Marktmonitor Verbouwstromen 2024

TNO Publiek ⟩ TNO 2025 R10610
9 april 2025

Energy & Materials Transition
www.tno.nl
+31 88 866 23 45
info@tno.nl

TNO 2025 R10610 – 9 april 2025

Marktmonitor Verbouwstromen 2024

Auteurs: Vera Rovers, Casper Tigchelaar, Yasmin Obbink

Rubricering rapport: TNO Publiek
Titel: TNO Publiek
Aantal pagina's: 44 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen: 4
Projectnaam: Marktmonitor Verbouwstromen
Projectnummer: 060.61528

Alle rechten voorbehouden
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2025 TNO

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4
2 Woningvoorraad 5
2.1 Aantal woningen naar eigendomsklasse, type en bouwjaar 5
2.2 Staat van de woningvoorraad 7
3 Energietransitie 8
3.1 Functionele warmtevraag 8
3.2 Aantal aardgasvrije woningen 14
3.3 Mate van verduurzaming per ingreep 16
4 Materialentransitie 19
4.1 Aantal toegepaste maatregelen 19
4.2 Materiaalgebonden CO_2-uitstoot 28
4.3 CO_2-reductie in de gebruiksfase 35

Bijlagen
Bijlage A: Aantal maatregelen 38
Bijlage B: Aandeel van CO2-eq in totale milieu-impact 41
Bijlage C: Kengetallen materiaalgebonden milieu-impact 42
Bijlage D: CO2-emissiefactoren 44

1 Inleiding

‘Verbouwstromen’ is een meerjarig programma dat dient ter ondersteuning van het Beleidsprogramma Versnelling Verduurzaming Gebouwde Omgeving. Het is een samenwerking van De Bouwcampus, Stroomversnelling, TKI Bouw en Techniek en TKI Urban Energy. Het doel van het programma is het realiseren van schaalbare en voorspelbare *verbouwstromen* voor het versnellen van de verduurzaming van bestaande woningen. Een verbouwstroom is daarbij gedefinieerd als een continue stroom van renovaties met een gestandaardiseerde aanpak (technisch en procesmatig) uitgevoerd op een minimale schaal van circa 500 woningen waarbij minimaal 2 vraagvertegenwoordigers (huur/koop/VvE) hun vraag gebundeld in de markt hebben gezet en de oplossing (technisch/procesmatig) opschaalbaar is voor minimaal 15.000 woningen.

Om zicht te krijgen op de voortgang ten aanzien van de doelstellingen van het programma heeft Verbouwstromen aan TNO gevraagd om een monitor op te zetten die de ontwikkelingen rond verbouwstromen in de markt zichtbaar maakt. De monitor biedt Verbouwstromen informatie over welke ontwikkelingen goed gaan of achterblijven en die aanleiding kan geven om interventies te doen of voorstellen te doen voor wijzigingen in het overheidsbeleid. Ook kunnen de indicatoren een bredere doelgroep van woningeigenaren en aanbieders inzicht bieden om te kiezen voor een planmatige aanpak middels verbouwstromen, in plaats van een projectmatige aanpak.

Voor de marktmonitor zijn indicatoren opgesteld die zijn gerelateerd aan de doelstellingen van het programma Verbouwstromen. Van elke indicator wordt de definitie, berekeningsmethode en gebruikte data beschreven, zodat de indicator in de toekomst consistent bepaald kan worden, ongeacht de partij die de marktmonitor uitvoert. Over de gegevens van 2022 is een nulmeting gedaan. Deze monitor is een update van de nulmeting en analyseert de gegevens over 2023. Een toevoeging ten op zichte van de monitor over 2022 zijn de indicatoren over CV-ketels en koudemiddelen.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 start met een meer generiek inzicht in de woningvoorraad als referentie voor de monitor. De monitor zelf is in drie delen verdeeld:

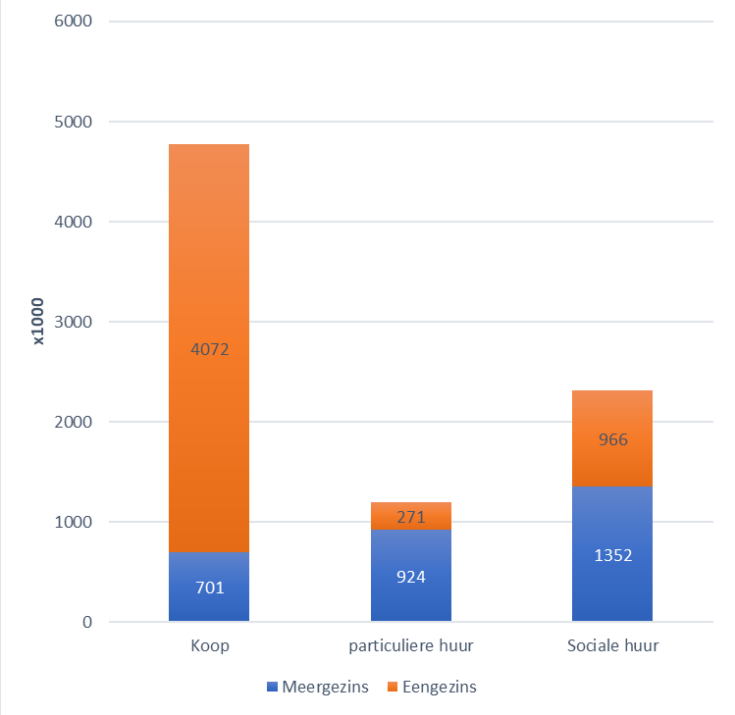
1. Woningvoorraad: Een beeld van de woningvoorraad naar eigendomsklasse, type, bouwjaar en staat van de woningen.
2. Energietransitie: hoe snel worden (bestaande) woningen verduurzaamd en neemt de warmtevraag af?
3. Materialentransitie: Wat is de impact van verduurzaming ten aanzien van gebruikte materialen en installaties?

In toekomstige edities willen we graag ook data verzamelen over de transitie in de markt: hoe ontwikkelen zich de vraag en het aanbod rond de verduurzaming van woningen? De opzet en dataverzameling voor dit onderdeel is nog in ontwikkeling en daarom nog niet opgenomen in deze monitor.

2 Woningvoorraad

2.1 Aantal woningen naar eigendomsklasse, type en bouwjaar

Er zijn 8,3 miljoen woningen in Nederland, 5,3 miljoen eengezins- en 3 miljoen meergezinswoningen (Figuur 2.1). Bijna 4,8 miljoen woningen zijn van eigenaar-bewoners, 2,3 miljoen van sociale woningverhuurders en de rest van particuliere verhuurders. Van de koopwoningen zijn ruim 700 duizend woningen meergezinswoningen. 1,4 miljoen woningen zijn onderdeel van een Vereniging van Eigenaren (VvE), waarvan 52% van de woningen een huurwoning is. Daar waar dat kan zullen we in de monitor onderscheid maken naar eigendom van de woning, omdat de manier waarop de markt in deze sectoren werkt sterk verschilt. In Tabel 2.1 is een verdere uitsplitsing gemaakt naar woningtypen en bouwjaarklassen.



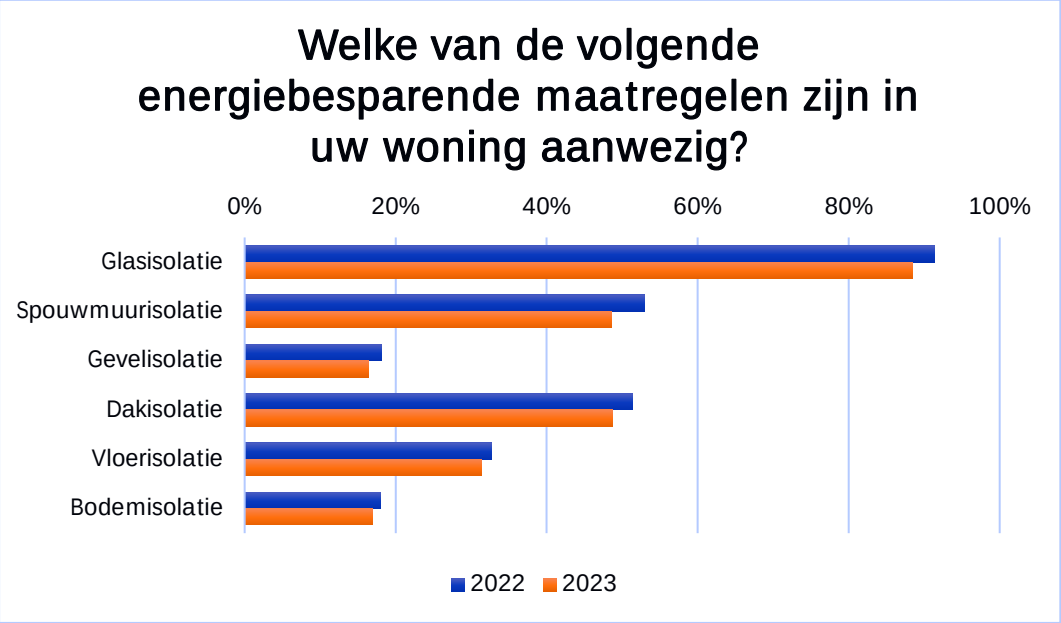
Figuur 2.1: Aantal woningen naar eigendomsklasse (x1000) (CBS, 2023)

Tabel 2.1: Aantal woningen in 2023 (x1000) verdeeld naar woningtype, bouwjaarklasse en eigendom (Bron: Hestia modelbewerkingen BAG).

Woningverdeling in 2023 (x1000)	Koop	Particuliere huur	Sociale huur	Alle woningen
Tussenwoning	**1,699**	**148**	**625**	**2,471**
voor 1945	247	29	51	328
1945-1975	464	29	290	783
1976-1995	533	35	181	749
na 1995	455	55	102	611
Hoekwoning	**748**	**53**	**270**	**1,071**
voor 1945	103	8	17	128
1945-1975	237	13	141	390
1976-1995	231	15	79	325
na 1995	177	17	33	227
2onder1kap	**630**	**24**	**66**	**721**
voor 1945	157	8	7	173
1945-1975	199	6	42	247
1976-1995	134	4	9	148
na 1995	139	6	8	153
Vrijstaand	**996**	**46**	**4**	**1,046**
voor 1945	266	15	1	283
1945-1975	269	13	2	284
1976-1995	217	8	1	226
na 1995	244	9	1	254
Subtotaal grondgebonden woningen	*4.073*	*271*	*965*	*5.309*
Meergezins laag en midden	**457**	**428**	**701**	**1,586**
voor 1945	113	141	51	305
1945-1975	48	92	187	328
1976-1995	48	74	307	429
na 1995	248	121	156	525
Meergezins hoog	**244**	**496**	**651**	**1,391**
voor 1945	55	110	75	239
1945-1975	34	164	297	495
1976-1995	33	81	137	250
na 1995	122	141	143	406
Subtotaal gestapelde bouw	*701*	*924*	*1352*	*2977*
Totaal woningen	**4.773**	**1.195**	**2.318**	**8.286**

2.2 Staat van de woningvoorraad

Uit de jaarlijkse vragenlijst die RVO laat uitzetten voor de monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving kan worden afgeleid in hoeverre al isolatiemaatregelen in woningen zijn toegepast (zie Figuur 2.2[1]). Van alle genoemde maatregelen is glasisolatie[2] het vaakst aanwezig.



Figuur 2.2: Beantwoord door alle eigendomsklasses (Bron: I&O research/RVO).

[1] Gevelisolatie betreft isolatie van de binnen- of buitengevel. Dit is geen spouwmuurisolatie.
[2] Glasisolatie is dubbel glas of beter.

3 Energietransitie

Om een beeld te schetsen van het huidige tempo van de energietransitie, bespreken we in dit hoofdstuk een drietal indicatoren:

- De ontwikkeling van de gemiddelde warmtevraag per woning[3] (3.1)
- Het aantal aardgasvrije woningen (3.2)
- Het aantal maatregelen dat bij een ingreep wordt toegepast (3.3)

3.1 Functionele warmtevraag

De warmte die daadwerkelijk nodig is om ruimtes, tapwater en maaltijden te verwarmen, zonder rendementsverliezen, noemen we de functionele warmtevraag. In deze paragraaf kijken we specifiek naar de functionele warmtevraag voor ruimteverwarming. De functionele warmtevraag wordt bepaald door locatie, woningkenmerken, door gedrag, bijvoorbeeld de behoefte aan comfort in een deel of de hele woning en warmwater en door veranderende omstandigheden zoals klimaatverandering en het afnemend aantal personen per huishouden.. De in deze paragraaf gepresenteerde verbruiken zijn gebaseerd op modelberekeningen in Hestia.

3.1.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Functionele warmtevraag van woningen voor ruimteverwarming in Nederland
Eenheid	GJ_{th}/woning
Toelichting	CBS data bevat alleen energieverbruik, dus het gas- of elektriciteitsverbruik in een woning. Dit is dus inclusief rendementsverliezen en alleen voor het totale verbruik. Om de functionele warmtevraag te bepalen is gebruik gemaakt van het PBL/ TNO model Hestia. In dit model zijn onderbouwde aannames gemaakt voor de opsplitsing van de energievraag en voor systeemrendementen[4]. Op basis hiervan zijn voor elke Nederlandse woning de functionele warmtevragen bepaald. Ten opzichte van de vorige marktmonitor in 2022 zijn er kleine afwijkingen, omdat er in 2023 verbeteringen hebben plaatsgevonden in de berekeningsmethode van Hestia. Per bouwjaarklasse is nu bijvoorbeeld meer verschil in de warmtevraag voor ruimteverwarming.
Bepaling	Voor deze indicator wordt gebruik gemaakt van het Hestia model
Bronnen	Functioneel Ontwerp Hestia model: Van der Molen, F. et al. (2023). Functioneel Ontwerp Hestia 1.0, Den Haag: PBL.

[3] Er ontstaat ook steeds meer een koelvraag bij woningen, maar deze is niet in de monitor opgenomen.
[4] Zie het functioneel Ontwerp van Hestia voor meer informatie: Van der Molen, F. et al. (2023). Functioneel Ontwerp Hestia 1.0, Den Haag: PBL.

3.1.2 Meting

De gemiddelde klimaatgecorrigeerde[5] warmtevraag voor ruimteverwarming, zoals weergegeven in Tabel 3.1, is in de periode sinds 2020 gedaald van 33 GJ_{th} naar 30 GJ_{th}. De warmtevraag in eengezinswoningen is gemiddeld bijna 1,9 keer zo groot als in meergezinswoningen.

