuiniger en aardgasvrij, maar gebruiken nog wel energie in de vorm van elektriciteit. Het toevoegen van woningen aan de woningvoorraad zorgt dan ook voor het toenemen van het energiegebruik. Voor de inschatting van de uitbreidingsnieuwbouw tot 2026 is aangesloten bij de studie 'Verwachtingen bouwproductie en werkgelegenheid 2022' (EIB, 2022). Voor de periode na 2026 is voor de inschatting gebruik gemaakt van de huishoudensprognose van het CBS. Huishoudensgroei is de belangrijkste determinant voor de uitbreidingsnieuwbouw. In figuur 4.2 is de nieuwbouw tot en met 2050 weergegeven. De woningbouw zal in de komende jaren (tot 2026) nog sterk toenemen, om in de grote vraag naar woningen te voldoen. Op termijn zal de huishoudensgroei afvlakken en daarmee ook de vraag naar nieuwe woningen. Over de gehele periode zullen ongeveer 2 miljoen nieuwbouwwoningen worden gerealiseerd.

Figuur 4.2 Totale nieuwbouw 2020-2050, aantal woningen

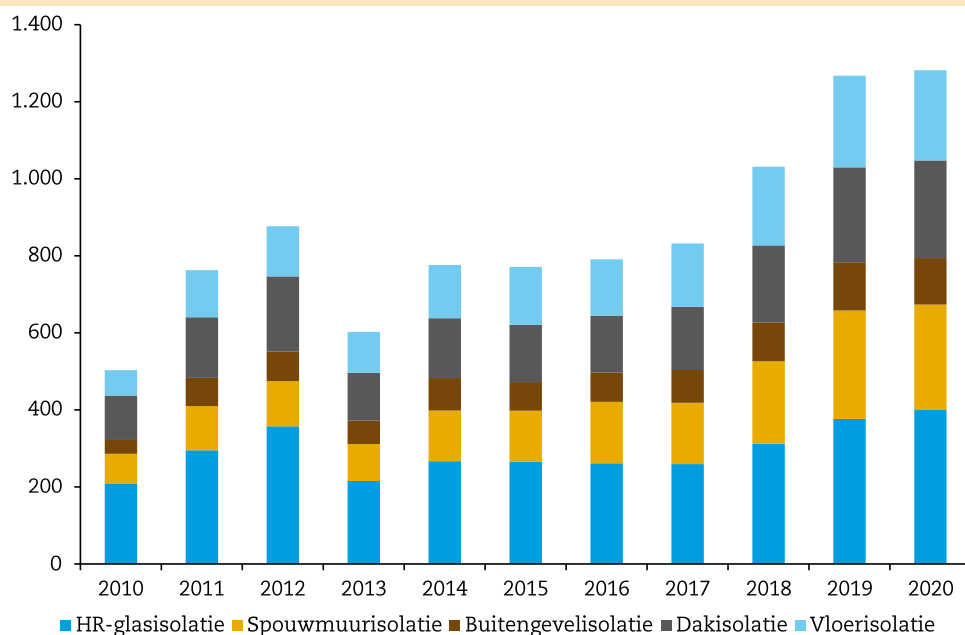


Bron: EIB

4.2 Ontwikkeling isolatiemaatregelen

Voordat er een autonoom pad voor isolatiemaatregelen richting de toekomst kan worden opgesteld, is gekeken naar de recente ontwikkelingen op dit gebied. Er zijn echter weinig data beschikbaar over de feitelijke energiebesparende maatregelen die worden genomen in de woningvoorraad. De energiebespaarmonitor van RVO geeft op basis van enquêtes wel een inschatting van de genomen isolatiemaatregelen (figuur 4.3). Uit de figuur is op te maken dat er een duidelijke intensivering van het aantal maatregelen heeft plaatsgevonden tussen 2010 en 2020 (van 500 duizend maatregelen naar 1,3 miljoen). Een verklarende factor hiervoor kan zijn dat aandacht voor duurzaamheid en het belang van isoleren in deze periode sterk is toegenomen. Ook zijn er in deze periode subsidies geïntroduceerd zoals de Investeringsubsidie Duurzame Energie en Energiebesparing (ISDE) en de Subsidie Energiebesparing Eigen Huis (SEEH) die isoleren aantrekkelijker maken voor huiseigenaren.

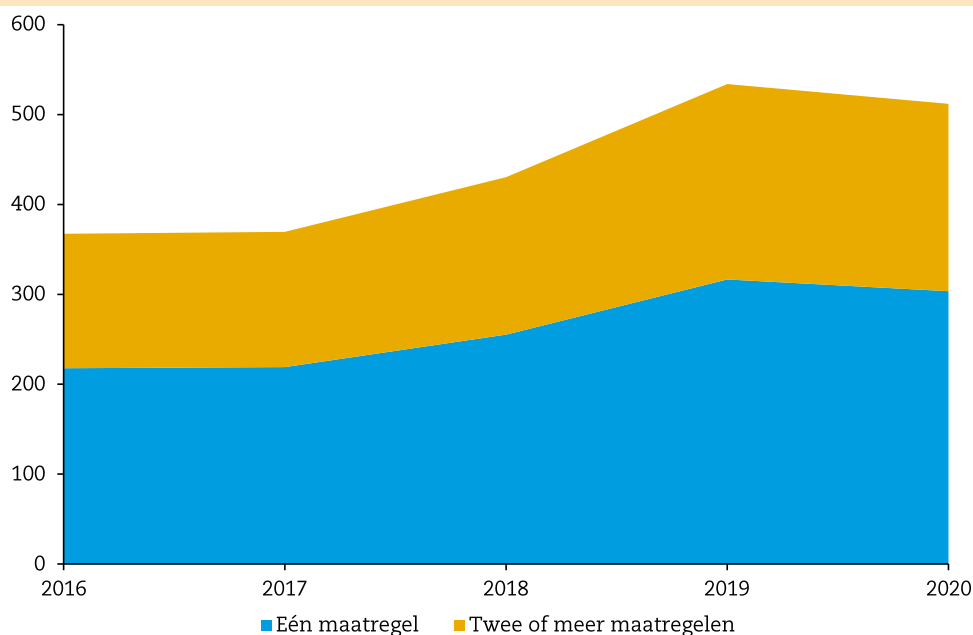
Figuur 4.3 Genomen energiebesparende maatregelen 2010-2020, naar soort maatregel, in duizenden



Bron: RVO

Deze bron heeft twee beperkingen. Ten eerste is niet duidelijk in hoeveel woningen deze maatregelen zijn genomen. Zo kunnen meerdere maatregelen zijn genomen in dezelfde woning. Ten tweede is niet duidelijk welk karakter de maatregel heeft, tot welke besparing deze leidt en of het gaat om vervanging zoals bijvoorbeeld bij HR-glas. Om deze redenen is gekeken naar het aantal woningen waar jaarlijks maatregelen worden genomen, ook gerapporteerd in de energiebespaarmonitor van RVO (figuur 4.4). Er is bekend in hoeveel woningen één maatregel is genomen en in hoeveel woningen twee of meer maatregelen zijn genomen. Op basis van deze informatie kan een inschatting worden gemaakt van het aantal woningen dat isolatiemaatregelen heeft genomen en een globale schatting van de intensiteit hiervan, aansluitend bij de niveaus van de standaard en streefwaarden.

