

Marktmonitor Verbouwstromen

Auteurs	Vera Rovers, Casper Tigchelaar
Rubricering rapport	TNO Publiek
Aantal pagina's	57 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	6
Projectnaam	TKI monitor Verbouwstromen
Projectnummer	060.57654

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.

© 2023 TNO

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
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
3.1.1 Indicator	8
3.1.2 Nulmeting.....	8
3.2 Aantal aardgasvrije woningen.....	13
3.2.1 Indicator	13
3.2.2 Nulmeting.....	13
3.3 Mate van verduurzaming per ingreep.....	14
3.3.1 Indicator	14
3.3.2 Nulmeting.....	15
4 Materialentransitie	16
4.1 Aantal toegepaste maatregelen.....	16
4.1.1 Aantal isolatiemaatregelen.....	16
4.1.2 Aandeel biobased isolatie.....	19
4.1.3 Warmtepompen	19
4.1.4 Ventilatie.....	20
4.1.5 PV systemen	22
4.2 Materiaalgebonden CO ₂ -uitstoot	23
4.2.1 Isolatiematerialen	24
4.2.2 Warmtepompen	25
4.2.3 Ventilatie.....	26
4.2.4 PV systemen	27
4.3 CO ₂ -reductie in de gebruiksfase	28
4.3.1 Warmtepompen	28
4.3.2 PV systemen	29
5 Transitie in de markt	31
5.1 Bereidheid tot verduurzaming.....	31
5.1.1 Indicator	31
5.1.2 Nulmeting.....	31
5.2 Verduurzamingsredenen woningeigenaren.....	33
5.2.1 Indicator	33
5.2.2 Nulmeting.....	33
5.3 Ondersteuning door ontzorgers	35
5.3.1 Indicator	35
5.3.2 Dataverzameling.....	35
5.4 Aanbod bouwdeelproducenten.....	37
5.4.1 Indicator	37
5.4.2 Dataverzameling.....	37

5.5	Financieringsopties.....	38
5.5.1	Indicator	39
5.5.2	Nulmeting.....	39
5.6	Aandeel Verbouwstromen.....	40
5.6.1	Indicator	41
5.6.2	Dataverzameling.....	41
6	Aanbevelingen voor dataverzameling	43
6.1	Verzamelde data	43
6.2	Nog te verzamelen data	43
6.3	Nog niet beschikbare data.....	44
Bijlagen		
Bijlage A:	Aantal maatregelen	45
Bijlage B:	Aandeel van CO2-eq in totale milieu-impact	49
Bijlage C:	Kengetallen materiaalgebonden milieu-impact	50
Bijlage D:	Inventarisatie ontzorgers	52
Bijlage E:	Inventarisatie	52
Bijlage F:	Inventarisatie bouwdeelproducenten	56

1 Inleiding

Verbouwstromen is een meerjarig programma dat dient ter ondersteuning van het Beleidsprogramma Versnelling Verduurzaming Gebouwde Omgeving. Het doel van Verbouwstromen 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. Tevens is, indien mogelijk, een nulmeting van deze indicator bepaald, eventueel met een historische trend.

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:

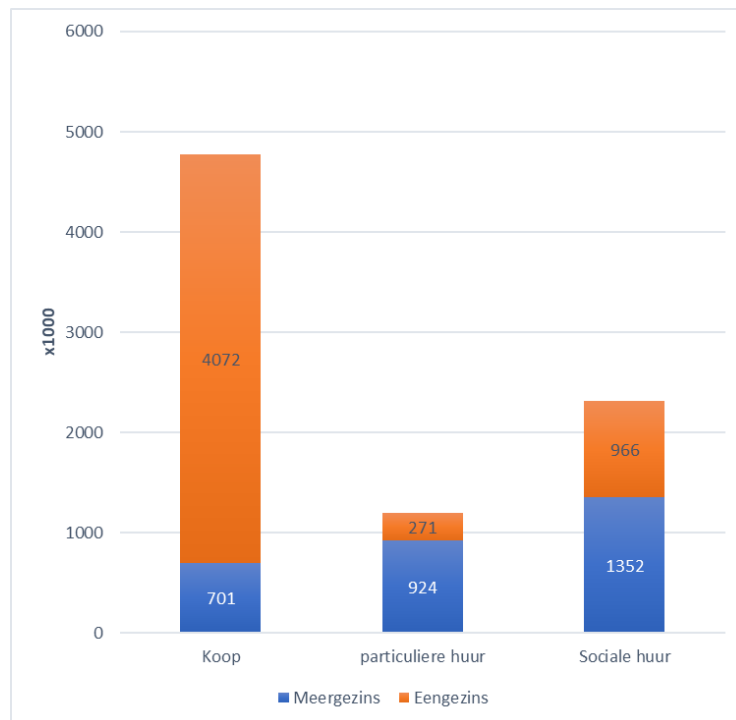
- Energietransitie: hoe snel worden (bestaande) woningen verduurzaamd en neemt de warmtevraag af?
- Materialentransitie: Wat is de impact van verduurzaming ten aanzien van gebruikte materialen en installaties?
- Transitie in de markt: hoe ontwikkelen zich de vraag en het aanbod rond de verduurzaming van woningen?

Nog niet voor alle gewenste indicatoren is de benodigde informatie beschikbaar. Hoofdstuk 6 geeft daarom een overzicht van de beschikbare en gebruikte data, van de data die beschikbaar is, maar niet binnen de huidige opdracht verzameld kon worden, en van data die nog niet beschikbaar is.

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. Dit zijn woningen die onderdeel uitmaken van een Vereniging van Eigenaars (VvE). Ook huurwoningen kunnen onderdeel zijn van zo'n VvE. Hoeveel dit er zijn is niet bekend. 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.



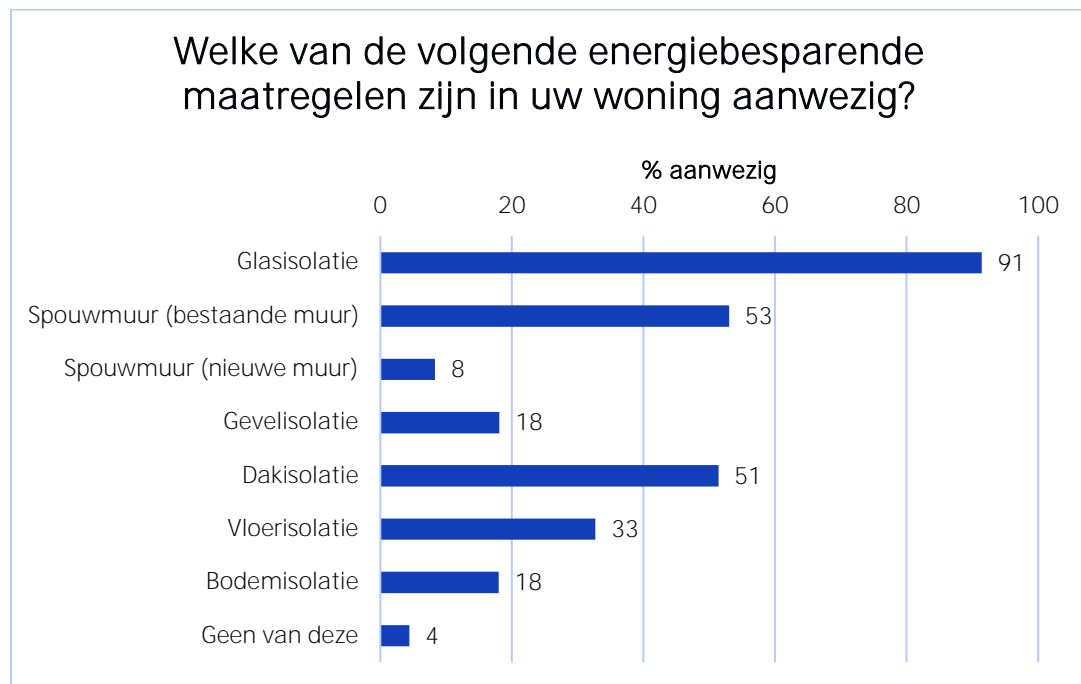
Figuur 2.1: Aantal woningen naar eigendomsklasse (x1000) (CBS, 2023)

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

	Koop	Particuliere huur	Sociale huur	Alle woningen
Woningverdeling in 2023 (x1000)				
Zonder1kap	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
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
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
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
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
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
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). In 2023 laat 4% van de ondervraagden weten dat geen van de in de vragenlijst genoemde maatregelen in de woning is toegepast. Van alle genoemde maatregelen is glisolatie het vaakst aanwezig, bij 91%.