Tabel 3.1: Ontwikkeling functionele warmtevraag (GJ_{th}) voor ruimteverwarming naar bouwjaar en woningtype (Bron: Hestia modelinschattingen)

Gemiddelde functionele warmtevraag (GJ)	2020	2021	2022	2023	2024
Tussenwoning	31	30	30	29	28
voor 1945	39	39	38	37	37
1945-1975	33	33	32	31	31
1976-1995	29	29	29	28	28
na 1995	24	24	24	22	21
Hoekwoning	37	36	36	35	34
voor 1945	47	47	46	45	44
1945-1975	39	38	38	37	36
1976-1995	35	35	34	34	34
na 1995	29	28	28	25	24
2onder1kap	43	42	42	41	40
voor 1945	51	50	50	49	48
1945-1975	43	43	42	42	41
1976-1995	42	41	41	41	40
na 1995	33	32	31	30	30
Vrijstaand	57	56	56	55	55
voor 1945	62	62	61	60	60
1945-1975	60	59	59	58	57
1976-1995	56	56	56	55	55
na 1995	49	48	47	46	46
Meergezins laag en midden	22	21	20	19	19
voor 1945	30	29	28	26	25
1945-1975	24	23	22	21	21
1976-1995	20	20	19	18	18
na 1995	16	15	14	14	14
Meergezins hoog	21	20	20	19	18
voor 1945	25	24	23	22	21
1945-1975	22	22	21	20	20
1976-1995	20	19	19	18	18
na 1995	16	16	16	15	15
Totaal woningen	33	32	31	31	30

[5] De klimaatcorrectie vind plaats conform de methode die gebruikt wordt in de Klimaat en Energieverkenning. Hierbij wordt uitgegaan van KNMI scenario's voor een opwarmend klimaat. Voor jaar-op-jaar-afwijkingen ten opzichte van dit scenario is gecorrigeerd. Dit wijkt af van methodes die corrigeren naar graaddagen in één historisch jaar of een periode. Meer over de gebruikte methode is hier beschreven: https://www.pbl.nl/publicaties/herziening-weerscorrectie-voor-ruimteverwarming)

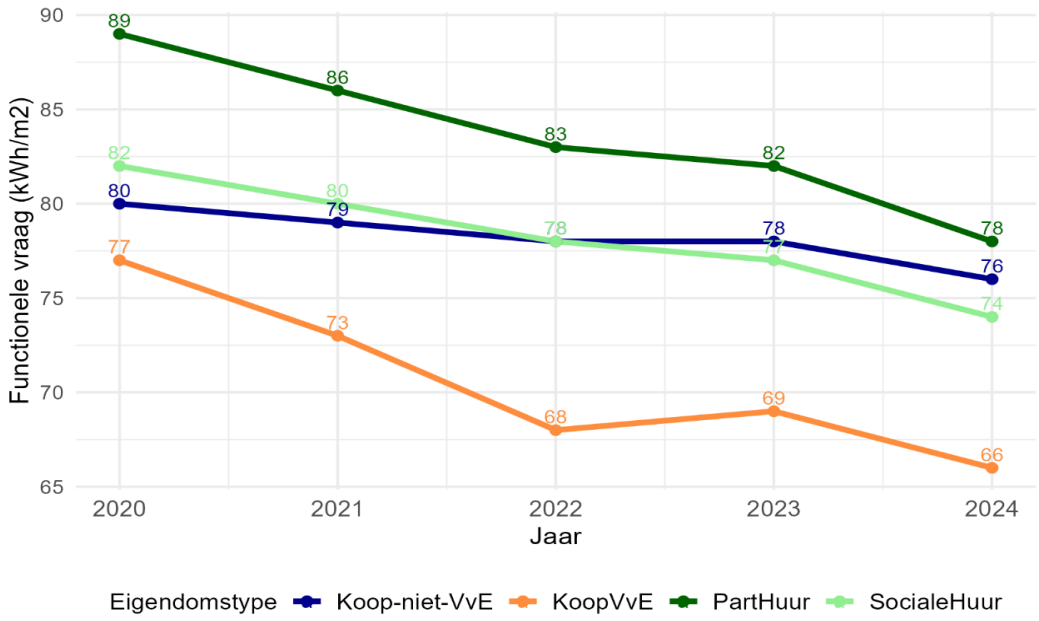
De warmtevraag voor ruimteverwarming neemt af[6]. Dit is het gevolg van::

- een opwarmend klimaat;
- minder stookuren door afname van het aantal personen per huishouden;
- verbetering van isolatie.
- door veranderd gedrag (lagere temperatuurinstelling voor ruimteverwarming)

Aan nieuwbouwwoningen worden strenge eisen gesteld waardoor woningen gebouwd na 1995 steeds zuiniger worden. Ook bestaande woningen worden steeds zuiniger, omdat mensen ramen, daken vloeren en gevels na-isoleren.

Zoals in de tabellen te zien is, hangt de functionele warmtevraag af van de grootte van het woningtype. We kunnen hiervoor corrigeren door de data uit te drukken in warmtevraag per vierkante meter gebruiksoppervlakte. In Tabel 3.2 (naar woningtype en bouwjaarklasse) is de functionele warmtevraag voor ruimteverwarming per vierkante meter gebruiksoppervlakte weergegeven. Dit is weergegeven in de eenheid kWh_th/m^2. Dit lijkt op het eerste gezicht aan te sluiten bij de wijze waarop dat in de isolatiestandaard wordt gepresenteerd. Een belangrijk verschil is echter dat deze tabel een inschatting maakt van het werkelijke verbruik per vierkante meter. De isolatiestandaard gaat uit van een theoretische berekening volgens de NTA8800 methode. Die theoretische waarde komt doorgaans veel hoger uit dan de werkelijke bepaalde verbruiken.[7] In figuur 3.3 is weergegeven dat naarmate woningen groter worden de afwijking tussen werkelijk gemeten verbruiken en theoretische verbruiken bij standardgedrag toeneemt. Dit is te verklaren doordat in grotere woningen vaak een groter deel van de woning onverwarmd blijft dan in kleine woningen, terwijl theoretische berekeningen vaak uitgaan vaan een volledig verwarmde woning.

In Figuur 3.1 is de trend weergeven voor huurwoningen en koopwoningen. Waarbij de koop is opgesplitst naar VvE en niet-VvE en huurwoningen naar sociale en particuliere huur.



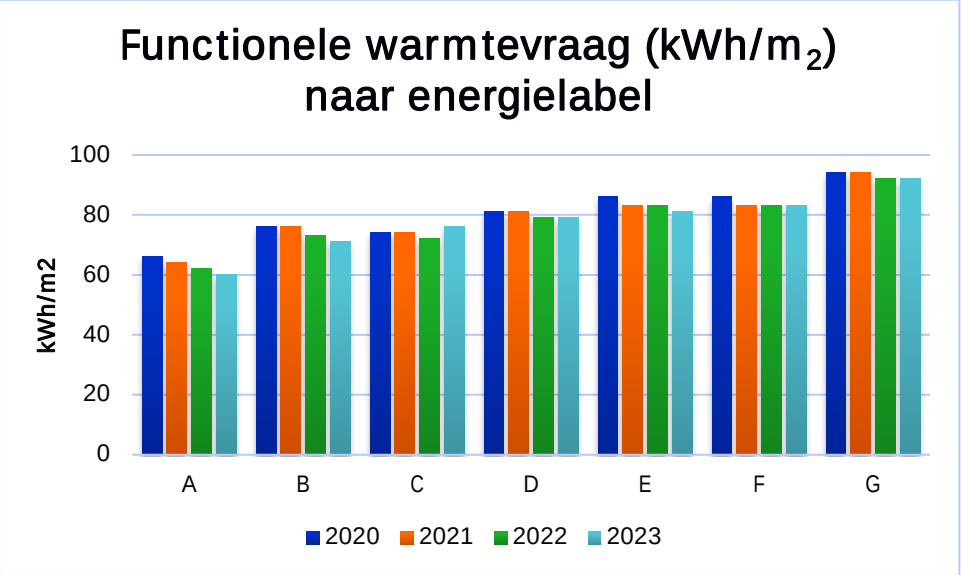
Figuur 3.1: Inschatting werkelijke functionele warmtevraag ruimteverwarming in kWh/m^2 gebruiksoppervlakte naar eigendomstype (Bron: Hestia modelinschattingen)

[6] De kosten van gas en elektriciteit kunnen fluctuaties in het energiegebruik veroorzaken.

[7] Zie onder andere een studie van Dasa Majcen https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:00795500-6704-49c0-903f-6b6ba77dc544/datastream/OBJ

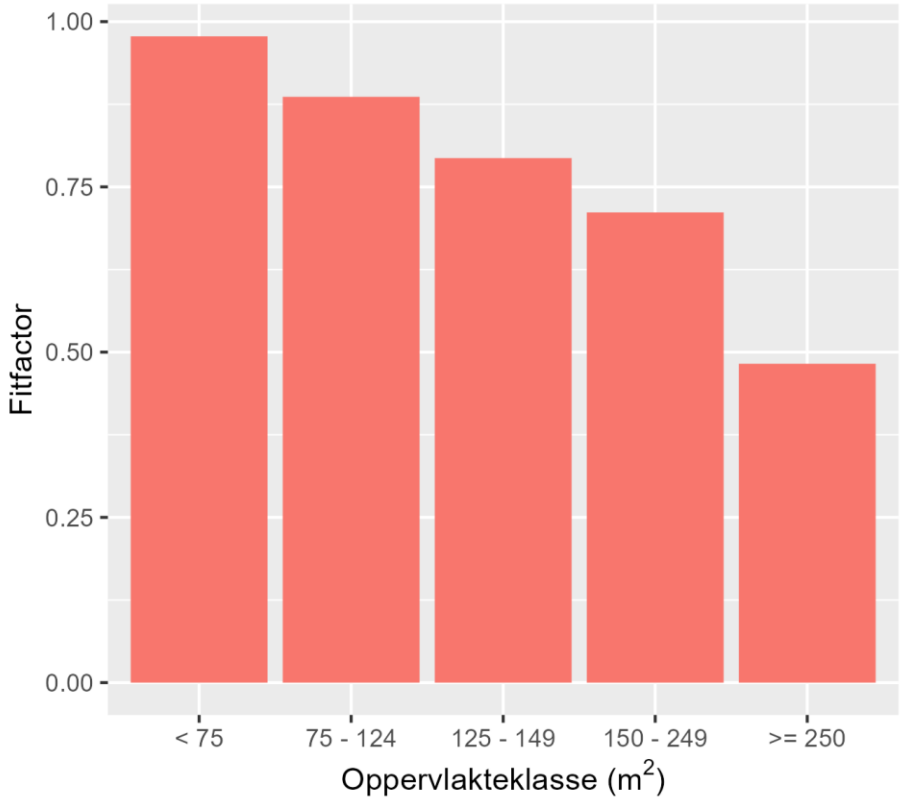
Tabel 3.2: Inschatting werkelijke functionele warmtevraag ruimteverwarming in kWh/m^2 gebruiksoppervlakte naar bouwjaar en woningtype (Bron: Hestia modelinschattingen)

	2020	2021	2022	2023	2024
Tussenwoning	72	69	69	67	65
voor 1945	83	83	81	79	79
1945-1975	83	83	81	78	78
1976-1995	67	67	67	65	65
na 1995	51	51	51	47	45
Hoekwoning	86	83	83	81	79
voor 1945	100	100	98	96	94
1945-1975	90	88	88	86	83
1976-1995	81	81	79	79	79
na 1995	58	56	56	50	51
2onder1kap	85	83	83	81	79
voor 1945	94	93	93	91	89
1945-1975	92	92	90	90	88
1976-1995	78	76	76	76	74
na 1995	54	52	54	52	52
Vrijstaand	79	78	78	76	76
voor 1945	82	82	81	79	79
1945-1975	88	86	86	85	83
1976-1995	78	78	78	76	76
na 1995	62	61	59	58	58
Meergezins laag en midden	78	75	72	69	69
voor 1945	96	93	89	83	80
1945-1975	91	88	84	80	80
1976-1995	78	78	74	70	70
na 1995	55	51	49	49	49
Meergezins hoog	75	71	71	68	64
voor 1945	91	88	84	80	77
1945-1975	83	83	79	75	74
1976-1995	77	73	73	69	69
na 1995	50	50	50	47	47
Totaal woningen	76	74	72	72	69



Figuur 3.2: Functionele warmtevraag voor ruimteverwarming opgedeeld naar energielabel (bron: Hestia).

De vraag naar warm water is voornamelijk gerelateerd aan het aantal inwoners per huishouden. Omdat het gemiddelde aantal bewoners verschilt per bouwjaarklasse, woningtype en eigendomsklasse, is de inschatting voor het warmwaterverbruik ook anders in die woningcategorieën.



Figuur 3.3: Verhouding tussen werkelijk gemeten energieverbruik en theoretisch berekend verbruik bij standaard gedrag (bron: Hestia modelbewerkingen)

Tabel 3.3: Inschatting werkelijke functionele warmtevraag (GJ_{th}) voor warm water bereiding naar bouwjaar en woningtype (Bron: Hestia modelinschattingen)

	2020	2021	2022	2023	2024
Tussenwoning	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
voor 1945	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
1945-1975	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
1976-1995	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
na 1995	5,9	5,9	5,9	5,9	6
Hoekwoning	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
voor 1945	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
1945-1975	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
1976-1995	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
na 1995	5,9	5,9	5,9	5,9	5,8
2onder1kap	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
voor 1945	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
1945-1975	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
1976-1995	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
na 1995	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Vrijstaand	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
voor 1945	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
1945-1975	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
1976-1995	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
na 1995	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
Meergezins laag en midden	4,8	4,8	4,8	4,9	5
voor 1945	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
1945-1975	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
1976-1995	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
na 1995	5	5	5	5,2	5,4
Meergezins hoog	5,3	5,3	5,3	5,3	5,4
voor 1945	5	5	5	5	5
1945-1975	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
1976-1995	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
na 1995	5,4	5,4	5,4	5,6	5,8
Totaal woningen	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6

Het aantal maaltijden en daarmee de functionele energievraag voor koken is gerelateerd aan het aantal personen in een huishouden, maar dit effect is minder groot dan bij warmwatergebruik. Alleen tussen meergezinswoningen, waar vaker kleine huishoudens wonen, en eengezinswoningen is een verschil in energievraag voor koken.

Uit WoON2018 blijkt dat zo'n 70% van alle huishoudens een gasfornuis heeft en 30% een elektrische kookplaat. Het verschil tussen eigendomstypes is statistisch significant: Koopwoningen hebben vaker een elektrische kookplaat (35%) dan een sociale (20%) of particuliere huurwoning (25%). Andere kenmerken die een significant hoger aandeel elektrisch koken geven zijn een recent bouwjaar, een grote woning, een vrijstaande woning en een goed energielabel. Voor koken op gas is in Hestia een rendement van 40% aangehouden en voor elektrisch koken 100%. In het daadwerkelijke energiegebruik kunnen daardoor grotere verschillen tussen huishoudens optreden.

Tabel 3.4: Inschatting werkelijke functionele warmtevraag (GJ_{th}) voor koken op gas naar woning- en eigendomstype (Bron: Hestia modelinschattingen)

	Koop	Particuliere huur	Sociale huur	Alle woningen
Warmtevraag koken in 2024 (GJ_{th})				
Tussenwoning	0,49	0,48	0,45	0,48
Hoekwoning	0,48	0,47	0,44	0,47
2onder1kap	0,48	0,48	0,43	0,47
Vrijstaand	0,52	0,53	0,5	0,52
Meergezins_hoog	0,44	0,42	0,4	0,41
Meergezins_laag_midden	0,41	0,39	0,37	0,38
Gemiddelde woning	0,48	0,42	0,41	0,45

3.2 Aantal aardgasvrije woningen

Met aardgasvrij bedoelen we in deze monitor de woningen waar verwarming, het warmwater en energie voor koken gevoed wordt met stadsverwarming[8] en/of elektriciteit[9].

3.2.1 Indicator

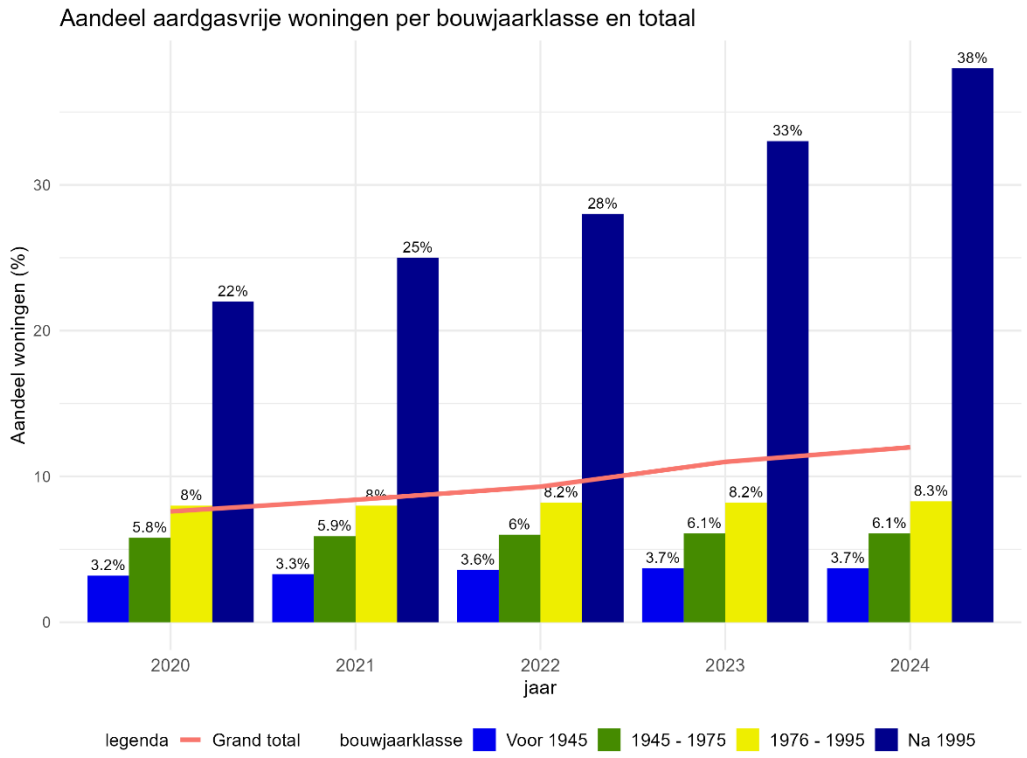
	Beschrijving
Definitie	Aandeel aardgasvrije woningen in Nederland
Eenheid	%
Toelichting	Aardgasvrije woningen zijn woningen waar verwarming, het warmwater en energie voor koken gevoed wordt met stadsverwarming en/of elektriciteit
Bepaling	Voor deze indicator wordt gebruik gemaakt van het Hestia model
Bronnen	› Functioneel Ontwerp Hestia model: Van der Molen, F. et al. (2023). Functioneel Ontwerp Hestia 1.0, Den Haag: PBL.

[8] De gebruikte elektriciteit of warmte in een warmtenet kan dan overigens nog steeds (gedeeltelijk) worden geproduceerd met aardgas.
[9] Daarnaast is er een heel klein aantal woningen dat volledig met hout of olie verwarmd.