Figuur 4.4 Aantal woningen waarin maatregelen zijn genomen, 2016-2020

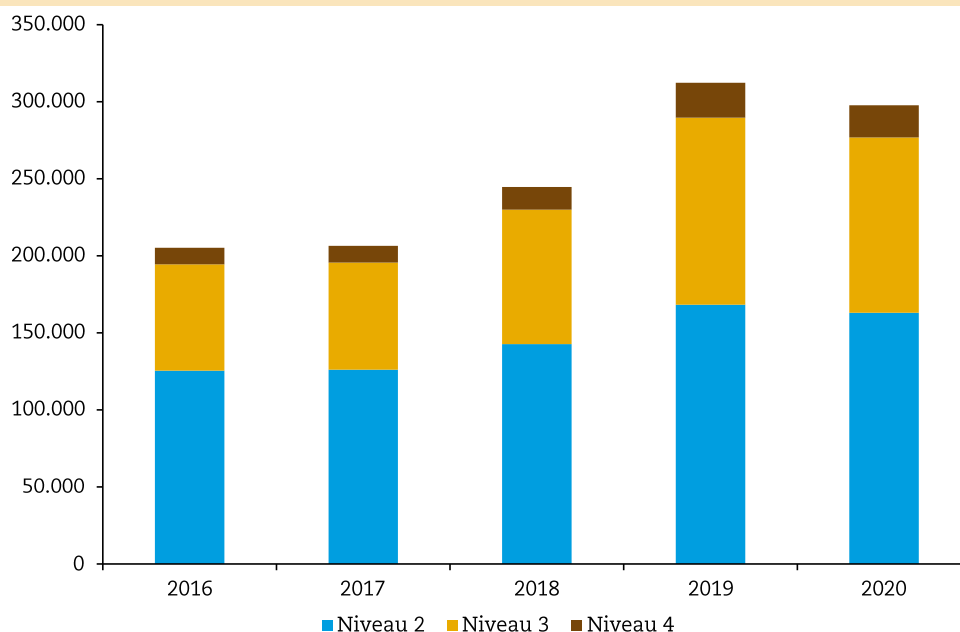


Bron: RVO

Om tot een schatting te komen voor het aantal energetische verbeteringen en naar welk niveau, is een aantal aannames geformuleerd. Voor de woningen waar één maatregel wordt genomen, is aangenomen dat 40% hiermee niveau 2 behaalt en 10% niveau 3. 50% van de woningen maakt geen niveaustap bij één maatregel. Dit heeft enerzijds te maken met het feit dat maatregelen ook kunnen bestaan uit bijvoorbeeld de vervanging van HR-glas bij schade en dus geen energetische verbeteringen behelzen. Anderzijds is het nemen van één maatregel niet voor alle woningen genoeg om een niveaustap te maken. Voor woningen waar volgens de statistiek twee maatregelen zijn genomen is aangenomen dat 20% de stap maakt naar niveau 2, 40% de stap naar niveau 3 en 10% de stap naar niveau 4. De overige 30% maakt geen niveaustap om dezelfde redenen als hierboven beschreven.

Wanneer bovenstaande aannames worden toegepast op de statistiek van de afgelopen jaren, ontstaat het beeld dat is weergegeven in figuur 4.5. Ook hier is de intensivering van de laatste jaren te herkennen. In 2019 en 2020 zijn jaarlijks ongeveer 300.000 niveaustappen gemaakt door het nemen van isolatiemaatregelen in de woningbouw. Het grootste deel van de stappen zijn naar niveau 2 en in iets mindere mate naar niveau 3. De stap naar niveau 4 wordt relatief weinig gemaakt. Dit hangt samen met het intensieve karakter van deze stap en de relatief hoge investering.

Figuur 4.5 Aantal niveaustappen, 2016-2020, naar niveau



Bron: EIB

Toekomstige ontwikkeling afhankelijk van subsidies en penetratiegraad isolatie

Nu er een inschatting is gemaakt van de historische ontwikkeling kan er een inschatting worden gemaakt van de toekomstige ontwikkeling van isolatie. Voor de toekomstige ontwikkelingen zijn twee factoren belangrijk:

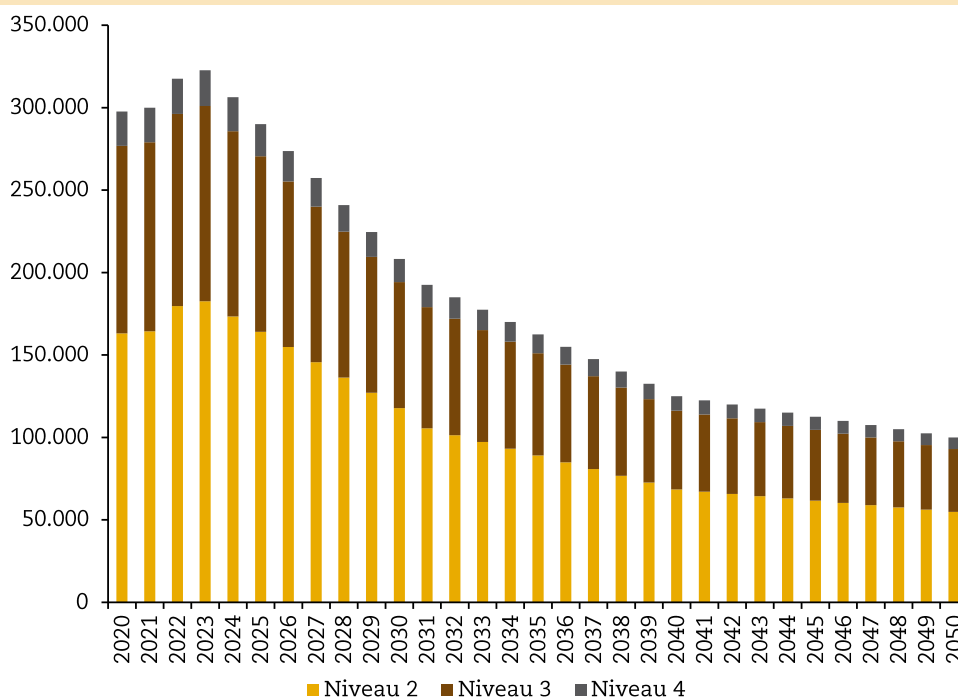
- Beleid en subsidies rondom isolatie
- Penetratiegraad van isolatiemaatregelen

Beleid en beschikbare subsidies voor isoleren spelen een belangrijke rol voor de toekomstige ontwikkeling. In de voorgaande periode zijn er al subsidies beschikbaar gesteld voor woningeigenaren die hun woning isoleren. Dit lijkt ook een verklaring te zijn voor de sterke stijging in de afgelopen jaren. In 2021 heeft het kabinet het Nationaal Isolatie Programma (NIP) geïntroduceerd. Het doel van het Nationaal Isolatieprogramma is om 2,5 miljoen woningen te isoleren in de periode tot en met 2030, met de nadruk op de 1,5 miljoen slecht geïsoleerde woningen (label E, F en G), waarbij één of meerdere stappen worden gezet richting de standaard voor woningisolatie. Het kabinet stelt daarvoor in totaal € 4 miljard ter beschikking tot en met 2030 waarmee onder andere bestaande subsidieregelingen zoals de ISDE en SEEH worden uitgebreid. Zo kunnen particuliere eigenaren nu tot 30% van de totale kosten terugkrijgen. Hierdoor wordt het nemen van isolatiemaatregelen aantrekkelijker. Daarnaast is begin juni 2022 bekend geworden dat er vanaf 2030 geen woningen meer mogen worden verhuurd met energielabel E, F of G. Het is daarom de verwachting dat als gevolg van het NIP en de verplichtstelling van label D of hoger bij huurwoningen, het aantal jaarlijkse niveaustappen in de komende jaren verder zal toenemen. Zowel het NIP als de verplichtstelling van minimaal label D bij verhuur worden meegenomen in de toekomstige ontwikkeling van isolatiemaatregelen.