Figuur 2.2: Beantwoord door alle eigendomsclasses (n=2441) (Bron: I&O research/RVO)

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 woning¹ (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. De functionele warmtevraag wordt bepaald door locatie, woningkenmerken, door gedrag, bijvoorbeeld de behoefte aan comfort en warmwater en door veranderende omstandigheden zoals klimaatverandering en het afnemend aantal personen per huishouden.

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.² Op basis hiervan zijn voor elke Nederlandse woning de functionele vragen bepaald. De in deze paragraaf gepresenteerde verbruiken zijn gebaseerd op deze modelberekeningen.

3.1.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Functionele warmtevraag van woningen voor ruimteverwarming in Nederland
Eenheid	GJ _{th} /woning
Toelichting	Gemiddelde warmtevraag van woningen voor ruimteverwarming naar woningtype en eigendomsklasse
Bepaling	Voor deze indicator wordt gebruik gemaakt van het Hestia model
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> • Functioneel Ontwerp Hestia model: Van der Molen, F. et al. (2023). Functioneel Ontwerp Hestia 1.0, Den Haag: PBL.

3.1.2 Nulmeting

De gemiddelde klimaatgecorrigeerde³ warmtevraag voor ruimteverwarming, zoals weergegeven in tabel 3.1, is in de periode sinds 2000 gedaald van ruim 38 GJ_{th} naar 30 GJ_{th}. De warmtevraag in eengezinswoningen is gemiddeld bijna 1,9 keer zo groot als in meergezinswoningen.

¹ Er ontstaat ook steeds meer een koelvraag bij woningen, maar deze is niet in de monitor opgenomen.

² 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 De klimaatcorrectie vindt 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>

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

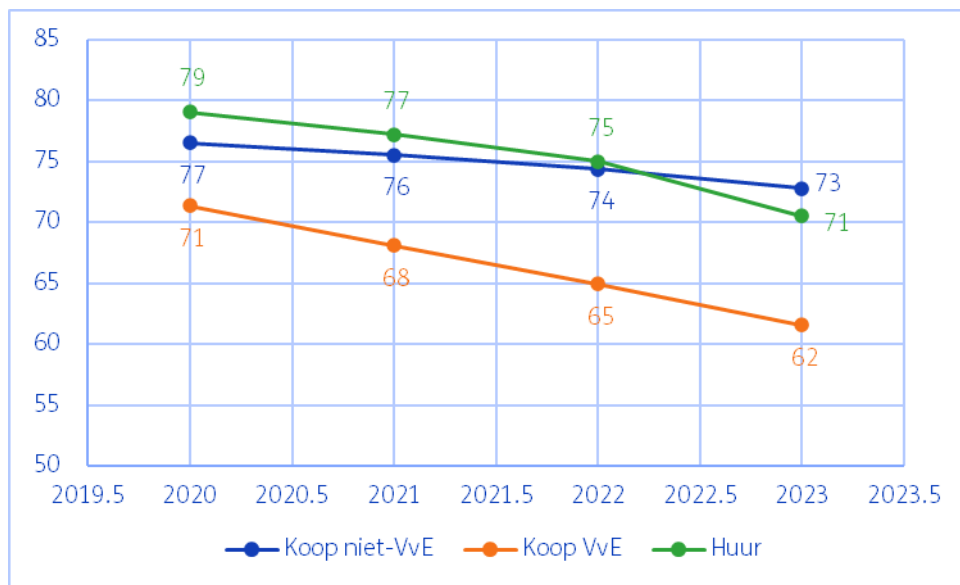
	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023
Zonder1kap	49	47	44	42	43	42	42	41
voor 1945	50	48	45	43	43	43	42	41
1945-1975	49	46	43	41	42	42	41	40
1976-1995	50	47	45	43	43	43	42	41
na 1995	50	48	45	43	43	43	42	41
Hoekwoning	43	40	38	36	37	36	36	35
voor 1945	44	42	39	37	38	37	37	35
1945-1975	42	39	37	35	36	36	35	34
1976-1995	43	41	38	36	37	36	36	35
na 1995	44	42	39	37	38	37	37	35
Meergezins hoog	25	22	20	19	21	20	20	19
voor 1945	26	23	21	19	21	21	20	19
1945-1975	25	22	20	19	21	20	19	19
1976-1995	25	22	20	19	21	20	20	19
na 1995	25	23	21	19	21	20	20	19
Meergezins laag en midden	27	24	22	20	22	21	20	19
voor 1945	30	26	23	22	23	22	21	20
1945-1975	27	23	21	19	22	21	20	19
1976-1995	26	22	20	19	21	20	19	19
na 1995	27	24	22	20	22	21	20	19
Tussenwoning	35	33	32	30	31	30	30	29
voor 1945	36	34	33	31	32	31	31	29
1945-1975	34	33	31	29	30	30	29	28
1976-1995	35	34	32	30	31	31	30	29
na 1995	36	34	33	31	32	31	31	29
Vrijstaand	65	62	60	58	57	56	55	55
voor 1945	65	62	60	58	57	56	56	55
1945-1975	65	62	60	58	57	56	55	55
1976-1995	65	62	60	58	57	56	55	55
na 1995	65	62	60	58	57	56	55	55
Alle woningen	38	36	34	32	33	32	31	30