3.2.2 Meting

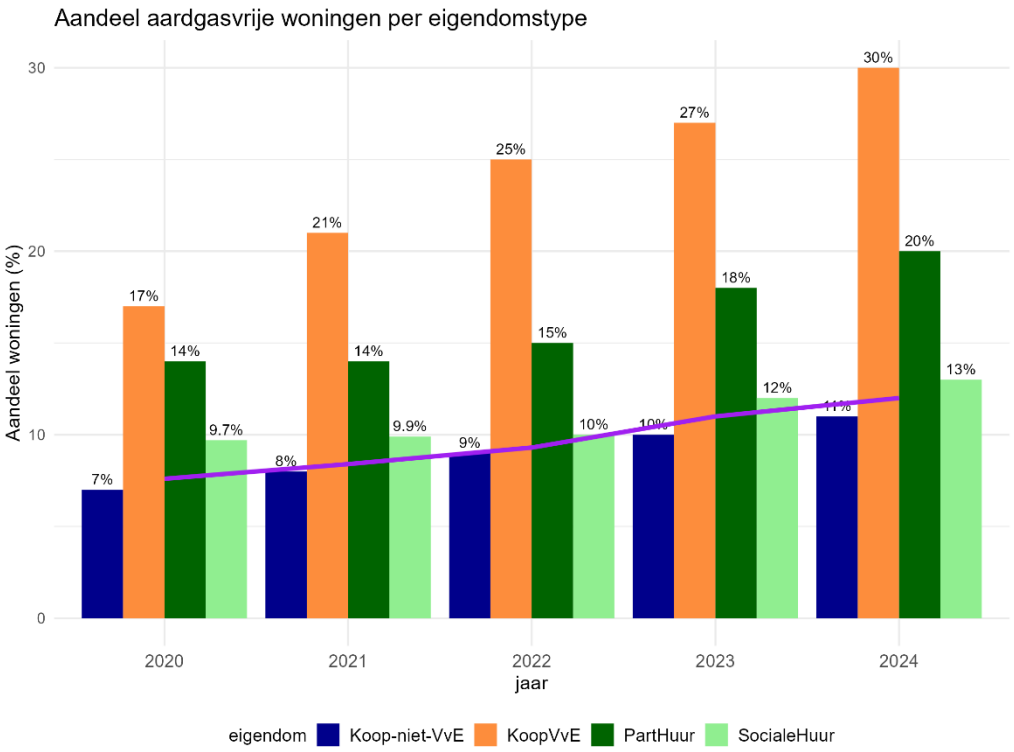
Sinds 2020 moet nieuwbouw, behalve in uitzonderlijke gevallen, aardgasvrij zijn. In Figuur 3.4 stijgt het percentage aardgasvrije woningen daarom het snelst bij woningen gebouwd na 1995. Maar ook in andere woningcategorieën stijgt het aandeel aardgasvrij. Een deel van de woningvoorraad is aangesloten op een stadsverwarmingssysteem vanaf het moment dat ze gebouwd zijn. Er is nog beperkt sprake van het aansluiten van bestaande gasgestookte woningen aan een warmtenet. Vooral de laatste jaren stijgt het aandeel aardgasvrije bestaande woningen vooral doordat huishoudens warmtepompen installeren. In totaal is momenteel 12% van de woningvoorraad aardgasvrij (in totaal zijn er 8.256.329 woningen in 2024).

Figuur 3.5 geeft het aandeel aardgasvrije woningen naar eigendomstype.[10] Het grootste aandeel aardgasvrije woningen bevindt zich bij meergezinswoningen in de koopsector als onderdeel van een Vereniging van Eigenaren, gevolgd door particuliere huurwoningen. Dit zijn groepen die vaker dan gemiddeld aangesloten zijn op stadsverwarmingssystemen. Deze grafiek is lastig te vergelijken met Figuur 3.4, omdat de aantallen per categorie (bouwjaarklasse of eigendomstype) verschillen.



Figuur 3.4: Ontwikkeling aandeel aardgasvrije woningen per bouwjaarklasse en totaal (Bron: Hestia modelinschattingen)

[10] Het CBS publiceert ook cijfers over aardgasvrij woningen. Het CBS komt op iets lagere cijfers uit: 8,8% in 2022 en 10,1% in 2023. Het CBS bepaalt de hoofdverwarmingsinstallatie op basis van data over aardgas- en elektriciteitsleveringen, energielabelregistraties, subsidieverlening via de ISDE en ligging van warmtenetten. Woningen met stadsverwarming zonder gasverbruik en elektrisch verwarmde woningen zonder gasverbruik worden bij elkaar geteld en vormen het aandeel aardgasvrije woningen. Het verschil met Hestia berekeningen kan voor een deel voortkomen uit het feit dat CBS voor 1,5% van de woning de verwarmingsinstallatie niet kan bepalen waar Hestia altijd een aanname voor een woning maakt. https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2024/36/hoofdverwarmingsinstallaties-woningen-2022-2023



Figuur 3.5: Ontwikkeling aandeel aardgasvrije woningen per eigendomstype en totaal (Bron: Hestia modelinschattingen)

3.3 Mate van verduurzaming per ingreep

Verbouwstromen wil verduurzaming van woningen versnellen. Het tempo wordt onder andere bepaald door hoeveel maatregelen tegelijk in een woning genomen worden. Om de isolatiestandaard te behalen of om aardgasvrij te worden is het vaak nodig om meer dan één maatregel toe te passen. Indien meerdere maatregelen tegelijk worden toegepast wordt de CO_2-uitstoot sneller gereduceerd en kunnen maatregelen beter op elkaar worden afgestemd.

3.3.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Aantal verbeterde woningen naar aantal maatregelen
Eenheid	Aantal per segment
Toelichting	Een maatregel kan een van de volgende opties zijn: • glasisolatie • spouwmuur • gevelisolatie • dakisolatie • vloerisolatie • Bodemisolatie (vanaf 2022) • Zelfstandige warmtepomp • Hybride warmtepomp • Zonneboiler

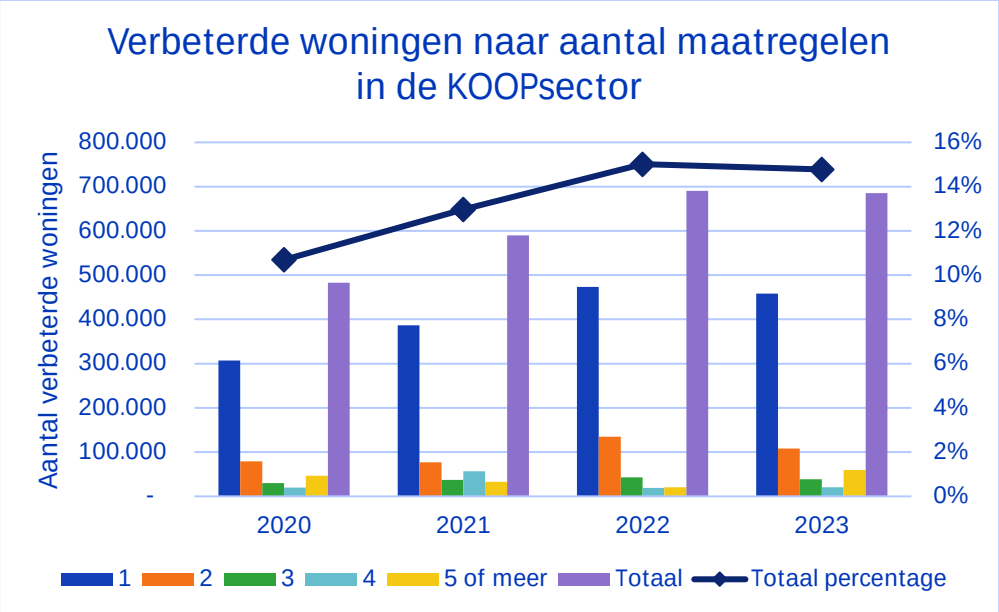
	Beschrijving
Bepaling	De resultaten zijn overgenomen van onderzoek van Ipsos I&O naar energiebesparende maatregelen en bewerking van RVO. RVO laat jaarlijks een vragenlijst uitzetten naar energiebesparende en aardgasvrije maatregelen. Op basis van een weegfactor wordt afgeleid hoeveel woningen in Nederland maatregelen hebben genomen.
Bronnen	IPSOS I&O (2024). Energiebesparende maatregelen & aardgasvrij. 2024/137

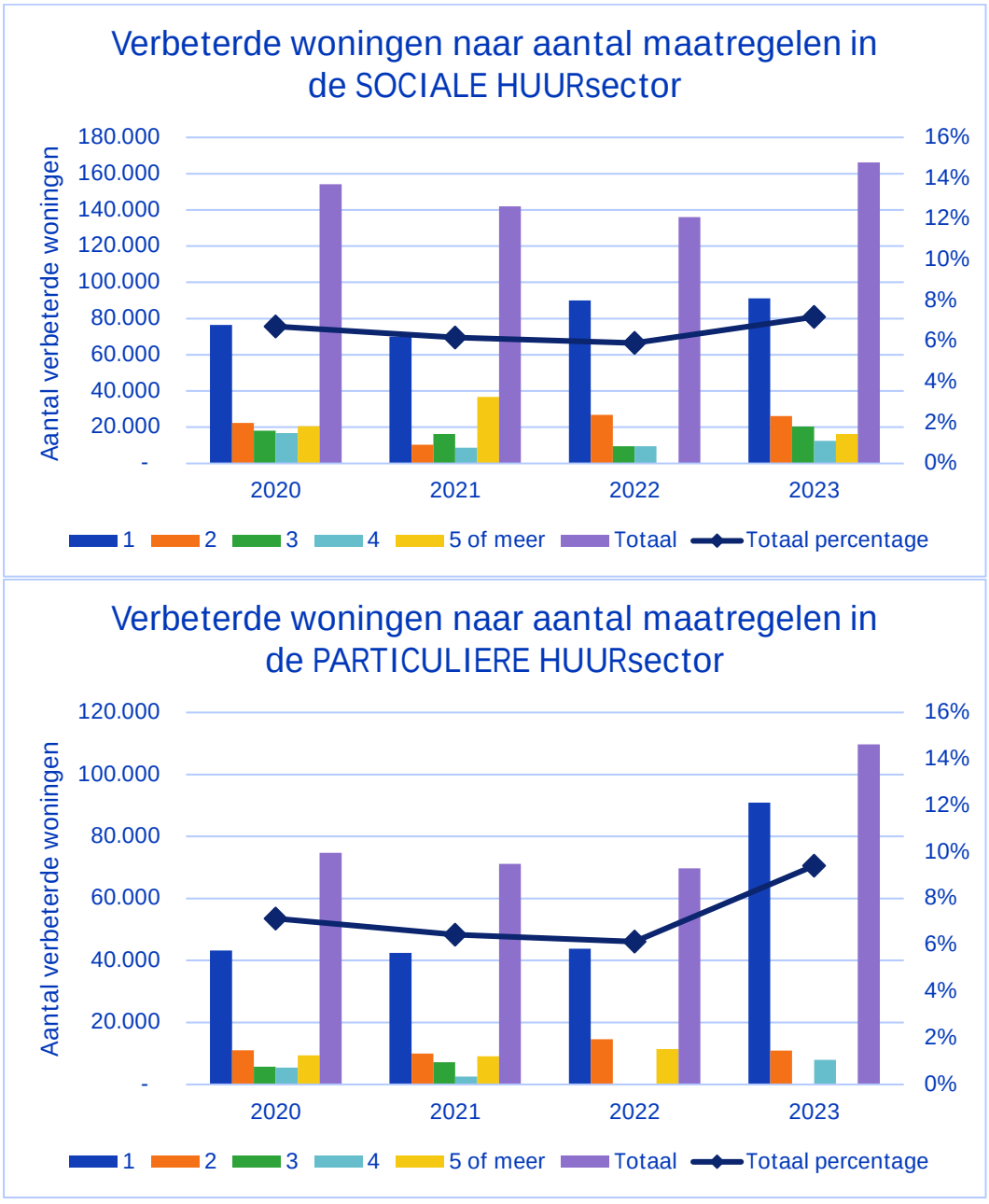
3.3.2 Meting

Elk jaar worden er honderdduizenden besparingsmaatregelen getroffen in bestaande woningen. Meestal wordt één maatregel per keer getroffen. In koopwoningen is het aantal woningen met 5 of meer maatregelen in 2023 toegenomen ten opzichte van voorgaande jaren. Het totaal aantal verbeterde koopwoningen is ongeveer gelijk gebleven.

Na een dalende trend van 2020-2022 is het totaal aantal verbeterde woningen in de sociale huursector toegenomen in 2023. Het aantal woningen met 1 of 2 maatregelen is ongeveer gelijk gebleven in 2023 ten opzichte van 2022, het aantal sociale huurwoningen waar 3 of meer maatregelen zijn getroffen is toegenomen.

Het totaal aantal verbeterde particuliere huurwoningen is toegenomen in 2023. Dit komt met name door een verdubbeling van het aantal woningen waar één maatregel wordt getroffen.





Figuur 3.6: Aantal verbeterde woningen naar aantal maatregelen en naar eigendomsklasse (Bron: Ipsos I&O 2024)

4 Materialentransitie

Het hoofddoel van de verduurzaming van de gebouwde omgeving is reductie van de CO_2-uitstoot[11]. Dit kan onder andere bereikt worden door energie te besparen met isolatie van woningen en met zuinigere installaties of installaties die andere energiebronnen gebruiken. Deze isolatie en installaties hebben op zichzelf ook een impact, de zogeheten materiaalgebonden CO_2-uitstoot.

In dit hoofdstuk bekijken we daarom drie onderdelen:
1. Het aantal isolatie- en installatiemaatregelen
2. De materiaalgebonden CO_2-uitstoot van deze maatregelen
3. De reductie in CO_2-uitstoot tijdens de gebruiksfase van installatiemaatregelen.

4.1 Aantal toegepaste maatregelen

Deze paragraaf bekijkt de trend van toegepaste isolatiemaatregelen en de installaties van warmtepompen, ventilatiesystemen en PV-systemen.

4.1.1 Aantal isolatiemaatregelen

4.1.1.1 Indicator

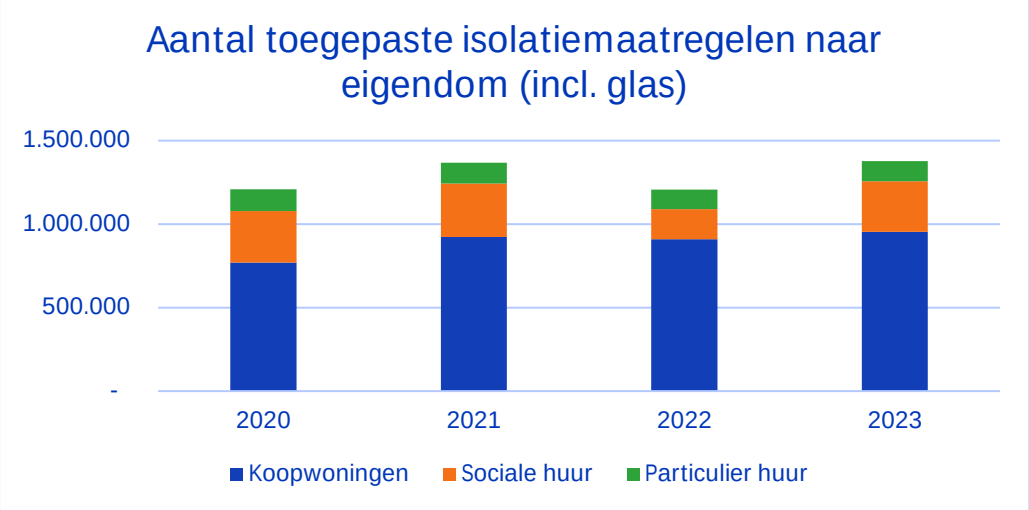
	Beschrijving
Definitie	Aantal toegepaste isolatiemaatregelen
Eenheid	Aantal
Toelichting	De maatregelen die zijn meegenomen zijn: - Glasisolatie - Spouwmuurisolatie in bestaande muur - Gevelisolatie - Dakisolatie - Vloerisolatie - Bodemisolatie (sinds 2022 uitgevraagd) Uitgesplitst naar eigendomsklasse
Bepaling	De resultaten zijn overgenomen van onderzoek van Ipsos I&O naar energiebesparende maatregelen en bewerking van RVO. RVO laat jaarlijks een vragenlijst uitzetten naar energiebesparende en aardgasvrije maatregelen in een representatieve steekproef van bewoners. Met weegfactoren kunnen de antwoorden worden opgeschaald om inzicht te bieden in de toepassing van energiebesparende maatregelen in Nederland. Er is geen onderscheid gemaakt naar de leeftijd van de woning.
Bronnen	- Ipsos I&O (2024). Energiebesparende maatregelen & aardgasvrij. 2024/137 - RVO (2024). Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving

[11] Klimaatakkoord

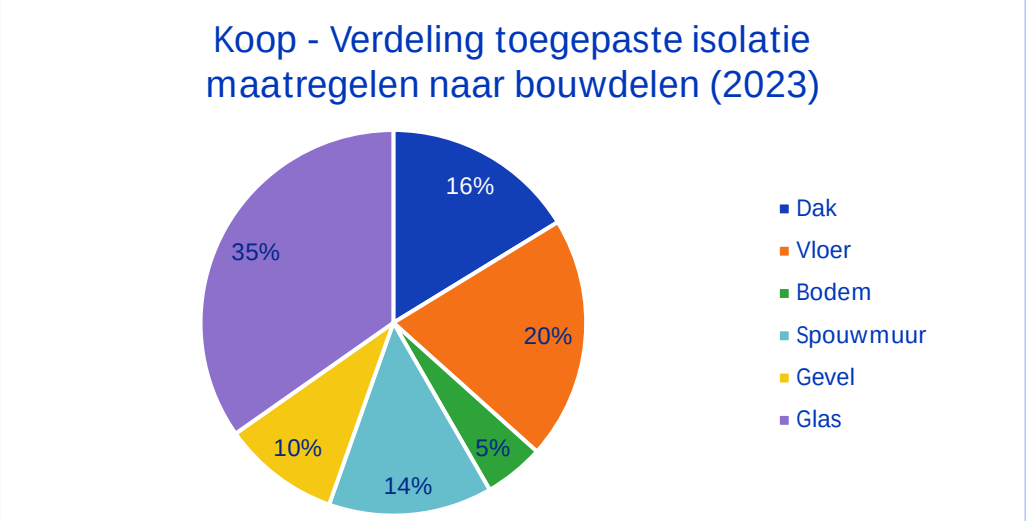
4.1.1.2 Meting

De meeste maatregelen worden in koopwoningen toegepast (Figuur 4.1), dit is naar verwachting, omdat bijna 60% van de woningen in Nederland een koopwoning is (zie Figuur 2.1). In 2022 was er een dip in het aantal isolatiemaatregelen bij sociale huurwoningen[12], in 2023 is deze weer hersteld.