Een andere belangrijke factor voor de toekomstige ontwikkeling is de penetratiegraad van isolatiemaatregelen. Ondanks de subsidieregelingen zullen voornamelijk de woningeneigenaren voor wie het relatief eenvoudig en rendabel is, isolatiemaatregelen nemen. Wanneer in het grootste deel van deze woningen niveaustappen zijn gemaakt, blijven alleen de woningen over waar het relatief complexer en daardoor kostbaarder is om maatregelen te nemen. Zelfs met de huidige subsidies zal het moeilijk zijn om deze woningeigenaren in beweging te krijgen. Dit geldt bij uitstek voor de complexe en ingrijpende maatregelen naar niveau 4. De verwachting is dan ook dat het aantal jaarlijkse niveaustappen op den duur zal teruglopen en dat stappen naar niveau 4 beperkt blijven. In

figuur 4.6 is een inschatting weergegeven van het aantal niveaustappen in de periode tot en met 2050, opgesteld aan de hand van de hierboven beschreven uitgangspunten en verwachtingen. In de periode 2018-2050 zullen in ongeveer 6,2 miljoen woningen isolatie maatregelen worden genomen.

Figuur 4.6 **Ontwikkeling niveaustappen isolatie 2020-2050, aantal woningen**



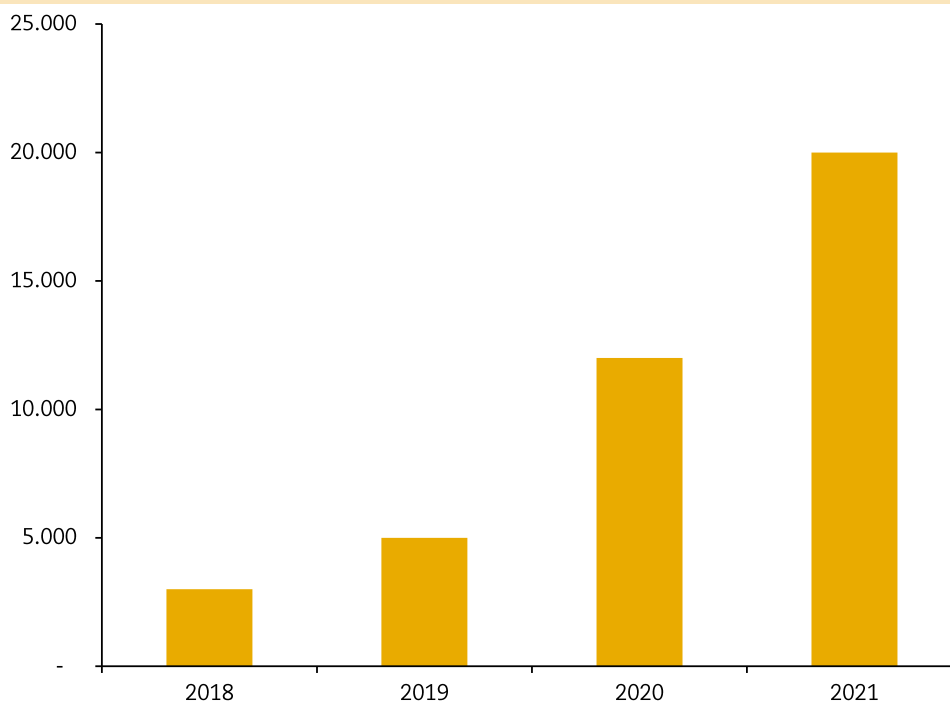
Bron: EIB

Als gevolg van bovenstaande ontwikkeling zal in 2050 in bijna 90% van de koopwoningen en sociale huurwoningen in ieder geval één niveaustap zijn gemaakt. Door de verplichtstelling van minimaal label D zullen alle woningen van de sociale en particuliere huurvoorraad met een slecht energetisch niveau een niveaustap maken. Voor alle eigenaren geldt dat de meeste labelstappen naar niveau 2 of 3 zullen zijn. Stappen naar niveau 4 komen maar in kleine mate voor vanwege de hoge kosten en beperkte terugverdienmogelijkheden. Gezien de penetratiegraad van isolatiemaatregelen in de voorraad lijkt het aangenomen isolatietempo in de periode tot en met 2050 een realistische inschatting. Desondanks wordt deze inschatting omgeven door een betekenisvolle onzekerheid.

4.3 Ontwikkeling hybride warmtepompen

Bij het opstellen van de autonome ontwikkeling van hybride warmtepompen is net zoals bij isolatie gekeken naar de recente historische ontwikkeling. Ook hier is geen eenduidige statistiek die bijhoudt hoeveel hybride warmtepompen er jaarlijks worden geplaatst. Daarom is afgegaan op de jaarlijkse ISDE subsidieaanvragen voor een hybride warmtepomp. Hierbij is er vanuit gegaan dat iedere particulier die de maatregel neemt ook aanspraak maakt op de beschikbare subsidie hiervoor. In figuur 4.7 is een inschatting weergegeven van het aantal hybride warmtepompen op basis van ISDE-aanvragen in de afgelopen jaren.

Figuur 4.7 Aantal geplaatste hybride warmtepompen in bestaande woningen, 2018-2021



Bron: EIB

Vanaf 2026 geen CV-ketel meer bij vervanging

Op basis van deze historische cijfers kan een inschatting worden gemaakt van de groei voor de komende jaren. In mei 2022 heeft het kabinet bekend gemaakt dat vanaf 2026 bij de vervanging van de CV-ketel enkel nog kan worden gekozen voor een hybride warmtepomp of een aardgasvrije oplossing (warmtepomp of warmtenet). Aangezien aardgasvrije oplossingen kostbaarder en ingrijpender zijn en (bij warmtepompen) een minimaal isolatieniveau vereisen, is de verwachting dat vanaf 2026 het grootste deel van de CV-ketels wordt vervangen door een hybride warmtepomp. Woningen waarbij dit geen geschikte oplossing is, zijn de enige uitzondering. De voornaamste reden hiervoor is een gebrek aan ruimte in de woning.