Ter verduidelijking zijn ook drie cirkeldiagrammen opgenomen die per eigendomsklasse laten zien wat de verdeling van de isolatiemaatregelen naar bouwdeel is in 2023 (Figuur 4.2 t/m Figuur 4.4). Glasisolatie[13] is in alle eigendomsklasses de maatregel die het vaakst wordt toegepast. In koopwoningen werd relatief vaker vloer- en gevelisolatie toegepast dan bij huurwoningen. In 2022 was gevelisolatie juist bij sociale huurwoningen hoger dan de andere twee eigendomstypes. In 2023 wordt bij sociale huurwoningen relatief vaker bodemisolatie toegepast. Zie ook bijlage A.1 voor het aantal maatregelen naar bouwdeel en eigendom van 2020-2023.

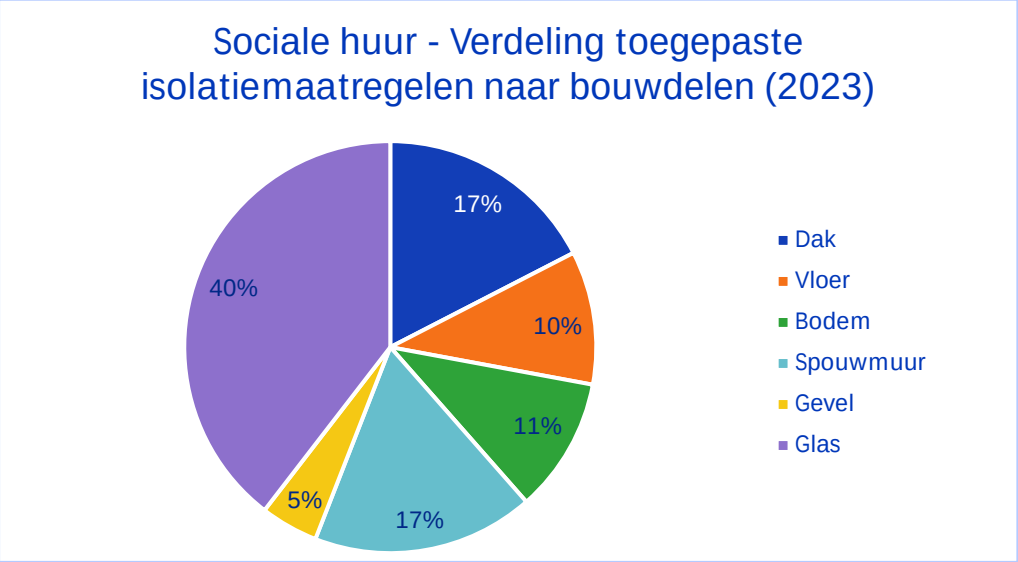


Figuur 4.1: Aantal toegepaste isolatiemaatregelen per jaar van 2020 t/m 2023 (Bron: Ipsos I&O)

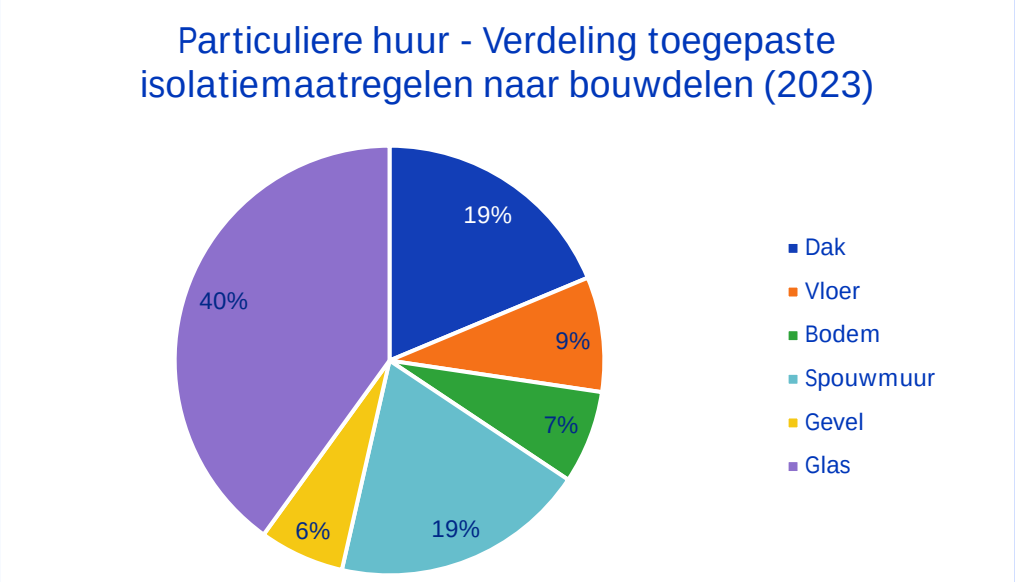


Figuur 4.2: Verdeling van maatregelen naar bouwdelen bij koopwoningen in 2023 (Bron: Ipsos I&O)

[12] Deze dip is niet te zien in paragraaf 3.3, waar warmtepompen en zonneboilers ook zijn inbegrepen.
[13] Vanaf dubbel glas en beter telt mee als glasisolatie



Figuur 4.3: Verdeling van maatregelen naar bouwdelen bij sociale huurwoningen in 2023 (Bron: Ipsos I&O



Figuur 4.4: Verdeling van maatregelen naar bouwdelen bij particuliere huurwoningen in 2023 (Bron: Ipsos I&O

4.1.2 Aandeel biobased isolatie

4.1.2.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Aandeel oppervlak biobased isolatie in het totale geïsoleerde oppervlak
Eenheid	%
Toelichting	Verkochte oppervlakte biobased isolatiemateriaal als aandeel in totale oppervlakte verkocht isolatiemateriaal
Bepaling	Aantal m^2 verkocht biobased isolatiemateriaal / totaal m2 verkocht isolatiemateriaal

	Beschrijving
Bronnen	• Buildsight verzamelt jaarlijks verkoopdata van isolatiematerialen bij leveranciers voor de Monitor EnergieBesparing Gebouwde Omgeving. Sinds 2013 verzamelt Buildsight ook informatie over vlaswol, houtwol, metisse en hennep/jute en sinds 2015 ook cellulose. Deze informatie is echter niet openbaar. • Vanaf 2025 komt de Monitor Nationale Aanpak Biobased Bouwen beschikbaar, ontwikkeld door Buildsight in opdracht van RVO.

4.1.2.2 Meting

Er zijn nog geen data beschikbaar voor deze indicator.

4.1.3 Warmtepompen

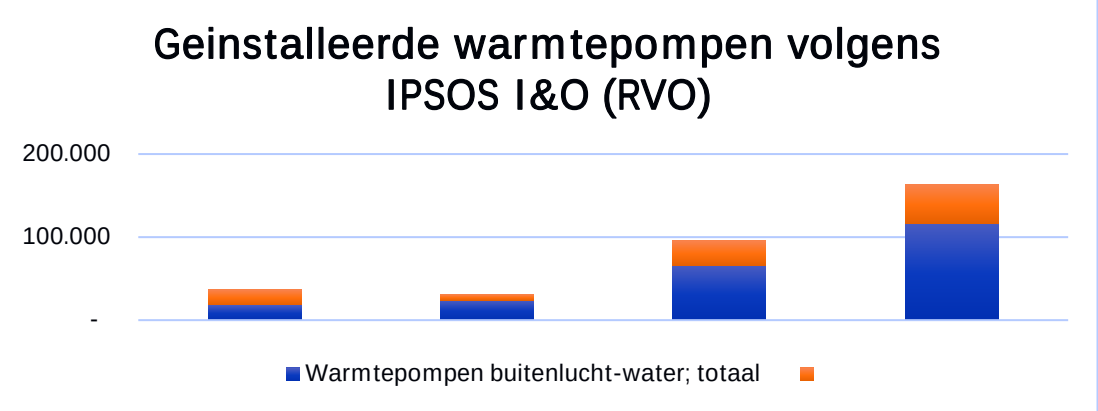
4.1.3.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Aantal warmtepompen dat in het zichtjaar geïnstalleerd is
Eenheid	Aantal per type warmtepomp
Toelichting	Het CBS ontvangt jaarlijks gegevens van de Vereniging Warmtepompen over het aantal verkochte warmtepompen naar 4 vermogensklasses. Op basis van deze klasses wordt bepaald welke warmtepompen in woningen geïnstalleerd zijn. Omdat de onzekerheid te groot wordt geacht heeft het CBS vanaf 2022 geen cijfers meer over het aantal bijgeplaatste warmtepompen in een jaar, wel over het totaal aantal geïnstalleerde warmtepompen aan het eind van het jaar. Voor deze monitor heeft TNO daarom als indicatie het aantal bijgeplaatste pompen afgeleid van de toename in het totaal aantal warmtepompen. Ten opzichte van de monitor over 2022 heeft CBS de cijfers wat aangepast: er waren in 2022 wat minder bodemwarmtepompen geplaatst en meer lucht-waterwarmtepompen dan vorig jaar werd aangenomen. De cijfers voor lucht-luchtwarmtepompen zijn vanaf 2020 gecorrigeerd en vallen lager uit. Op basis van aannames is een poging gedaan om warmtepompen in de bestaande bouw en nieuwbouw te scheiden, zie een tekstkader voor de toelichting.
Bepaling	nvt
Bronnen	• CBS Statline: Warmtepompen; aantallen, thermisch vermogen en energiestromen (december 2024)

Warmtepompen in bestaande woningen

Om voor verschillende typen warmtepompen onderscheid te kunnen maken naar bestaande bouw en nieuwbouw is een aantal informatiebronnen gecombineerd en zijn aannames gedaan. De uitgangspunten voor de meting worden hieronder toegelicht:

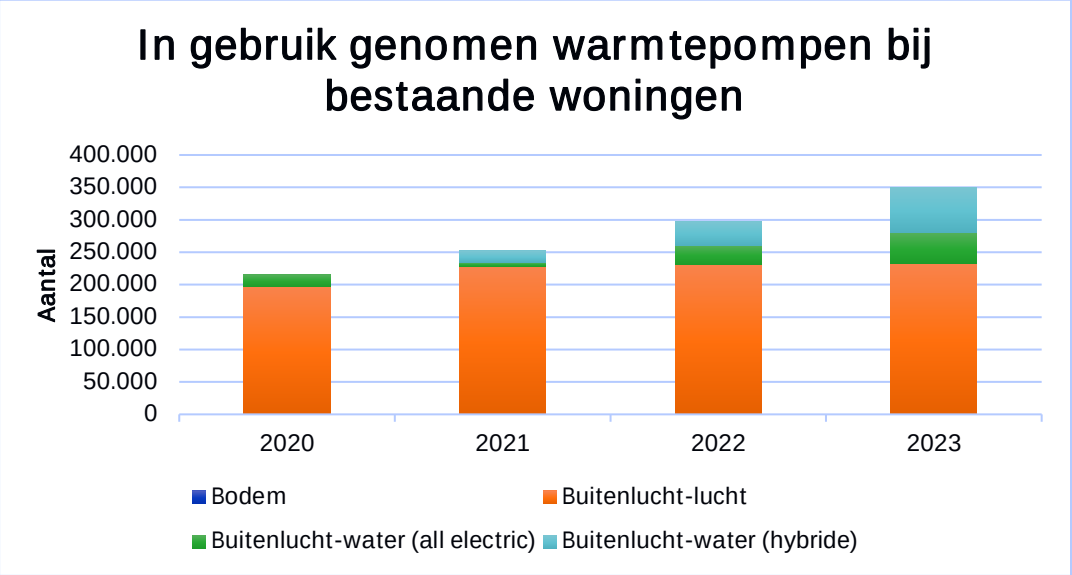
- Het aandeel van de CBS geplaatste lucht-water warmtepompen dat hybride is, wordt berekend op basis van cijfers van Ipsos I&O onderzoek, zie Figuur 4.5.
- Het aandeel warmtepompen in de nieuwbouw is gegroeid naar 68% in 2023 (lucht-water of bodemwarmtepomp) (Robin Niessink et al. (2024). Energieverbruik en energiebesparing in de bestaande woningbouw en utiliteitsbouw. TNO P10123, Bijlage C)
- Alle volgens CBS geplaatste bodemwarmtepompen worden aan de nieuwbouw toegeschreven. De Monitor Verduurzaming Gebouwde omgeving (RVO, 2024) vermeld ook dat warmtepompen op basis van bodemwarmte voornamelijk worden toegepast bij nieuwbouw. Nb. Buildsight heeft echter op basis van voortschrijdend inzicht hun aanname veranderd over nieuwe grondwaterwarmtepompen en schrijft nu 50% toe aan nieuwbouwwoningen.
- Het deel van de nieuwbouwwoningen dat geen bodemwarmtepomp heeft, heeft een all-electric lucht-waterwarmtepomp
- Alle lucht-water warmtepompen die niet naar de nieuwbouw zijn gegaan (all-electric en hybride), worden toegeschreven aan de bestaande bouw
- Tot slot wordt 90% van de lucht-lucht warmtepompen aan de bestaande bouw toegeschreven (dit betekent dat 1/3 van de nieuwbouw een lucht-lucht warmtepomp krijgt in 2023).



Figuur 4.5: Aantal geplaatste systemen uit de vragenlijst van IPSOS I&O. De respondenten van de vragenlijst kunnen zowel een nieuwbouwwoning als bestaande woning hebben. Bron: IPSOS I&O (2024). Energiebesparende maatregelen & aardgasvrij. 2024/137.

4.1.3.2 Meting

Figuur 4.6 laat zien hoeveel warmtepompen er in een bepaald jaar geïnstalleerd zijn en de reeks geeft het tempo van installatie weer. Het aantal bijgeplaatste lucht-luchtwarmtepompen blijft de laatste drie jaar ongeveer gelijk op ongeveer 230.000 per jaar. Lucht-luchtwarmtepompen, of airconditioners, worden ook steeds meer voor verwarming gebruikt. De groei in lucht-waterwarmtepompen zette in 2023 door, er zijn bijna 2 keer zoveel warmtepompen geplaatst als in 2022.



Figuur 4.6: Inschatting van het aantal warmtepompen dat in dat jaar bij bestaande woningen is geïnstalleerd (Bron: CBS).

4.1.4 Ventilatie

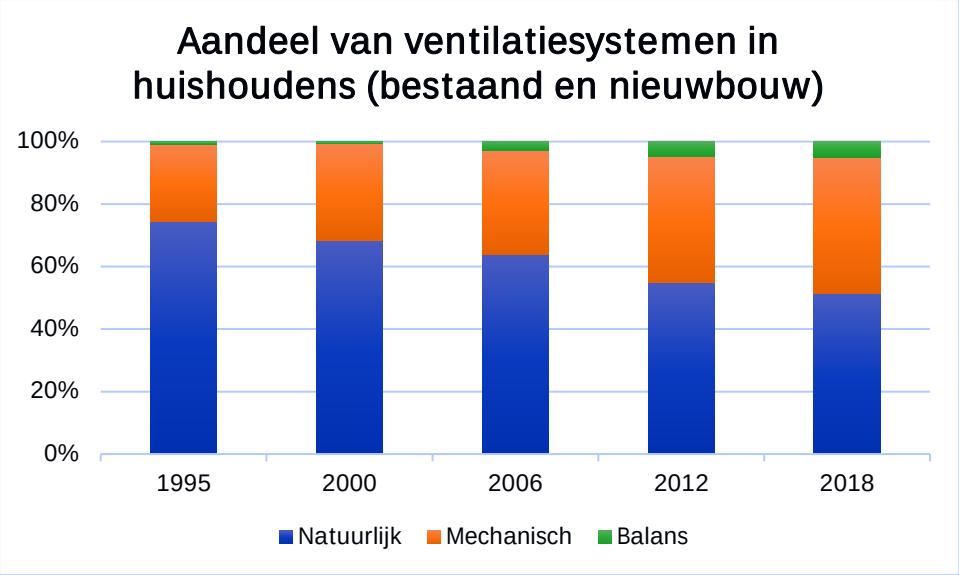
Er is ten opzichte van de monitor over 2022 geen nieuwe informatie beschikbaar gekomen over ventilatiesystemen. De informatie in dit onderdeel is daarmee hetzelfde als vorig jaar. RVO is voornemens om over 2024 vragen op te nemen in het onderzoek van Ipsos I&O over ventilatiesystemen. Daarmee zou er voor de monitor van Verbouwstromen over 2024 nieuwe informatie beschikbaar zijn.

4.1.4.1 Indicator

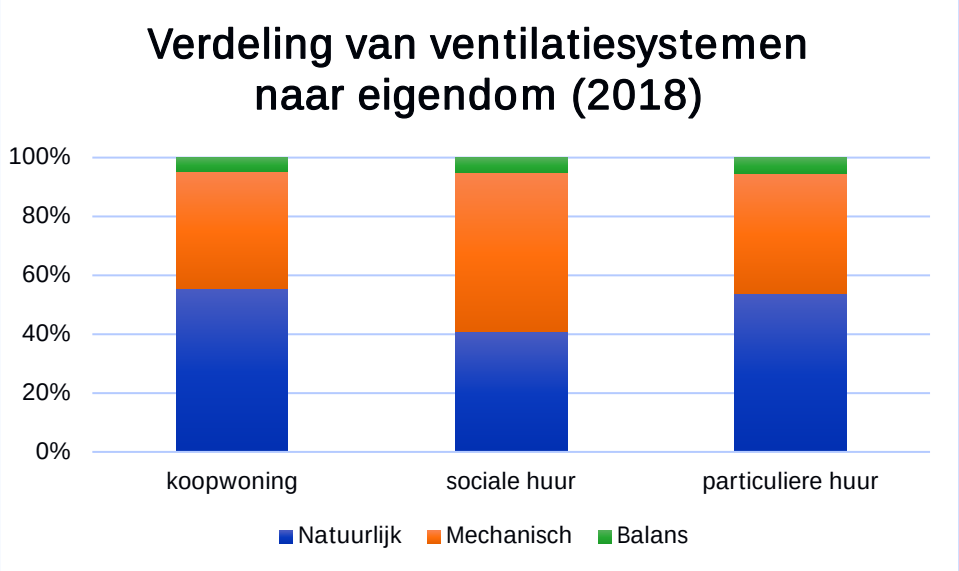
	Beschrijving
Definitie	Aantal ventilatiesystemen dat in het zichtjaar geïnstalleerd is
Eenheid	Aantal per type ventilatiesysteem
Toelichting	Er is nog geen goede bron gevonden voor de (jaarlijkse) installatie van ventilatiesystemen. Een bron die een indicatie geeft van de geïnstalleerde ventilatiesystemen is het Woon Onderzoek en KWR. De indicator is daarmee uitgedrukt in de verdeling van ventilatiesystemen over huishoudens in Nederland in de jaren van het onderzoek en voor 2018 met onderscheid naar eigendomsklasse. Er is geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw gemaakt.
Bepaling	De cijfers zijn overgenomen van de resultaten van het Woon Onderzoek (2006, 2012 en 2018) en KWR (1995 en 2000) en middels een weegfactor opgeschaald naar het niveau van Nederland.
Bronnen	WoON (2006, 2012 en 2018) / KWR (1995 en 2000) (woononderzoek.nl), analyse gepubliceerd in: Rovers, V. en Tigchelaar, C. (2022). Trends in energetische kwaliteit van woningen uit de WoON en KWR onderzoeken. TNO 2022 P12215

4.1.4.2 Meting

Figuur 4.7 laat een duidelijke trend zien van de toepassing van mechanische ventilatie die natuurlijke ventilatie vervangt. In sociale huurwoningen is het vaakst mechanische of balansventilatie toegepast (Figuur 4.8). In 2018 was het aandeel sociale huurwoningen met natuurlijke ventilatie gedaald naar 40%.



Figuur 4.7: Aandeel van ventilatiesystemen in huishoudens (Bron: Woononderzoek.nl). Er is geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw gemaakt.



Figuur 4.8: Verdeling van ventilatiesystemen naar eigendomsklasse (2018) (Bron: Woononderzoek.nl). Er is geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw gemaakt.

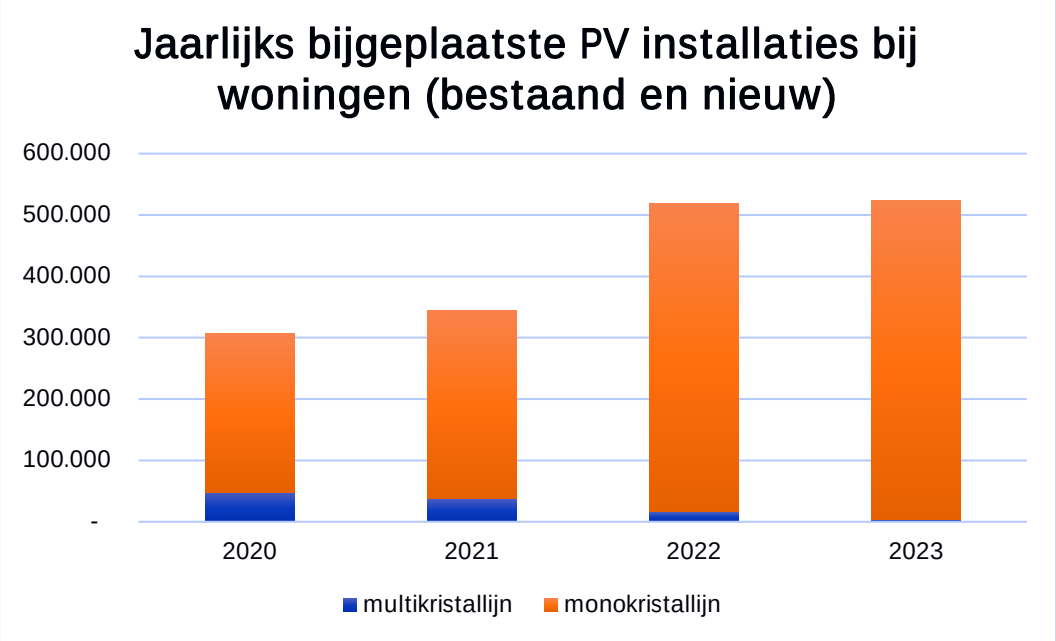
4.1.5 PV systemen

4.1.5.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Aantal gebouwgebonden PV installaties dat in het zichtjaar geïnstalleerd is bij woningen
Eenheid	Aantal
Toelichting	Er zijn diverse partijen die gegevens bijhouden over het aantal en/of vermogen van geïnstalleerde PV systemen. In deze nulmeting zijn de CBS cijfers als uitgangspunt genomen. In de cijfers wordt geen onderscheid gemaakt naar bestaande bouw of nieuwbouw en naar type PV paneel.
Bepaling	Om onderscheid te kunnen maken naar type paneel is het 'Photovoltaics report' van Fraunhofer geraadpleegd. Zie bijlage A.2 voor het percentage per technologie in de wereldwijde productie van 2018-2023. Om onderscheid te kunnen maken zijn deze percentages voor de productie overgenomen naar geïnstalleerde systemen. Voor woningen is aangenomen dat er geen dunnefilm panelen worden toegepast.
Bronnen	⟩ CBS: totaal aantal installaties, opgesteld vermogen, productie van zonnestroom bij woningen (Zonnestroom; vermogen en vermogensklasse, bedrijven en woningen, regio). ⟩ Fraunhofer (2024). Photovoltaics report.

4.1.5.2 Meting

In 2023 zijn ongeveer evenveel PV installaties geplaatst als in 2022 (Figuur 4.9). In 2023 was 97% van de wereldwijd geproduceerde PV-cellen monokristallijn. In het Solar Trendrapport van DNE Research (2024) staat dat eind 2023 ongeveer een derde van alle huishoudens zonnepanelen heeft. Bij koopwoningen heeft 1 op de 2 huishoudens zonnepanelen en bij sociale huurwoningen 1 op de 5.



Figuur 4.9: Het aantal PV installaties dat in een bepaald jaar bij woningen geïnstalleerd is (Bron: CBS en Fraunhofer). Er kon geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw worden gemaakt.

4.1.6 CV-ketels

4.1.6.1 Indicator

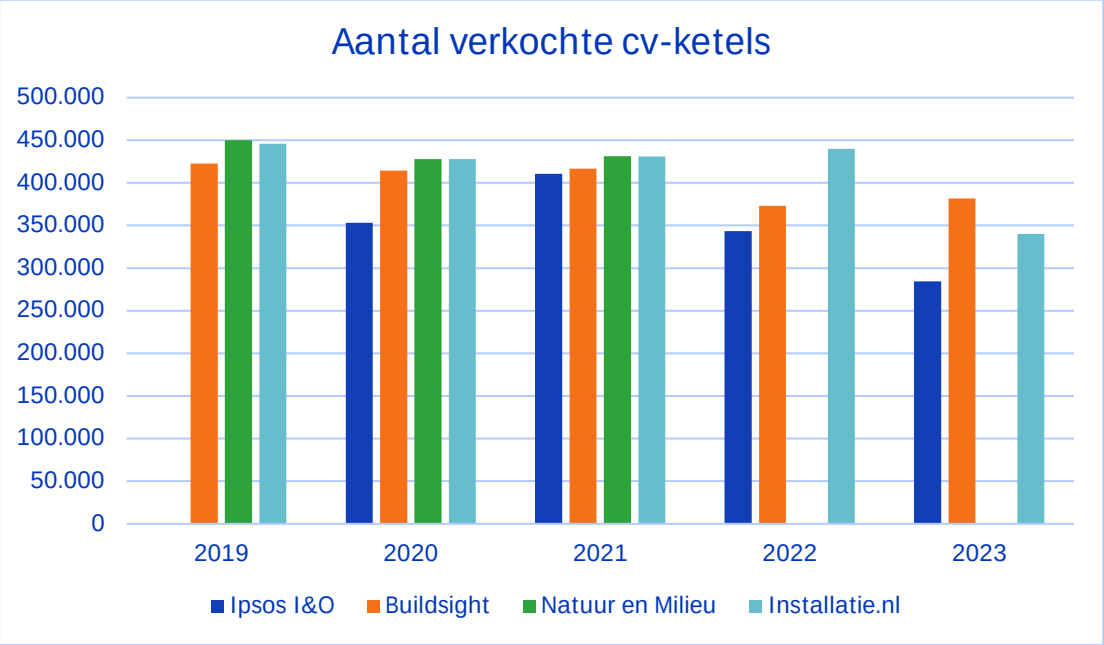
	Beschrijving
Definitie	Aantal verkochte cv-ketels
Eenheid	Aantal
Toelichting	Er zijn een aantal bronnen die bijhouden hoeveel cv ketels verkocht worden. Er is er echter geen die alleen de cijfers geeft voor bestaande woningbouw. - Ipsos I&O: woningen, bestaand en nieuw - Buildsight: Bestaande bouw, woningen en niet-woningen - Gasmonitor Natuur en Milieu: woningen en niet-woningen, bestaand en nieuwbouw - Installatie.nl: woningen en niet-woningen, bestaand en nieuwbouw
Bepaling	Ipsos I&O zet jaarlijks in opdracht van RVO een vragenlijst over energiebesparende maatregelen uit in een representatieve steekproef van bewoners. Met weegfactoren kunnen de antwoorden worden opgeschaald om inzicht te bieden in de toepassing van energiebesparende maatregelen in Nederland. Buildsight verzamelt jaarlijks voor RVO verkoopdata van isolatiematerialen bij leveranciers voor de Monitor EnergieBesparing Gebouwde Omgeving (RVO, 2024). Door de toepassing van cv ketels in de nieuwbouw in mindering te brengen op het marktvolume, worden de hoeveelheden verkregen die zijn toegepast in bestaande gebouwen. Naar aanleiding van een bericht op RTL Nieuws d.d. 5 oktober 2023[14] heeft Buildsight dit jaar de schatting van het aantal cv ketels in de nieuwbouw bijgesteld. Het nieuwsbericht liet zien dat gemeenten meer gebruik maken van de ontheffing van het aardgasaansluitverbod dan gedacht waardoor er meer cv ketels in de nieuwbouw worden toegepast dan waar eerder rekening mee werd gehouden.
Bronnen	› www.installatie.nl › Natuur en Milieu (2022). Gasmonitor - Marktcijfers warmtetechnieken. › Ipsos I&O (2024). Energiebesparende maatregelen & aardgasvrij. 2024/137 › *RVO (2024). Marktinformatie isolatiematerialen, isolatieglas en HR-ketels 2010-2023.*

4.1.6.2 Meting

De uitkomsten van Ipsos I&O (woningen) geven lagere verkoopcijfers dan de andere bronnen. Zowel Ipsos I&O als installatie.nl laten een daling in de verkoop van cv ketels zien in 2023.

In de cijfers van Buildsight is weinig verschil tussen 2022 en 2023, omdat de verkoop in beide jaren gelijk verdeeld is over deze jaren. Buildsight verzamelt de verkoopdata van leveranciers aan handelaren, installateurs en aannemers. In 2022 was er een hoge afzet, maar dat werd nog niet direct toegepast in gebouwen. In 2023 was er een lagere afzet bij de leveranciers, maar toen werd de voorraad bij tussenpartijen wel toegepast in gebouwen. De resultaten zijn daarom herverdeeld, omdat de directe verkoopcijfers van leveranciers een vertekend beeld zouden laten zien.

[14] https://www.rtl.nl/rtl-nieuws/rtl-z/artikel/5409982/van-het-gas-af-80-gemeenten-nog-nieuwbouw-met-gasaansluiting



Figuur 4.10: Het aantal verkochte cv-ketels volgens verschillende bronnen. Deze bronnen verschillen in de toepassing in woningen en niet-woningen en in bestaande bouw en nieuwbouw.

4.2 Materiaalgebonden CO_2-uitstoot

De materiaalgebonden CO_2-eq-uitstoot is de impact die een product gedurende de levensduur heeft op het klimaat. De indicatoren in dit hoofdstuk omvatten alle fasen in de levensduur van het materiaal of de installatie. Om de indicatoren in dit hoofdstuk te kunnen vergelijken met die van hoofdstuk 4.3 wordt de milieu-impact uitgedrukt in CO_2-eq. in plaats van de Milieukosten Indicator (MKI) die is samengesteld uit verschillende milieu impacts. Het klimaateffect is één van de impactcategorieën van een MKI score[15]. Het aandeel van het klimaateffect in de totale MKI score kan verschillen tussen materialen (zie Bijlage A), zoals bijvoorbeeld bij kunststof isolatiematerialen en bij typen PV-panelen.

4.2.1 Isolatiematerialen

4.2.1.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Gemiddelde materiaalgebonden CO_2-eq. uitstoot van isolatiematerialen die in het zichtjaar in woningen toegepast zijn
Eenheid	kg CO_2-eq / m^2 / Rd
Toelichting	Om de uitstoot jaarlijks te kunnen vergelijken wordt de CO_2-eq. uitstoot per vierkante meter geïsoleerd oppervlak en per eenheid warmteweerstand (Rd) uitgedrukt. Buildsight verzamelt jaarlijks voor RVO verkoopdata van isolatiematerialen bij leveranciers voor de Monitor EnergieBesparing Gebouwde Omgeving (2022). De resultaten zijn per materiaalgroep beschikbaar en bestaan uit de volgende materialen:

[15] Daarbij moet worden vermeld dat biogene opslag nog niet wordt meegenomen in de impactberekening.