Afgaande op de hierboven beschreven ontwikkeling is er vanuit gegaan dat woningeigenaren vanaf 2026 bij een vervangingsmoment van de CV-ketel over zullen stappen op een hybride warmtepomp. Uitzonderingen zijn de woningen die aardgasvrij worden gemaakt en de woningen die niet geschikt zijn voor een hybride oplossing. Aan de hand van gesprekken met installateurs is aangenomen dat 70% van de woningvoorraad geschikt is voor een hybride oplossing.

Volledige uitfasering van CV-ketels in de geschikte woningvoorraad na 13 jaar

Om een inschatting te maken van de autonome ontwikkeling van hybride warmtepompen, is voor de periode tot 2026 een inschatting gemaakt van het groeitempo aan de hand van de historische ontwikkeling. De verwachting is dat het aantal hybride warmtepompen zal oplopen tot ongeveer 45.000 per jaar in 2025. Tussen 2026 en 2037 zullen alle geschikte woningen naar verwachting overstappen op een hybride warmtepomp wanneer de CV-ketel moet worden vervangen, mits deze nog niet zijn voorzien van een hybride warmtepomp of in deze periode aardgasvrij worden gemaakt. Het aantal hybride warmtepompen dat tussen 2026 en 2037 zal worden geïnstalleerd, wordt geschat op ruim 325.000 per jaar. Rekening houdend met de gemiddelde levensduur van een CV-ketel (15 jaar) en de ontwikkeling van sloop en het aardgasvrij maken van woningen, zal elke geschikte woning binnen 13 jaar zijn voorzien van een hybride oplossing. Door de volledige uitfasering van de CV-ketel zullen er tussen 2038 en 2050 alleen nog hybride warmtepompen worden vervangen die het einde van de levensduur (15 jaar) hebben bereikt. Aangezien dit vervanging van een hybride warmtepomp

betreft en geen vervanging van een CV-ketel, zal hiermee geen additionele energiebesparing worden gerealiseerd.

4.4 Ontwikkeling aardgasvrij

Het aardgasvrij maken van bestaande woningen zorgt voor energiebesparing. De warmtevraag wordt bij aardgasvrij maken volledig opgevangen door elektriciteit door middel van de warmtepomp, door groen gas of een andere warmtebron (warmtenet). Zoals in paragraaf 3.3 uiteen is gezet, gaan we in deze studie uit van all-electric oplossingen bij het aardgasvrij maken van woningen. De energiebesparing wordt gerealiseerd doordat warmtepompen een hoger rendement hebben dan CV-ketels. De energiebesparing bij woningen die overgaan op een warmtenet is moeilijker in te schatten, aangezien dit afhankelijk is van de bron van het warmtenet (hoge of lage temperatuur).

Ontwikkeling aardgasvrije renovaties loopt achter op ambities en afspraken

Het kabinet heeft in het Klimaatakkoord de ambitie vastgelegd om alle bestaande woningen aardgasvrij te maken voor 2050, met 1,5 miljoen woningen in 2030 als tussendoel. Om deze ambitie te bereiken zijn onder andere de proeftuinen aardgasvrije wijken en de Startmotor in het leven geroepen. In de Klimaat en Energieverkenning (KEV) rapporteert PBL jaarlijks over de voortgang van de energietransitie. 6,2 Het beeld van vertraging wordt bevestigd in een recente studie van het EIB waarin de voortgang van 20 proeftuinen⁸ is geanalyseerd. Ook de Startmotor heeft vertraging opgelopen. Volgens de afspraken in het Klimaatakkoord zouden de Startmotor en de bijbehorende Stimuleringsregeling Aardgasvrije Huurwoningen (SAH) moeten leiden tot 100.000 verduurzaamde huurwoningen in 2023. Ook hier signaleert het PBL dat de doelstellingen niet gehaald gaan worden.

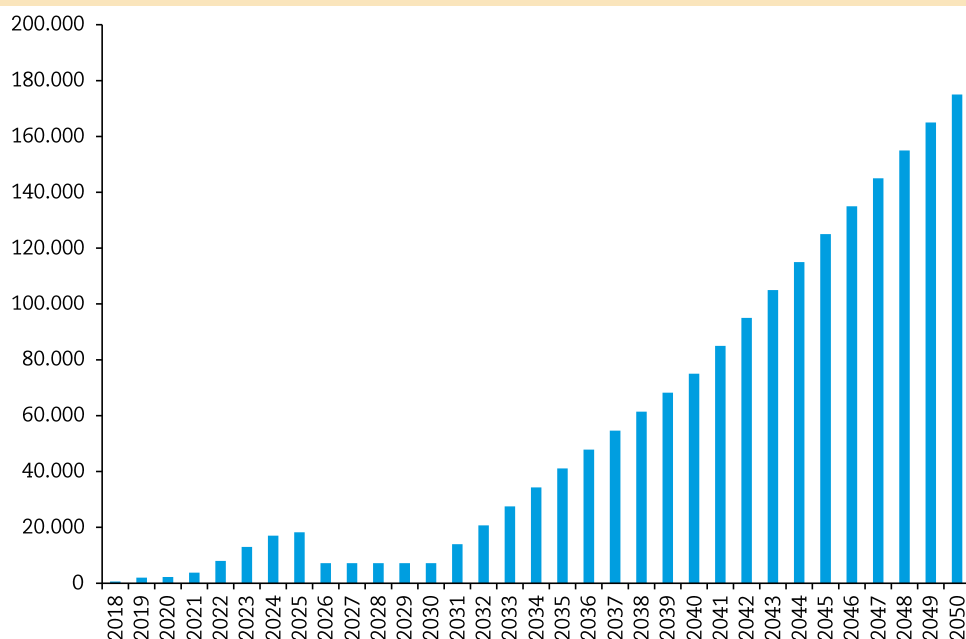
KEV: 100.000 aardgasvrije renovaties tot 2030

Volgens de meest recente KEV zijn er in 2020 in totaal bijna 8.500 bestaande woningen aardgasvrij gemaakt. Gezien de vertragingen van de verschillende programma's en de knelpunten die bestaan voor het aardgasvrij maken van bestaande woningen, raamt het PBL dat er in 2025 ruim 70.000 woningen aardgasvrij zijn gemaakt. Voor 2030 is de verwachting dat de teller op ruim 100.000 aardgasvrije woningen staat. Deze verwachting is aanzienlijk minder dan de ambitie van 1,5 miljoen woningen en de eerdere prognoses van het PBL.

Op basis van de raming uit de meest recente KEV is een schatting gemaakt van het jaarlijkse aantal aardgasvrije renovaties in de bestaande bouw in de periode tot en met 2030. Gezien de ambities en de verschillende lopende beleidsinitiatieven is verondersteld dat na 2030 het tempo sterk toeneemt naar 100.000 renovaties per jaar in 2040 en naar 200.000 per jaar in 2050. In figuur 4.8 is het autonome pad van aardgasvrije renovaties weergegeven. Ondanks deze sterke veronderstelde stijging zullen de ambities van een aardgasvrije woningvoorraad in 2050 naar verwachting niet worden gehaald. In totaal zullen er in het autonome pad 2,2 miljoen woningen aardgasvrij worden gemaakt.

⁸ EIB (2021). 'Proeftuinen aardgasvrije wijken.'