	Beschrijving
	- Minerale en organische isolatiematerialen: Glaswol, steenwol en biobased materialen (Vlaswol, houtwol en cellulose) - Kunststof isolatiematerialen en isolatiefolies: EPS, XPS, PF en PUR/PIR - Spouwmuurvulling/vloerspray: PUR-sprayen, bodemhygrolatie, losse EPS parels, glaswolvlokken, uf-schuim, steenwol, ps-parels, pur-schuim - Glas: HR++ glas, triple glas, vacuümglas (nb. Voor vacuümglas is nog geen milieu-impact beschikbaar) Door de toepassing van deze isolatiematerialen (in de gebouwschil) in de nieuwbouw in mindering te brengen op het marktvolume, worden de hoeveelheden verkregen die zijn toegepast in bestaande gebouwen (inclusief de utiliteitsbouw). Voor het bepalen van de milieu-impact van de materialen is gebruik gemaakt van de informatie op Nibe.info (fases A t/m D), welke is gebaseerd op informatie uit de Nationale Milieudatabase (NMD). Voor glasisolatie zijn de productkaarten in de NMD geraadpleegd, zie bijlage C.1. Indien er meerdere opties voor een materiaal beschikbaar zijn is een (ongewogen) gemiddelde van de milieu-impact bepaald van dat specifieke materiaal. Om de milieu-impact per materiaalgroep (minerale wol, kunststof, spouwmuurvulling/vloerspray, glas) te bepalen is vervolgens een gewogen gemiddelde berekend.
Bepaling	Gewogen gemiddelde CO_2-eq.-uitstoot per materiaalgroep op basis van de CO_2-eq.-uitstoot per type materiaal in deze groep
Bronnen	• *RVO (2024). Marktinformatie isolatiematerialen, isolatieglas en HR-ketels 2010-2023.* De cijfers voor materialen onder 'Minerale en organische isolatiematerialen' en 'Kunststoffen' zijn afkomstig van informatie van groothandels en leveranciers van deze materialen, die van de groep Spouwmuurvulling/vloerspray komen van SKG-IKOB en Insula Certificatie[16]. Deze indeling sluit overigens niet uit dat materialen onder Minerale Wol en Kunststof ook in spouwmuren en vloeren worden toegepast. De verkoopcijfers voor glas zijn verkregen van de Stichting Vlakglas Recycling Nederland[17]. • Nibe.info: bevat productkaarten van onder andere isolatiematerialen met de milieu-impact • Nationale Milieudatabase (viewer)

4.2.1.2 Meting

Figuur 4.11 geeft de resultaten weer van de materiaalgebonden impact van verschillende materiaalgroepen. De verschillen tussen de zichtjaren kunnen ontstaan door verschillen in de onderlinge verhouding van de hoeveelheid verkochte materialen binnen een materiaalgroep. Bij de minerale, organische en kunststof isolatiematerialen is er weinig verschil tussen 2022 en 2023, omdat de verkoop in beide jaren gelijk verdeeld is over deze jaren. Buildsight verzamelt de verkoopdata van leveranciers aan handelaren, installateurs en aannemers. In 2022 was er een hoge afzet, maar dat werd nog niet direct toegepast in gebouwen. In 2023 was er een lagere afzet bij de leveranciers, maar toen werd de voorraad bij tussenpartijen wel toegepast in gebouwen. De resultaten zijn daarom herverdeeld, omdat de directe verkoopcijfers van leveranciers een vertekend beeld zouden laten zien.

Uit de Marktinformatie (RVO, 2024) kan worden opgemaakt dat het totale oppervlakte aan minerale en organische isolatiematerialen in de bestaande bouw (inclusief utiliteitsbouw)

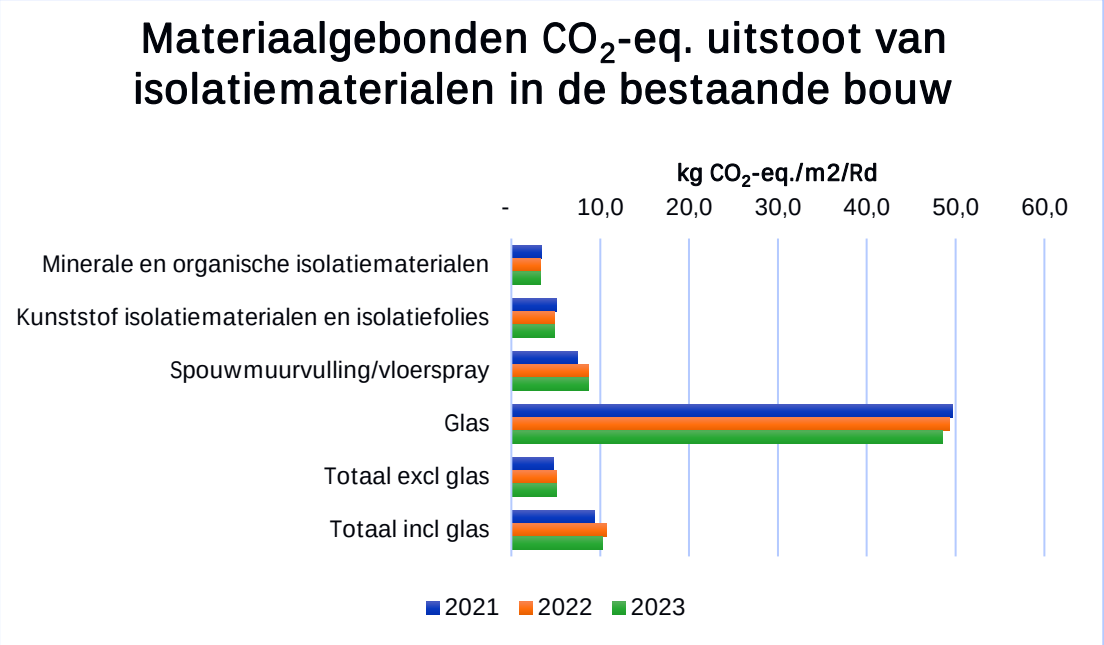
[16] SKG-IKOB verstrekt certificaten voor na-isolatiemethoden (spouwvulling, buitengevelisolatie en vloersprayen) in Nederland aan onder andere de leden van de Vereniging van Erkende Na-isolatiebedrijven in Nederland (VENIN). Sinds een aantal jaar is ook Insula Certificatie actief op dit gebied.

[17] Voor elke vierkante meter isolatieglas die in Nederland verkocht wordt gaat er een recyclingbijdrage naar Stichting Vlakglas Recycling Nederland

sinds 2019 afneemt (met een uitschieter in 2021 vanwege de lockdown in het eerste jaar van de Corona pandemie). De gemiddelde warmteweerstand per m^2 materiaal neemt licht toe. Zoals te zien is in Figuur 4.11 hebben materialen onder 'Minerale en organische isolatiematerialen' gemiddeld een lagere uitstoot dan de materiaalgroepen 'Kunststof isolatiematerialen' en 'Spouwmuurvulling/vloerspray'.

De Markinformatie (RVO, 2024) geef verder aan dat het oppervlak aan kunststof isolatiematerialen fluctueert met uitschieters in 2015, 2016, 2020 en 2021. De gemiddelde warmteweerstand per m^2 kunststof materiaal in de bestaande bouw varieert de laatste 10 jaar tussen de 3,4 (2020) en 2,6 (2022 en 2023).

De toepassing van isolatieglas schommelt de laatste 5 jaar rond de 4 miljoen m^2 per jaar (RVO, 2024). Glas heeft per vierkante meter en per eenheid warmteweerstand een hogere materiaalgebonden CO_2-eq.-uitstoot dan isolatiematerialen voor andere bouwdelen (Figuur 4.11).



Figuur 4.11: De (gewogen) klimaatimpact van verschillende materiaalgroepen en het totaal.

4.2.2 Warmtepompen

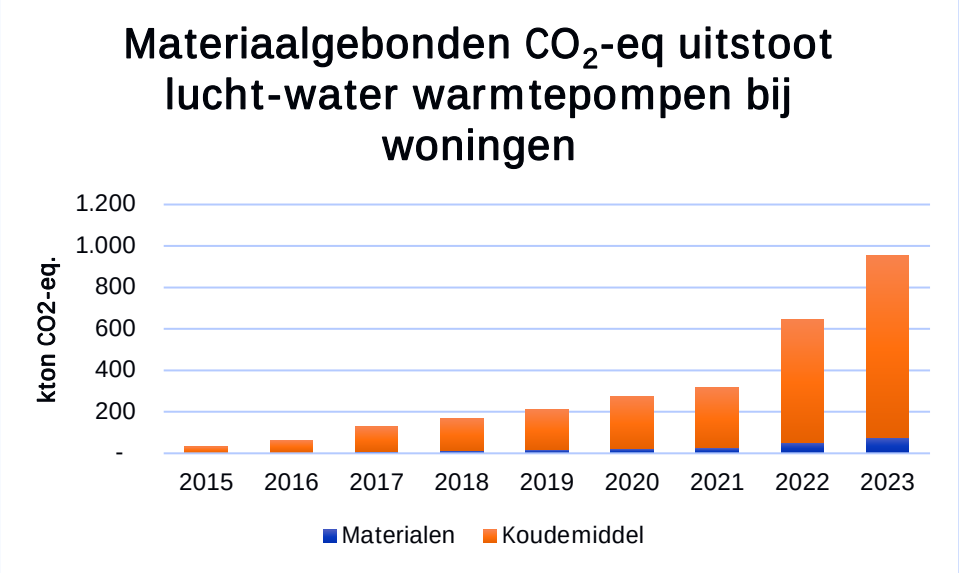
4.2.2.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Materiaalgebonden CO_2-eq.-uitstoot van de warmtepompen die in het zichtjaar geïnstalleerd zijn
Eenheid	kton CO_2-eq.
Toelichting	Uit recent onderzoek van TNO is de materiaalgebonden milieu-impact van lucht-water warmtepompen (incl. hybride) verkregen, zie bijlage C.2. Daarbij moet vermeld worden dat er nog veel onderzoek gaande is naar de milieu-impact van warmtepompen. Koudemiddelen hebben hier een belangrijke bijdrage in, 92% van de materiaalgebonden CO_2-eq. uitstoot is afkomstig van koudemiddelen.

	Beschrijving
	In de berekening van TNO wordt het koudemiddel R134a als referentie gebruikt voor de impact van de lucht-water warmtepomp. Dat is het niet het meest voorkomende koudemiddel bij dit type warmtepomp, dat zijn R410a en R32, maar R134a zit er qua impact tussenin. Er zijn geen berekeningen van de CO_2-eq uitstoot van bodemwarmtepompen en lucht-lucht warmtepompen.
Bepaling	Aantal geïnstalleerde warmtepompen per type * gemiddelde materiaalgebonden CO_2-eq. per type
Bronnen	CBS Statline: Warmtepompen; aantallen, thermisch vermogen en energiestromen (oktober 2023) Milieu-impact: R. (Rick) Scholtes, E.E. (Elisabeth) Keijzer, J.J. (Joachim) Koot, R.E.J. (Richard) Kemp (2023). Notitie: Duiding Milieuprestatie Warmtepompen in de bestaande bouw. TNO 2023 M10634

4.2.2.2 Meting

Het aantal lucht-water warmtepompen dat jaarlijks geïnstalleerd wordt neemt toe (4.1.3) en daarmee de jaarlijkse materiaalgebonden CO_2-eq. uitstoot. Figuur 4.12 laat de impact zien naar het aandeel wat materialen en koudemiddelen bijdragen aan het totaal.



Figuur 4.12: Materiaalgebonden CO_2-eq-uitstoot van lucht-water warmtepompen die in het zichtjaar geïnstalleerd zijn in woningen (bron: CBS en TNO).

4.2.3 Koudemiddelen in warmtepompen

4.2.3.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Ontwikkeling van GWP in koudemiddelen van lucht-water, grond-water en water-water warmtepompen
Eenheid	%
Toelichting	Een van de grondstoffen in een warmtepomp is het koudemiddel. Het koudemiddel in warmtepompen is een broeikasgas en kan door lekkage een belangrijk aandeel in de CO_2-eq uitstoot hebben. Uit data van de ISDE regeling kan inzicht verkregen wordt over het koudemiddel dat gebruikt wordt in verschillende warmtepompen (lucht-luchtwarmtepompen komen niet in aanmerking voor subsidie en zijn daarom niet opgenomen). De data betreft momenteel alleen warmtepompen die in bestaande koopwoningen (niet-VvE) geïnstalleerd zijn met subsidie van de ISDE.
Bepaling	Aandeel gesubsidieerde warmtepompen naar type koudemiddel
Bronnen	› RVO: data over warmtepompen in de Investeringssubsidie Duurzame Energie en Energiebesparing (ISDE)

4.2.3.2 Meting

In Figuur 4.13 wordt de verhouding weergegeven van gebruikte koudemiddelen in verschillende typen warmtepompen.

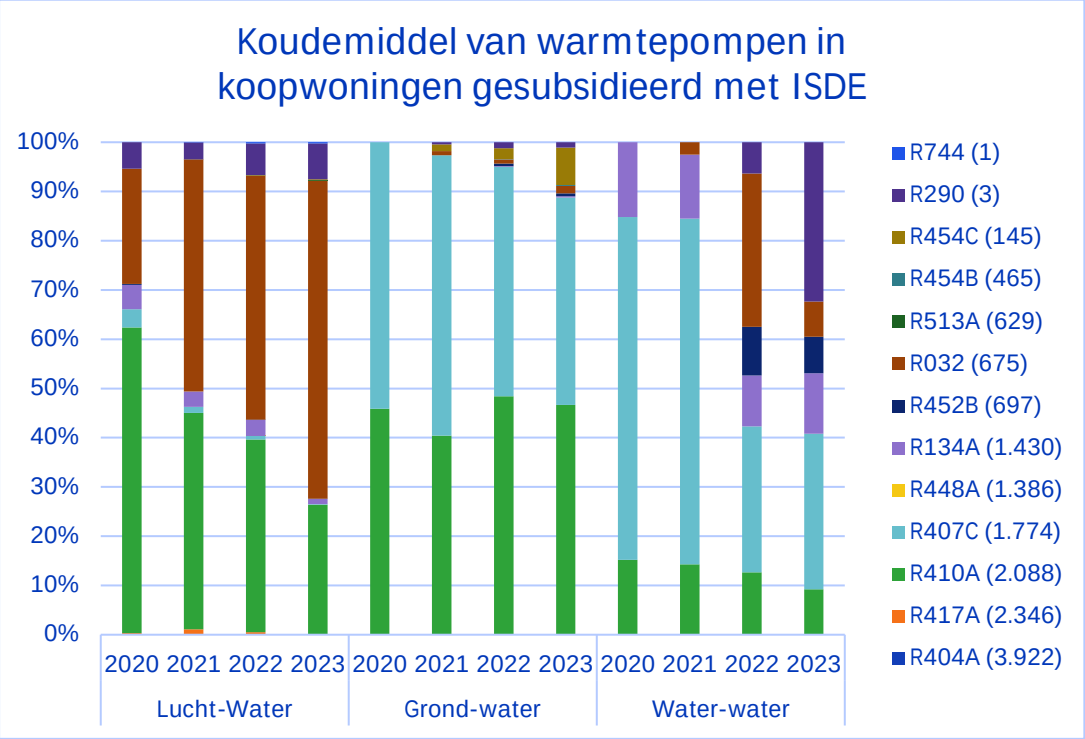
In lucht-water warmtepompen lijkt R410A (GWP: 2.088[18]) vervangen te worden door R32 (GWP: 675) dat in 2023 in ruim 60% van de warmtepompen wordt gebruikt.

Waar in 2020 in grond-waterwarmtepompen alleen R407C (GWP: 1.774) en R410A (GWP: 2.088) werd gebruikt, worden in 2024 in 10% van de gevallen ook andere koudemiddelen toegepast, met name R454C (GWP: 145).

In 2020 en 2021 was in water-waterwarmtepompen het koudemiddel R407C (GWP: 1.774) dominant (ongeveer 70%), maar dat is in 2024 gereduceerd tot 30%. Hier is in 2022 met name R32 (GWP: 675) voor in de plaats gekomen en in 2023 propaan (R290, GWP: 3).

Daarmee lijkt er bij bestaande koopwoningen een trend te zijn naar koudemiddelen met een lager aardopwarmingsvermogen.

[18] https://www.dcceew.gov.au/environment/protection/ozone/rac/global-warming-potential-values-hfc-refrigerants



Figuur 4.13: Verhouding van koudemiddel van warmtepompen die met ISDE subsidie bij bestaande koopwoningen zijn geïnstalleerd. Tussen haakjes staat de GWP van het middel vermeld (R744 = CO_2, R290 = propaan).