Figuur 4.8 Ontwikkeling autonoom pad renovaties aardgasvrij 2018-2050, aantal woningen



Bron: EIB

4.5 Energiebesparing in het autonome pad

Energiebesparing tegenover CO₂-besparing

Door de ontwikkeling van de woningvoorraad en maatregelen zoals isolatie, hybride warmtepompen en aardgasvrij, wordt op autonome wijze energie bespaard in de gebouwde omgeving. In deze paragraaf wordt in kaart gebracht welke energie- en CO₂-besparing op autonome wijze worden behaald. De verschillende ambitieniveaus die DGBC hanteert, zijn gebaseerd op energiebesparing (30%, 50%, 66% (Paris Proof) en 80% reductie in finaal energiegebruik in 2050). Klimaatdoelen die zijn vastgelegd in het Klimaatakkoord zijn gericht op CO₂-reductie. Om deze reden zijn beide indicatoren opgenomen.

Finaal energiegebruik en gebruikersenergie

Waar in deze studie 'energiegebruik' wordt genoemd, betreft dit finaal energiegebruik. Finaal energiegebruik bestaat uit gebouwgebonden en gebruikersgebonden energiegebruik. Gebouwgebonden energiegebruik is energiegebruik dat voornamelijk samenhangt met de warmtevraag, zoals verwarming en warm tapwater. Gebruikersgebonden energiegebruik is het energiegebruik door apparaten die de bewoners zelf meenemen in het gebouw; denk hierbij aan huishoudelijke apparaten zoals wasmachines, koelkasten en computers. Dit deel van het energiegebruik wordt niet beïnvloed door de energetische staat van de woning maar de door het gedrag en de samenstelling van huishoudens. Door technologische ontwikkelingen worden elektrische apparaten in de tijd zuiniger. Daartegenover staat echter dat er in de tijd ook steeds meer elektrische apparaten worden gebruikt. Om deze reden is het gebruikersgebonden energieverbruik in de tijd constant gehouden.

Zon PV

Zon PV is een belangrijke bron van duurzame energie voor de woningvoorraad, maar de toepassing vermindert het finale energiegebruik niet. De elektriciteits- en warmtevraag wordt immers niet minder door de toepassing van zon PV. De energiebehoefte van de woning blijft gelijk. De opwek door zon PV kan wel worden ingezet om (een deel van) de energiebehoefte

duurzaam in te vullen. Ook kan de opgewekte energie worden ingezet buiten de woning. Gezien deze studie zich richt op besparingen op energiegebruik in de woning en niet op de opwek van energie is zon pv als maatregel niet meegenomen in de analyse. Wel wordt in de scenario's uit gegaan van volledige duurzame opwek van energie in 2050, waar zon pv een belangrijke rol in kan spelen.

Reductie in energiegebruik en CO₂ voornamelijk door energiebesparende maatregelen

Alle in dit hoofdstuk genoemde uitgangspunten en aannames leiden tot de inschatting van de autonome energiebesparing zoals weergegeven in tabel 4.2. Deze energiebesparing komt enerzijds tot stand door de ontwikkeling van de woningvoorraad en anderzijds door de ontwikkeling van de verschillende energiebesparende maatregelen in de voorraad. Door uitbreidingsnieuwbouw zal het energiegebruik toenemen en door vervangende nieuwbouw zal deze afnemen. Per saldo zorgen de vervangende nieuwbouw en de uitbreidingsnieuwbouw tussen 2018 en 2050 voor een reductie van het finaal energiegebruik van 23 PJ en een CO₂-reductie van 8,1 Mton.

De isolatiemaatregelen die naar verwachting zullen worden genomen, vinden plaats in 6,2 miljoen woningen en zorgen voor een besparing van 120 PJ en een reductie van 13,1 Mton CO₂, waarbij rekening is gehouden met de ontwikkelingen in de voorraad. De vervanging van CV-ketels door hybride warmtepompen zorgt daarnaast voor een besparing van 105 PJ in het finaal energiegebruik en een CO₂-reductie van 13,3 Mton. Tot slot zorgt het aardgasvrij maken van woningen in de periode tot en met 2050 voor een reductie van 102 PJ in het energiegebruik. Hiermee kan een CO₂-reductie van 13,6 Mton worden behaald.

Tabel 4.2 Autonome energiebesparing 2018-2050

	Energiebesparing (PJ)	CO ₂ -Besparing (Mton)
Ontwikkeling woningvoorraad	23	8,1
-Uitbreiding	-18	-1,4
-Vervanging	41	9,5
Maatregelen		
-Isolatie	120	13,1
-Hybride warmtepompen	105	13,3
-Aardgasvrije renovaties	102	13,6
Totaal	207	19,3

Bron: EIB

Totale energiebesparing autonoom pad bedraagt 207 PJ

In 2018 bedraagt het totale energieverbruik in de woningvoorraad 440 PJ⁹. Alle aangenomen ontwikkelingen in het autonome pad zorgen gezamenlijk voor een energiebesparing van bijna 210 PJ tussen 2018 en 2050. De totale energiebesparing is geen optelling van de besparing van de individuele maatregelen. Dit komt doordat de maatregelen elkaars besparingspotentieel verminderen en er uitverdieneffecten optreden. Wanneer een woning eerst wordt geïsoleerd en vervolgens aardgasvrij wordt gemaakt is de besparing door 'aardgasvrij' lager dan wanneer de woning niet geïsoleerd zou zijn. Hetzelfde geldt voor een woning met een hybride warmtepomp die aardgasvrij wordt gemaakt.

Energiebesparing leidt tot CO₂-reductie van 19,3 Mton in 2050

Het is aannemelijk dat de opwekking van elektriciteit duurzamer wordt in de periode tot en met 2050. Opwekking met fossiele brandstoffen zal worden uitgefaseerd en worden overgenomen door duurzame alternatieven, waaronder zonne- en windenergie. In het autonome pad is aangenomen dat de CO₂-emissiefactor in de periode geleidelijk zal dalen en dat deze in 2050 nul bedraagt. De energiebesparende maatregelen in het autonome pad in combinatie met de daling van de emissiefactor zorgt in de periode tot 2050 voor een CO₂-reductie van 19,3 Mton.

Technologische ontwikkeling

Technologische ontwikkeling speelt een rol bij de verduurzamingsopgave en kan tot meer energiebesparing leiden. In deze studie is ervan uitgegaan dat (hybride) warmtepompen in de periode tot en met 2050 efficiënter worden. In de berekeningen is hierbij aangenomen dat de warmtepompen in 2050 15% efficiënter zijn dan nu¹⁰. Daarnaast is het waarschijnlijk dat er verbeteringen zullen plaatsvinden op het gebied van geluid en comfort.

In de berekeningen van het volgende hoofdstuk zijn de prijzen reëel constant gehouden. Het is niet ondenkbaar dat installaties duurder worden vanwege innovatie zoals de eerder beschreven toename in efficiëntie van warmtepompen. Daarnaast zullen arbeidskosten stijgen in de tijd. Zo zullen verplichtstellingen zoals die van de hybride warmtepomp vanaf 2026 zorgen voor een sterke toename van de vraag waardoor tarieven zullen stijgen. De investeringen die in deze studie worden getoond, kunnen daarom mogelijk stijgen in de tijd en moeten dan ook behoedzaam worden beschouwd.

Duurzame opwek elektriciteit

Zoals eerder toegelicht is in deze studie aangenomen dat in 2050 elektriciteit volledig duurzaam wordt opgewekt. Naast windmolens en zonneparken zullen ook zonnepanelen op woningen een bijdrage leveren aan deze duurzame energievoorziening. Uitgaande van het autonome pad verbruiken woningen nog ongeveer 230 PJ energie in 2050, waarvan ongeveer 130 PJ in de vorm elektriciteit. Volgens recente inschatting van RHDHV¹¹ kan er in een 'realistisch scenario' ongeveer 115 PJ aan energie worden opgewekt doormiddel van PV-panelen op daken (zowel woningen als utiliteitsgebouwen). Ervan uitgaande dat een (significant) deel opgewekt en verbruikt zal worden in de utiliteitsbouw zal voor woningen in aanvulling op zonne-energie van daken nog altijd energie uit andere duurzame bronnen nodig zijn (wind, zon op land/zee etc.).

Het realiseren van bovengenoemde potentie van zonne-energie wordt belemmerd door twee factoren. Ten eerste valt de opwek en het verbruik van zonne-energie niet samen. Zonne-energie wordt voornamelijk op momenten opgewekt wanneer de vraag naar elektriciteit het laagst is (overdag en op zonnige dagen). Doordat opslag van energie (nog) niet mogelijk is, zullen altijd andere bronnen nodig zijn. Ten tweede zorgt teruglevering van zonne-energie op piekmomenten voor veel belasting op het elektriciteitsnet. Zonder verzwarening van het elektriciteitsnet kan de energie niet goed worden getransporteerd.

⁹ Modelmatig uitgerekend op basis van elektra- en gasverbruiken uit WoOn 2018.

¹⁰ Bij isolatie is niet uitgegaan van een significante toename in de efficiëntie

¹¹ RHDHV (2020) DGBC Paris Proof; methodiek en bepaling duurzame energie potentie 2050; <https://www.dgbc.nl/nieuws/meer-groene-energie-maar-energie-besparen-blijft-hoognodig-5996>

5 Beleidsscenario's voor aanvullende energiebesparing

Het voorgaande hoofdstuk geeft weer welk deel van de opgave voor energiebesparing in de woningvoorraad door autonome ontwikkeling wordt gerealiseerd. In dit hoofdstuk staan vier ambitieniveaus van energiebesparing centraal, welke aansluiten bij bestaande routekaarten:

- 30% reductie in finaal energiegebruik
- 50% reductie in finaal energiegebruik
- 66% reductie in finaal energiegebruik: de normering voor Paris Proof die DGBC hanteert
- 80% reductie in finaal energiegebruik

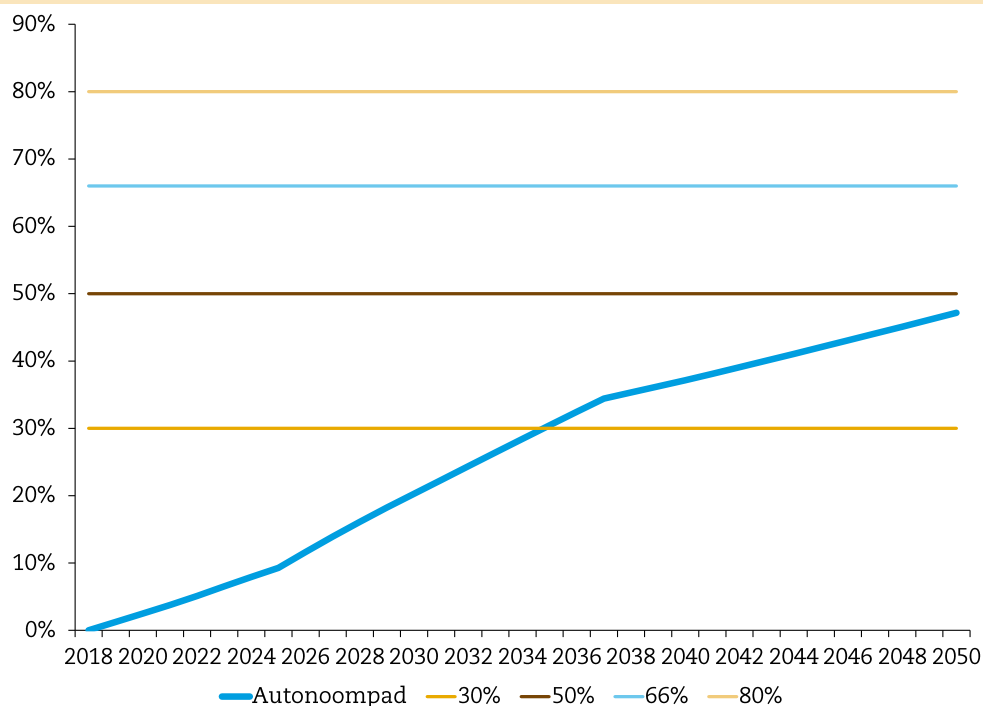
Allereerst zal de energiereductie als gevolg van de autonome ontwikkelingen (zie hoofdstuk 0) in kaart worden gebracht zodat kan worden bepaald welke besparingsdoelen al autonoom worden behaald en welke nog aanvullende inspanningen vereisen. Vervolgens worden verschillende scenario's beschreven in relatie tot de reductiedoelstellingen.

5.1 Reductie door autonome ontwikkelingen

47% energiereductie als gevolg van autonome ontwikkelingen

In figuur 5.1 worden de ontwikkelingen volgens het autonome pad weergegeven. Autonoom zal er naar verwachting een energiereductie van 47% worden behaald in de periode 2018-2050. Dit betekent dat het eerste besparingsdoel (30%) al wordt behaald door autonome ontwikkelingen. Al in 2035 is de energiereductie hoger dan 30% (figuur 5.1) Ook het tweede besparingsdoel van 50% wordt zo goed als gehaald. Er zijn dan ook geen aanvullende inspanningen nodig voor deze doelen. Om de verdergaande doelen (66% en 80%) te bereiken, zijn naast de autonome ontwikkelingen aanvullende inspanningen nodig.

Figuur 5.1 Energiebesparing door autonome ontwikkelingen, 2018-2050



Bron: EIB

5.2 Scenario's voor aanvullende energiebesparing tot 2050

Om de twee meest ambitieuze besparingsdoelen te behalen (66% en 80%), moeten in aanvulling op het autonome pad nog additionele maatregelen worden genomen. Om het besparingsdoel van 66% energiereductie te behalen, moet nog 86 PJ extra worden bespaard en voor het besparingsdoel van 80% moet nog 144 PJ extra worden bespaard. Er zijn verschillende manieren om aanvullende energiebesparing te realiseren. In deze studie wordt gekeken naar drie energiebesparende maatregelen: hybride oplossingen, isoleren, en aardgasvrij. Aangezien het potentieel van hybride warmtepompen al volledig wordt benut in het autonome pad door recente regelgeving, kan hiermee geen aanvullende besparing worden gerealiseerd.