4.2.4 Ventilatie

4.2.4.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Materiaalgebonden CO_2-eq.-uitstoot van de ventilatiesystemen die in het zichtjaar geïnstalleerd zijn
Eenheid	kton CO_2-eq.
Toelichting	De Nationale Milieudatabase geeft de impact op klimaatverandering voor twee typen ventilatiesystemen in woningen, zie bijlage C.3. Er is helaas geen informatie beschikbaar over de jaarlijkse installatie van ventilatiesystemen, waardoor deze indicator niet kan worden bepaald.
Bepaling	Aantal geïnstalleerde ventilatiesystemen naar type * materiaalgebonden CO_2-eq uitstoot per type systeem
Bronnen	⟩ Nationale Milieudatabase (2023). Rapport categorie 3 data. Element 57.1 – Centrale luchtbehandeling voor het klimaat & 57.2 – Lokale mechanische afzuiging – ventilatie type C en type D

4.2.4.2 Meting

Het aantal geïnstalleerde systemen in een zichtjaar is onbekend.

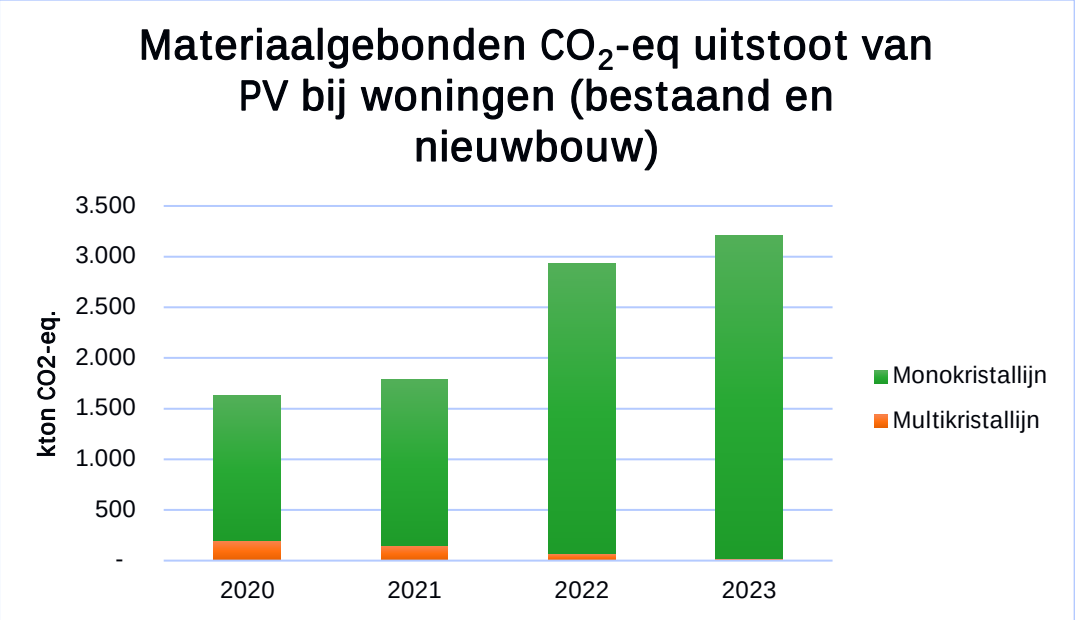
4.2.5 PV systemen

4.2.5.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Materiaalgebonden CO_2-eq.-uitstoot van de gebouwgebonden PV systemen die in het zichtjaar geïnstalleerd zijn bij woningen
Eenheid	kton CO_2-eq.
Toelichting	De milieu-impact van mono- en multikristallijne PV systemen zijn verkregen uit de Nationale Milieudatabase, zie bijlage C.4. De impact wordt uitgedrukt in kg CO_2-eq. per m^2 paneel. Het totaal geïnstalleerde oppervlakte per zichtjaar is geschat door het geïnstalleerde vermogen (CBS data) te delen door het vermogen per m^2 paneel: 213 Wp/m^2. Dit vermogen kan verschillen voor mono- en multikristallijne panelen, maar daar is in deze schatting geen rekening mee gehouden. Vervolgens is het totaal aantal vierkante meters verdeeld over multi- en mono kristallijne panelen door hier het percentage van het Fraunhofer rapport op toe te passen, zij bijlage A.2. Er kan geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw worden gemaakt. Nb. De milieu-impact is exclusief de omvormer, die zelf een belangrijke milieu-impact heeft Per kWp is de milieu-impact van een PV-paneel echter een factor 4 groter dan die van de gebruikte omvormer(s).
Bepaling	Materiaalgebonden CO_2-eq. uitstoot per m2 per type paneel * totaal aantal geïnstalleerde m2 per type paneel in het zichtjaar
Bronnen	› CBS: totaal aantal installaties, opgesteld vermogen, productie van zonnestroom bij woningen (Zonnestroom; vermogen en vermogensklasse, bedrijven en woningen, regio). › Nationale Milieudatabase (2023): Rapport categorie 3 data. Cluster 5 – PV panelen › Fraunhofer (2024). Photovoltaics report.

4.2.5.2 Meting

Het grootste aandeel van de materiaalgebonden CO_2-eq uitstoot komt van monokristallijne PV panelen. Deze worden veruit het vaakst toegepast (4.1.5). Ook hebben ze de hoogste milieu impact per m^2 paneel. De impact ligt een factor 1,4 hoger dan een multikristallijn paneel. Daar staat tegenover dat monokristallijne panelen efficiënter zijn.



Figuur 4.14: Materiaalgebonden CO_2-eq. uitstoot van de in dat jaar geïnstalleerde PV panelen (CBS en TNO).

4.3 CO_2-reductie in de gebruiksfase

Isolatie- en installatiemaatregelen worden toegepast om energiegebruik te reduceren en/of om een duurzamere energiebron te kunnen gebruiken zodat de CO_2-uitstoot wordt verlaagd. Dit hoofdstuk bekijkt dit effect voor warmtepompen en PV panelen. In tegenstelling tot hoofdstuk 4.2 wordt hier de vermeden uitstoot in kton CO_2 uitgedrukt in plaats van kton CO_2-eq.

4.3.1 Warmtepompen

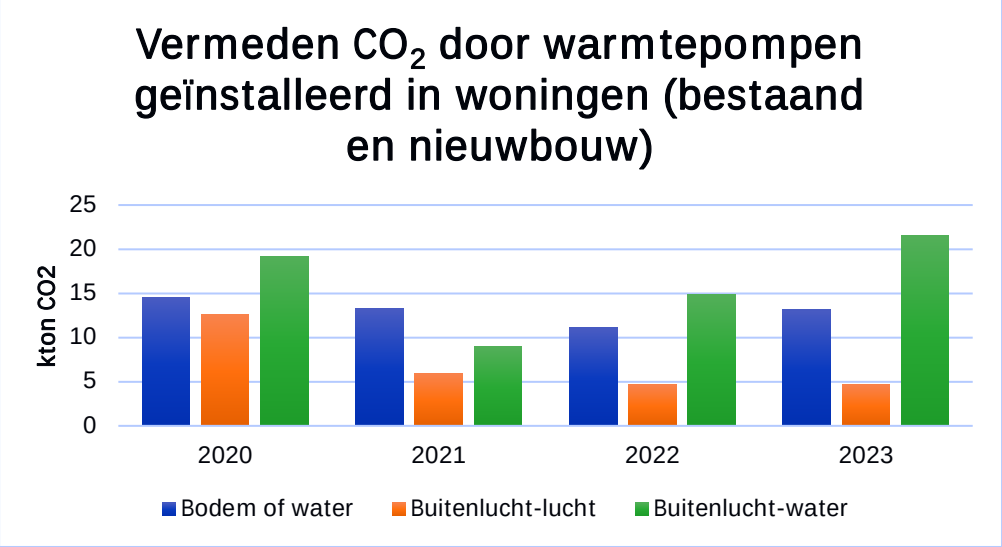
4.3.1.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Vermeden CO_2-emissie van de warmtepompen die in dat zichtjaar nieuw zijn geïnstalleerd in woningen
Eenheid	kton CO_2
Toelichting	Het CBS berekent jaarlijks de vermeden CO_2-uitstoot ervan uitgaande dat met de warmte opgewekt door warmtepompen aardgasverbruik wordt vervangen. CBS: "*De hoeveelheid kooldioxide die uitgestoten zou zijn, wanneer er geen gebruik zou zijn gemaakt van de betreffende hernieuwbare energiebron*" De emissiefactor voor elektriciteit kan per jaar verschillen, afhankelijk van het aandeel hernieuwbaar, nucleair, kolen en gas in de elektriciteitsproductie. Er kan geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw worden gemaakt. Let op: het betreft hier de vermeden CO_2-uitstoot, niet de CO_2-eq.-uitstoot.
Bepaling	Percentage bijgeplaatst vermogen in zichtjaar * vermeden CO_2-uitstoot van alle warmtepompen in dat zichtjaar

	Beschrijving
Bronnen	CBS Statline: Warmtepompen; aantallen, thermisch vermogen en energiestromen CBS (2022). Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie. Herziening 2022 Kentallen CO_2-emissiefactor: CBS (2024). Rendementen en CO2-emissie van elektriciteitsproductie in Nederland, update 2023

4.3.1.2 Meting

Het is opvallend dat vanaf 2021 de vermeden emissie lager ligt dan in 2020, terwijl het aantal geïnstalleerde lucht-water en lucht-luchtwarmtepompen (licht) gestegen is (Figuur 4.6). De reden hiervoor is dat in 2021 relatief veel elektriciteit geproduceerd werd met steenkool en minder met aardgas, waardoor de vermeden emissies lager uitkomen.



Figuur 4.15: Vermeden CO_2-emissie van de warmtepompen die in dat zichtjaar nieuw zijn geïnstalleerd in woningen (Bron: CBS).

4.3.2 PV-systemen

4.3.2.1 Indicator

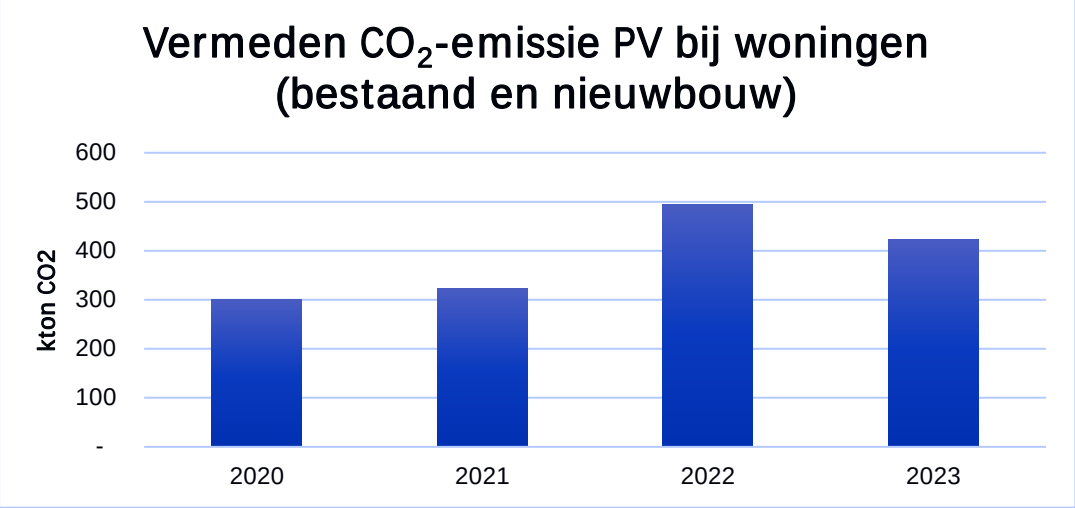
	Beschrijving
Definitie	Vermeden CO_2-emissie in het zichtjaar van de gebouwgebonden PV systemen die in dat zichtjaar nieuw zijn geïnstalleerd bij woningen
Eenheid	kton CO_2

Toelichting	Het CBS berekent de elektriciteitsproductie van de geïnstalleerde PV panelen. Door ervan uit te gaan dat deze elektriciteit de energieopwekking uit fossiele bronnen vervangt kan een vermeden CO_2-uitstoot berekend worden op basis van de emissiefactor volgens de Integrale methode [17] (zie Bijlage D). Er kan voor deze indicator geen onderscheid worden gemaakt naar typen zonnepanelen, omdat bij de CBS berekening van productie van zonnestroom verschillende factoren een rol spelen, zodat niet kan worden afgeleid welk aandeel van de productie van welk type komt. Op basis van de CBS cijfers kan ook geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw worden gemaakt. Let op: het betreft hier de vermeden CO_2-uitstoot, niet de CO_2-eq.-uitstoot zoals in 4.2.5.
Bepaling	Productie van alle geïnstalleerde zonnepalen * emissiefactor
Bronnen	› CBS Statline: totaal aantal installaties, opgesteld vermogen, productie van zonnestroom bij woningen (Zonnestroom; vermogen en vermogensklasse, bedrijven en woningen, regio). › CBS (2022). Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie. Herziening 2022 › Kentallen CO_2-emissiefactor: CBS (2024). Rendementen en CO_2-emissie van elektriciteitsproductie in Nederland, update 2023 › Fraunhofer (2023). Photovoltaics report.

4.3.2.2 Meting

De hoeveelheid vermeden CO_2-emissies maakt in 2022 een sprong. Dit komt omdat er 1,5 keer meer installaties geplaatst werden en omdat de productie per installatie toenam.

In 2023 zijn iets meer PV installaties geplaatst dan in 2022, maar de emissiefactor was lager waardoor de totale vermeden CO_2-emissie in 2023 lager ligt dan in 2022.

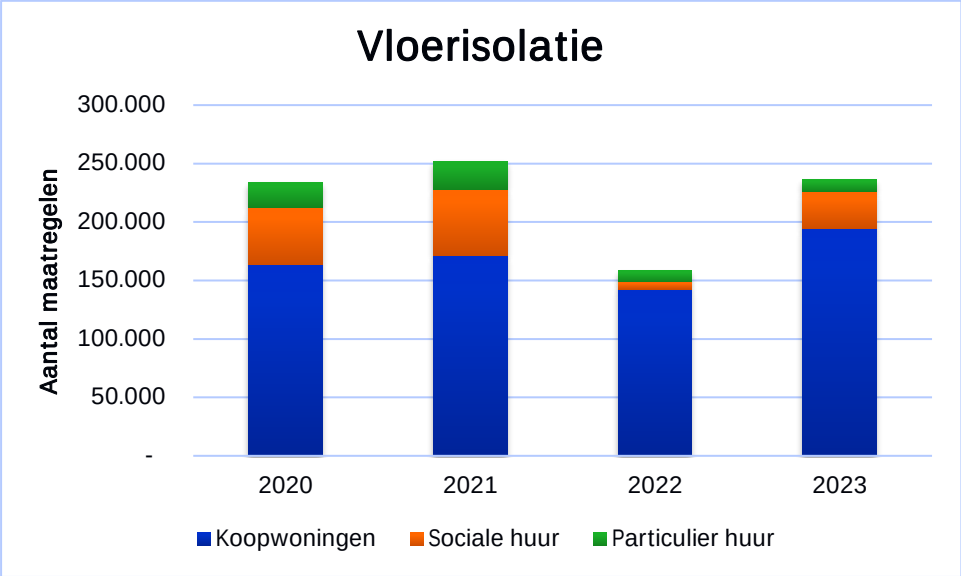


Figuur 4.16: Vermeden CO_2-emissie in het zichtjaar van de PV systemen die in dat zichtjaar nieuw zijn geïnstalleerd bij woningen (Bron: CBS).