In deze paragraaf worden drie scenario's verkend. In het eerste scenario zal worden gekeken naar de additionele besparing die kan worden behaald door volledig in te zetten op isolatie. In het tweede scenario wordt de additionele besparing berekend wanneer woningen die in het autonome pad voldoende geïsoleerd zijn, aardgasvrij worden gemaakt. Tot slot zal worden gekeken naar de energiebesparing die kan worden behaald door isolatie en aardgasvrij te combineren, waarbij de volledige woningvoorraad aardgasvrij wordt gemaakt. Voor elk scenario zullen de investeringskosten, de energiebesparing en de CO₂-reductie in kaart worden gebracht.

5.2.1 Scenario 1: Intensivering isolatie

66% besparing mogelijk door (aanvullend) isoleren in 5,1 miljoen woningen

Autonoom worden in 6,2 miljoen woningen van de 6,6 miljoen woningen¹² niveaustappen genomen (naar niveau 2, 3 of 4), waardoor een besparing van 120 PJ en 13,1 Mton CO₂ wordt behaald. Om het besparingsdoel van 66% te behalen door middel van isolatie, zullen additioneel nog ongeveer 5,1 miljoen woningen moeten worden geïsoleerd (tabel 5.1). In de berekeningen maken deze 5,1 miljoen woningen de stap naar niveau 4. In het autonome pad worden in een groot deel van de

¹² Dit is niet de volledige woningvoorraad maar de overgebleven 'oude' voorraad die in aanmerking komt voor isolatie..

woningvoorraad ook niveaustappen worden behaald. Dit impliceert dat er in dit scenario ook woningen naar niveau 4 worden gebracht die al zijn verbeterd in het autonome pad. Doordat deze woningen al een of meerdere niveaustappen hebben gemaakt, is het besparingspotentieel van deze woningen lager dan bij woningen die een slechtere energetische uitgangspositie hebben. Een gemiddelde woning die vanaf niveau 0 naar niveau 4 wordt geïsoleerd, bespaart meer dan een gemiddelde woning die vanaf niveau 2 of 3 naar niveau 4 wordt geïsoleerd. Hierdoor komt de gemiddelde besparing per woning lager uit dan wanneer alle woningen de stap van niveau 0 naar niveau 4 zouden maken.

Verbeteringen naar niveau 4 vragen om een relatief hoge investering. Voor de kosten is uitgegaan van kengetallen aangeleverd door TNO¹³. De gemiddelde kosten voor het isoleren vanaf de bestaande situatie naar niveau 4 bedragen ongeveer € 25.000. Hierbij geldt dat de kosten lager zijn als de woning al eerder is geïsoleerd of een recenter bouwjaar heeft. Hier staat tegenover dat ook de energiebesparing in deze gevallen beperkt is. Het nemen van de aanvullende isolatiemaatregelen om 66% energiebesparing te behalen, gaat gepaard met investeringskosten van ongeveer € 86 miljard en resulteert in een aanvullende CO₂-reductie van 4,2 Mton.

Tabel 5.1 Scenario 1: Potentie isolatie om tot doelbesparingen te komen

Doel 66%	
-Aantal woningen met aanvullende maatregelen	5.100.000
-Investering (€ mld.)	130
-Energiebesparing (PJ)	86 (66%)
-CO ₂ -reductie (Mton)	4,4
Doel 80%¹	
-Aantal woningen met aanvullende maatregelen	6.218.000
-Investering (€ mld.)	159
-Energiebesparing (PJ)	100 (70%)
-CO ₂ -reductie (Mton)	4,6

¹ Het doel van 80% kan door isolatie alleen niet gehaald worden. De hier beschreven besparingen en investeringen leiden tot een energiebesparing van 70%.

Bron: EIB

80% besparing niet haalbaar met enkel isolatiemaatregelen

Enkel met aanvullende isolatiemaatregelen kan het doel van 80% besparing niet worden behaald (tabel 5.1). In het scenario waarin alle bestaande woningen in de woningvoorraad worden verbeterd naar het hoogste niveau (niveau 4), waar dat in het autonome pad nog niet is gebeurd (6,2 miljoen woningen), wordt een aanvullende energiereductie van 100 PJ gerealiseerd. Samen met de ontwikkelingen in het autonome pad betekenen een totale reductie van 70%. Om het doel van 80% energiereductie te behalen is een totale aanvullende reductie van 144 PJ nodig. Om dit doel te halen zullen naast isolatie nog aanvullende maatregelen moeten worden genomen.

Het verbeteren van de totale bestaande woningvoorraad naar niveau 4 gaat gepaard met een aanvullende investering van € 159 miljard en een CO₂-reductie van 4,6 Mton, aanvullend op het autonome pad. Deze route leidt tot een lagere kostenefficiëntie, omdat ook woningen die vanwege het bouwjaar al relatief energiezuinig zijn, niveaustappen maken. Voor deze stappen gelden nogal altijd hoge kosten waar slechts een geringe energiebesparing tegenover staat. Waar in het 66% scenario een energiereductie van bijna 86 PJ tegen een investering van € 130 miljard (€ 1.5 miljard per

¹³ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/10/26/kosten-en-baten-isolatiestandaard-en-streefwaarden-woningen>

PJ) kan worden gerealiseerd, wordt in het laatste scenario 100 PJ bespaard tegenover een investering van bijna € 160 miljard (€ 1,6 miljard per PJ).

5.2.2 Intensivering aardgasvrij

57% energiebesparing kan worden gerealiseerd met aardgasvrij zonder aanvullende isolatie

Het aardgasvrij maken van een woning door middel van een lage temperatuur warmtebron zoals een warmtepomp vraagt om een zeker niveau van isolatie. De potentie van aanvullende aardgasvrije renovaties is in dit scenario beperkt tot de woningen die hiervoor al geschikt zijn. Er is aangenomen dat woningen die zijn verbeterd naar niveau 3 of 4 en woningen met een bouwjaar na 1995 geschikt zijn voor een aardgasvrije oplossing. Woningen die in het autonome pad al aardgasvrij zijn gemaakt, zijn hier vanaf getrokken. Hiervan uitgaande ligt de potentie van aardgasvrij zonder aanvullende isolatie op ruim 2,1 miljoen woningen (tabel 5.2).

Wanneer dit potentieel volledig wordt benut, kan een energiebesparing van 40 PJ en een CO₂-reductie van 2,3 Mton worden gerealiseerd, aanvullend op het autonome pad. Hiermee wordt een totale reductie van 57% gehaald. Dit betekent dat de doelen van 66% en 80% energiereductie niet kunnen worden behaald met aardgasvrij zonder aanvullend te isoleren ten opzichte van het autonome pad.

Tabel 5.2 Scenario 2: Aanvullende potentie aardgasvrij maken van woningen

Woningen met bouwjaar na 1995 (in 2050)	1.564.000
Woningen verbeterd naar niveau 3 of 4	2.797.000
Woningen aardgasvrij gemaakt in het autonome pad	(-) 2.236.000
Aardgasvrij te maken woningen die geschikt zijn in autonome pad	2.125.000
Aanvullende effecten aardgasvrij t.o.v. autonome pad	
Investering (€ mld.)	64
Energiebesparing (PJ)	40 (57%)
CO ₂ -reductie (Mton)	2,3

Bron: EIB

De kosten voor het aardgasvrij maken van bestaande woningen zijn gebaseerd op de kosteninformatie die is opgehaald in recent onderzoek van het EIB naar de proeftuinen aardgasvrije wijken¹⁴. Uit deze studie blijkt dat de kosten gemiddeld € 30.000 per woning bedragen exclusief isolatie. Gezien de schaal waarop de maatregelen genomen moeten worden, is ook rekening gehouden met proceskosten. Daarnaast zijn ook noodzakelijke woningaanpassingen meegenomen. Zoals eerder beschreven, wordt in het autonome pad aangenomen dat 30% van de woningen niet geschikt is voor de installatie van een (hybride) warmtepomp. De hier beschreven gemiddelde kosten houden rekening met woningaanpassingen waardoor ook in deze woningen een (elektrische) warmtepomp geïnstalleerd kan worden.

Volledig aardgasvrij maken van de woningvoorraad resulteert in 63% energiebesparing

De potentie van aardgasvrij kan worden vergroot wanneer er meer woningen geschikt worden gemaakt door middel van isolatie. In het laatste scenario zullen alle resterende woningen aardgasvrij worden gemaakt die nog niet aardgasvrij zijn gemaakt in het autonome pad (4,4 miljoen). Hiermee is de maximale potentie van aardgasvrij volledig benut en zullen alle woningen in 2050 aardgasvrij zijn. Hiervoor zullen nog bijna 2,3 miljoen woningen aanvullend moeten worden geïsoleerd om ze geschikt te maken voor aardgasvrij (tabel 5.3). Hierbij is wederom aangenomen dat woningen met niveau 3 of 4

¹⁴ <https://www.eib.nl/publicaties/proeftuinen-aardgasvrije-wijken/>

en woningen met een bouwjaar na 1995 al geschikt zijn. De woningen die moeten worden verbeterd zullen in dit scenario worden verbeterd naar niveau 4 om het besparingspotentieel te maximaliseren.

Tabel 5.3 Scenario 3: Aanvullende potentie aardgasvrij in combinatie met isolatie

Totale aanvullende potentie aardgasvrij	
-Totale bestaande woningvoorraad	6.650.000
-Aardgasvrij in autonome pad (-)	2.236.000
Totale aanvullende potentie aardgasvrij	4.414.000
Benodigde isolatiemaatregelen	
-Totale bestaande woningvoorraad	6.650.000
-Reeds geïsoleerd naar niveau 3 of 4 (-)	2.797.000
-Bouwjaar na 1995 (-)	1.564.000
Totaal te isoleren	2.289.000
Aanvullende effecten t.o.v. autonome pad	
Investering isolatie (€ mld.)	58
Investering aardgasvrij (€ mld.)	132
Energiebesparing (PJ)	68 (63%)
CO ₂ -reductie (Mton)	5,1

Bron: EIB

Wanneer alle woningen in de bestaande woningvoorraad aardgasvrij worden gemaakt en de woningen waar dit nodig is, worden geïsoleerd, kan een aanvullende energiebesparing van 68 PJ worden gerealiseerd. Dit komt neer op een reductie van 63%. Doordat alle woningen aardgasvrij worden gemaakt en is verondersteld dat elektra in 2050 volledig duurzaam wordt opgewekt, wordt in dit scenario de CO₂-uitstoot van de woningvoorraad volledig weggenomen. Het isoleren van bijna 2,3 miljoen woningen vergt een aanvullende investering van ruim € 58 miljard. Daarnaast vraagt het aardgasvrij maken van 4,4 miljoen woningen om een extra investering van € 132 miljard. De totale kosten van dit scenario liggen daarmee op € 190 miljard.

In dit scenario wordt 80% energiereductie niet behaald. Om het doel van 80% te halen, moet nog 76 PJ aanvullend worden bespaard. Zelfs wanneer alle woningen die nog geen niveau 4 zijn maar al wel geschikt zijn voor 'aardgasvrij' verder worden geïsoleerd naar niveau 4 (scenario 4) kan het 80% doel niet worden gehaald. Op basis van dit laatste scenario wordt een energiebesparing van 73% gerealiseerd tegen een additionele investering van ongeveer € 82 miljard. Deze maatregelen leiden tot een additionele energiebesparing, maar hebben geen effect meer op de CO₂-uitstoot, die al tot 0 is teruggebracht door het aardgasvrij maken van woningen.

CO₂-doelstellingen in beeld met isolatie en aardgasvrij

In tabel 5.4 is een overzicht weergegeven van de hiervoor beschreven scenario's. Uit het overzicht blijkt dat zelfs wanneer de gehele woningvoorraad aardgasvrij wordt gemaakt en intensief wordt geïsoleerd (scenario 4), het energiebesparingsdoel van 80% niet kan worden bereikt. Wel wordt hier 100% CO₂-reductie bereikt. Dit is het meest kostbare scenario. Volledige CO₂-reductie tegen minder kosten wordt bereikt in scenario 3 waarin de hele woningvoorraad aardgasvrij wordt gemaakt en alleen de woningen worden geïsoleerd waar het noodzakelijk is voor deze oplossing. In dit scenario wordt echter minder energiereductie gerealiseerd (63 %).

Scenario 2, waarbij alleen woningen aardgasvrij gemaakt worden die door autonome ontwikkelingen voldoende geïsoleerd zijn, kent de laagste kosten. Dit hangt samen met het feit dat hier geen woningen aanvullend geïsoleerd worden ten opzichte van de autonome ontwikkeling. In scenario 1,

waar het volledige potentieel van isolatie wordt benut, wordt 70% reductie behaald in het energiegebruik en wordt 98% CO₂-reductie behaald.

Tabel 5.4 Scenario's, energie- en CO₂-besparing en bijbehorende investeringen, 2050

	PJ besparing tov 2018 (%)	CO ₂ - besparing tov 2018 (%)	Aanvullende Investering (€ mld.)	Aantal woningen (mln.)
Autonoom	47%	79%	-	-
Scenario's				
1. Volledige isolatie	70%	98%	159	6,2
2. Intensivering aardgasvrij	57%	88%	64	2,1
3. Aardgasvrij + noodzakelijke isolatie	63%	100%	190	4,4
4. Aardgasvrij + volledige isolatie	73%	100%	272	6,2

Bron: EIB

Hoogste energiebespaardoel onbereikbaar met isolatie en aardgasvrij

In geen van de geanalyseerde scenario's wordt het energiebespaardoel van 80% bereikt. Dit doel is ook niet te halen bij het volledig aardgasvrij maken en het isoleren van de gehele voorraad naar het hoogste isolatieniveau. In alle gevallen blijft er enige warmtevraag bestaan en het gebruikersgebonden energiegebruik kan niet gereduceerd worden door gebouwgebonden maatregelen; dit deel van het energieverbruik wordt niet beïnvloed door de energetische staat van de woning maar de door het gedrag en de samenstelling van huishoudens. Besparing op dit deel van het energiegebruik kan wel worden gerealiseerd door gedragsverandering en/of innovatie op het gebied van stroomverbruik van apparaten.



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