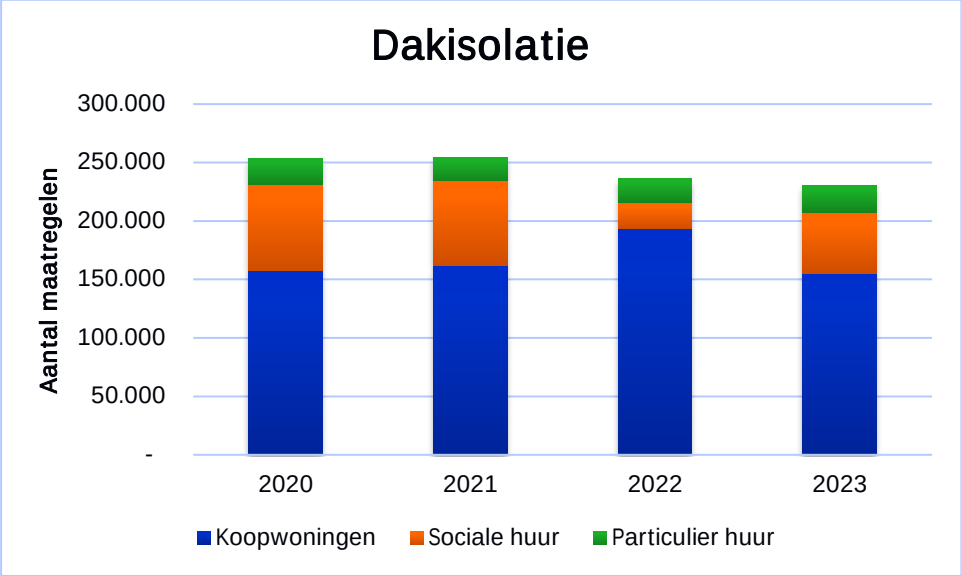
Bijlage A

Aantal maatregelen

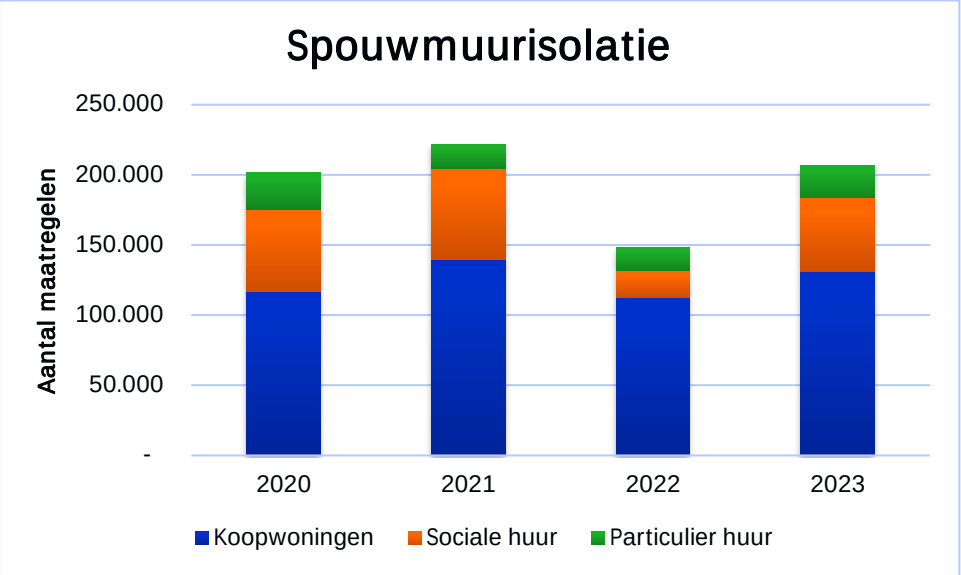
A.1 Aantal maatregelen naar bouwdeel



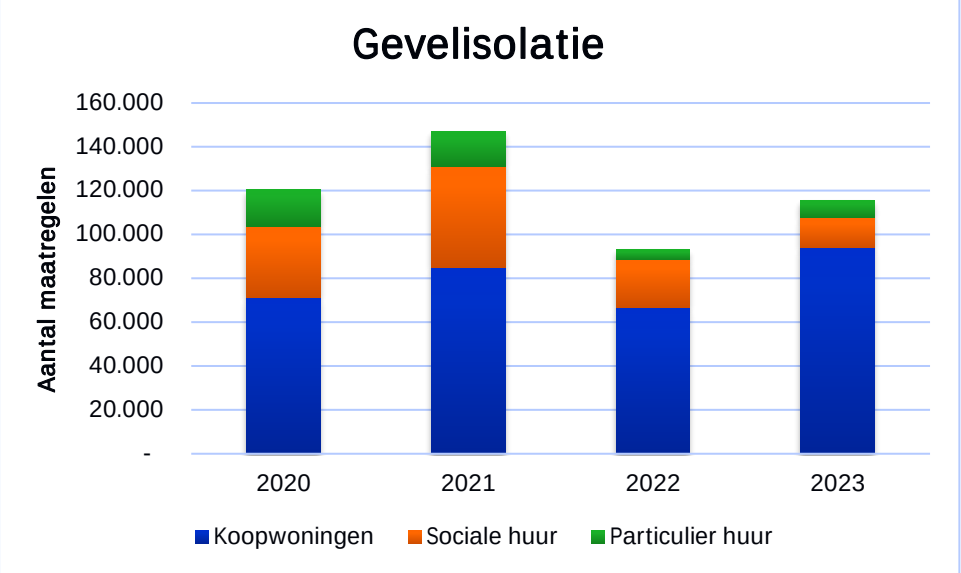
Figuur A.1: Aantal woningen waar vloerisolatie is toegepast naar eigendomsklasse (bron: Ipsos I&O (2024). Energiebesparende maatregelen & aardgasvrij. 2024/137)



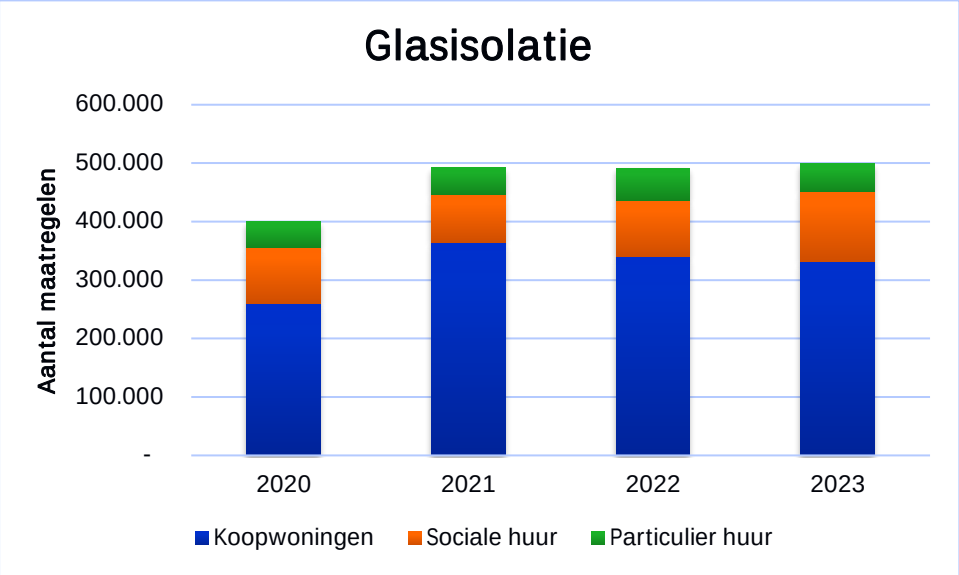
Figuur A.2: Aantal woningen waar dakisolatie is toegepast naar eigendomsklasse (bron: Ipsos I&O (2024). Energiebesparende maatregelen & aardgasvrij. 2024/137)



Figuur A.3: Aantal woningen waar spouwmuurisolatie is toegepast naar eigendomsklasse (bron: Ipsos I&O (2024). Energiebesparende maatregelen & aardgasvrij. 2024/137)

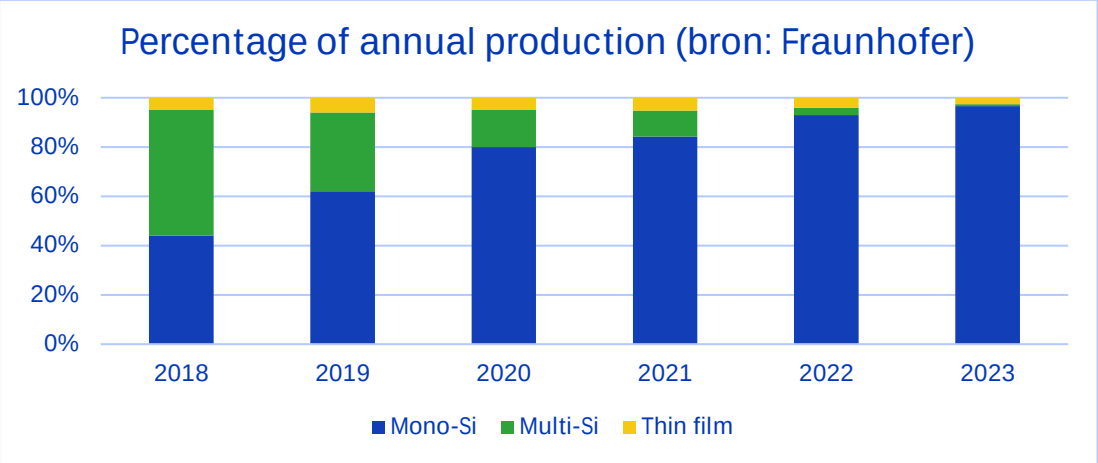


Figuur A.4: Aantal woningen waar gevelisolatie is toegepast naar eigendomsklasse (bron: Ipsos I&O (2024). Energiebesparende maatregelen & aardgasvrij. 2024/137)



Figuur A.5: Aantal woningen waar glasisolatie is toegepast naar eigendomsklasse (bron: Ipsos I&O (2024). Energiebesparende maatregelen & aardgasvrij. 2024/137)

A.2 Aandeel productie PV systemen naar technologie



Figuur A.6: PV productie naar technologie als percentage van de wereldwijde PV productie. (bron: Fraunhofer (2024). Photovoltaics report)

Tabel A.1: Verdeling van typen PV systemen bij woningen, op basis van Fraunhofer (2024), waarbij is aangenomen dat dunnefilm technologie niet bij woningen wordt toegepast

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Multikristallijn	54%	34%	16%	11%	3%	1%
Monokristallijn	46%	66%	84%	89%	97%	99%

Bijlage B

Aandeel van CO_2-eq in totale milieu-impact

In de milieu-impactberekening is ervoor gekozen om de impact in CO_2-eq. te laten zien in plaats van de milieukosten indicator (MKI).), zodat de milieu-impact van een installatie vergeleken kan worden met de vermeden CO_2-uitstoot. De MKI is een samengestelde score uit verschillende milieu-impacts, waaronder het klimaateffect (Global Warming Potential). In deze bijlage beschrijven we wat het aandeel van het klimaateffect binnen de totale MKI score voor de verschillende isolatiematerialen en installaties.

Binnen PV systemen speelt het GWP bij dunnefilm (amorf) systemen een kleinere rol dan bij de silicium panelen (mono- en polykristallijn). Door alleen de CO_2-eq uitstoot tussen PV panelen met elkaar te vergelijken komt dunnefilm er naar verhouding beter uit dan wanneer de MKI score vergeleken zou worden.

Het aandeel GWP ligt bij de minerale wollen redelijk bij elkaar in de buurt, maar bij de kunststoffen zijn er grote verschillen te zien waarbij cellulose met 26% het kleinste aandeel heeft en XPS met 72% het grootste. XPS zal bij een vergelijking tussen CO_2-eq-impact er relatief slechter uitkomen en cellulose relatief beter.

Tabel B.1: GWP aandeel in de totale MKI score voor diverse installaties en materialen (bron: EcoInvent)

		Aandeel GWP van MKI
PV	amorf	33%
	polykristallijn	39%
	monokristallijn	41%
Ventilatie	Kunststof	21%
	Staal	19%
Warmtepompen	lucht-water	92%
	hybride lucht-water	89%
Isolatie	Minerale wol	
	Glaswol	37%
	Steenwol	32%
	Vlas	34%
	Kunststof	
	EPS	57%
	XPS	72%
	PF/UF plaat	34%
	PF/UF schuim	34%
	Cellulose	26%
	Glas	
	HR++ glas	40%
	Triple glas	42%

Bijlage C

Kengetallen materiaalgebonden milieu-impact

C.1 Isolatiematerialen

Tabel C.1: Milieu impact van isolatiematerialen per m^2 en per warmteweerstand over de hele levensduur (A-D)

Materiaal	Toepassing[19]	CO_2-eq (kg/m^2/Rd)	MKI (Euro/m^2/Rd)	Bron
glaswol		2,9	0,3	Nibe.info
steenwol		3,3	0,5	
biobased (50% vlaswol/50% houtvezel)		5,5	0,1	
EPS		4,3	0,3	
XPS		13,4	0,9	
PUR/PIR		5,2	0,4	
Cellulose vlokken		1,6	0,2	
PUR-sprayen	vloer	24,8	1,7	
glaswolvlokken	spouw	3,4	0,4	
steenwol	spouw	4,2	0,6	
EPS/ps-parels	spouw	4,5	0,3	
pur-schuim	spouw	12,9	1,0	
HR ++ glas		50,3	7,5	Nationale Milieudatabase
Triple glas		46,6	6,3	

C.2 Warmtepompen

Tabel C.2: Milieu impact van warmtepompen (per installatie) over de hele levensduur. Het verschil in milieu-impact van de lucht-waterwarmtepomp tussen de Nationale Milieudatabase en TNO lijkt vooral verklaard te kunnen worden doordat TNO aanneemt dat 6% van de koelvloeistof jaarlijks weglekt waar de Nationale Milieudatabase uit gaat van 3%.

Type	Klimaat (kg CO_2-eq)	MKI score (Euro)	Bron
Lucht-waterwarmtepomp	6.619	496	TNO (2023)
	3.710	436	Nationale Milieudatabase (2023)
Hybride lucht-waterwarmtepomp	6.825	566	TNO (2023)
Bodemwarmtepomp grond-glycol	8.140	697	Nationale Milieudatabase (2023)
Bodemwarmtepomp water-glycol	7.690	639	Nationale Milieudatabase (2023)

[19] Indien niet gespecificeerd kan het alle bouwdelen betreffen

Bronnen:

- R. (Rick) Scholtes, E.E. (Elisabeth) Keijzer, J.J. (Joachim) Koot, R.E.J. (Richard) Kemp (2023). Notitie: Duiding Milieuprestatie Warmtepompen in de bestaande bouw. TNO 2023 M10634
- Nationale Milieudatabase (2023). LCA Rapportage categorie 3 data. Element 56.24 – Warmteopwekking; bijzonder- warmtepompen.

C.3 Ventilatiesystemen

Tabel C.3: Milieu impact van ventilatiesystemen (per installatie) over de hele levensduur

Type	Klimaat (kg CO_2-eq)	MKI score (Euro)	Bron
C-type (mechanische afvoer)	73,7	13,32	Nationale Milieudatabase (2023)
D-type (balansventilatie)	413	57,68	

Bron:

- Nationale Milieudatabase (2023). Rapport categorie 3 data. Element 57.1 – Centrale luchtbehandeling voor het klimaat & 57.2 – Lokale mechanische afzuiging – ventilatie type C en type D

C.4 PV-installaties

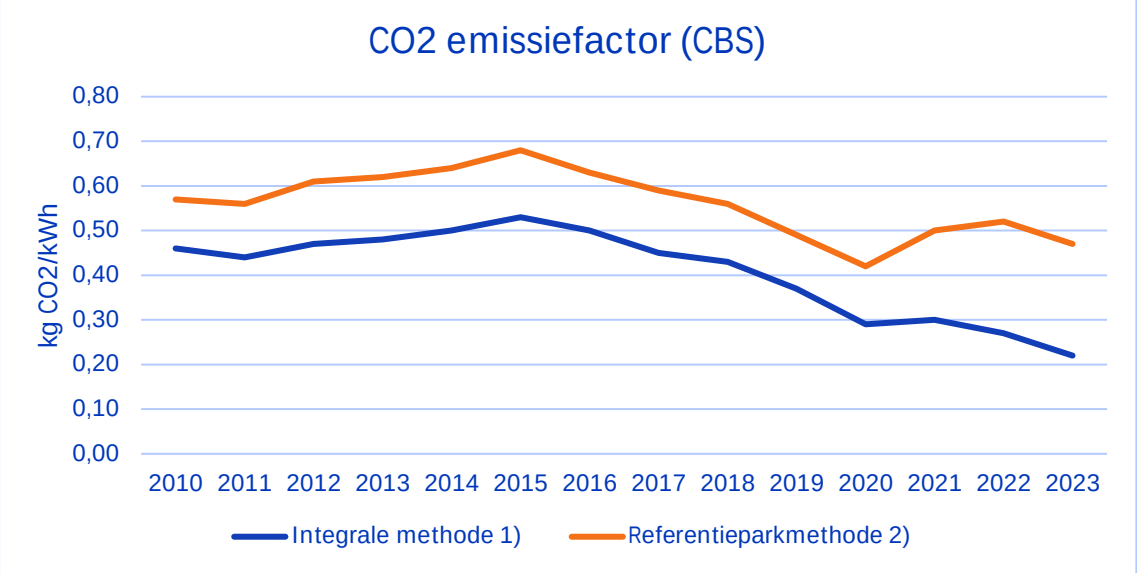
Tabel C.4: Milieu impact van PV installaties (per m^2) over de hele levensduur (gemiddelde van wereldwijde productie)

Type	Klimaat (kg CO_2-eq/m^2)	MKI score (Euro)	Bron
Amorf (dunnefilm)	82	24	Nationale Milieudatabase (2023)
Polykristallijn	213	53	
Monokristallijn	290	68	

Bron:

- Nationale Milieudatabase (2023). Rapport categorie 3 data. Cluster 5 – PV panelen

Bijlage D
CO_2-emissiefactoren



Figuur D.1: CO_2-emissiefactoren volgens CBS[20]

[20] https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2024/51/rendementen-en-co2-emissie-van-elektriciteitsproductie-in-nederland-update-2023

Energy & Materials Transition

Radarweg 60
1043 NT Amsterdam
www.tno.nl

TNO innovation for life