De warmtevraag voor ruimteverwarming neemt af. Dit is het gevolg van;

- een opwarmend klimaat;
- minder stookuren door afname van het aantal personen per huishouden, en door;
- verbetering van isolatie.

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 figuur 3.1 is de trend weergegeven voor huurwoningen en koopwoningen. Waarbij de koop is opgesplitst naar VvE en niet-VvE.



Figuur 3.1: Functionele warmtevraag ruimteverwarming per m² gebruiksoppervlakte [kWh/m²]

In tabel 3.2 is de functionele warmtevraag voor ruimteverwarming per vierkante meter gebruiksoppervlakte weergegeven. Dit is weergegeven in de eenheid kWh/m². Dit sluit aan bij de wijze waarop dat in de isolatiestandaard wordt gepresenteerd. Een belangrijk verschil is 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. Dit theoretische waarde komt doorgaans veel hoger uit dan de werkelijke bepaalde verbruiken.⁴

⁴ 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: Functionele warmtevraag ruimteverwarming in kWh/m² gebruiksoppervlakte naar bouwjaar en woningtype (Bron: Hestia modelinschattingen)

	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023
Zonder1kap	99	93	87	82	84	82	81	79
voor 1945	95	90	85	81	82	81	80	78
1945-1975	105	100	94	89	91	90	88	86
1976-1995	95	91	85	81	82	81	80	78
na 1995	88	81	76	72	73	72	71	70
Hoekwoning	98	92	86	81	83	83	81	78
voor 1945	93	88	83	78	80	79	78	75
1945-1975	100	94	88	83	86	86	84	81
1976-1995	99	94	88	83	85	84	83	80
na 1995	90	83	77	74	76	75	74	73
Meergezins hoog	93	81	73	68	75	73	71	67
voor 1945	95	84	77	72	78	76	74	70
1945-1975	92	82	74	69	77	75	73	69
1976-1995	96	85	77	72	80	78	75	72
na 1995	80	68	62	60	66	64	62	60
Meergezins laag en midden	99	85	77	71	79	76	73	69
voor 1945	96	84	76	70	76	72	69	65
1945-1975	101	88	79	73	82	79	76	72
1976-1995	100	87	79	73	82	80	76	72
na 1995	92	77	69	65	77	73	70	67
Tussenwoning	84	79	74	71	72	71	70	67
voor 1945	81	77	73	70	71	70	69	65
1945-1975	85	80	76	72	74	73	72	69
1976-1995	85	80	76	73	74	73	72	69
na 1995	79	73	68	65	67	66	66	63
Vrijstaand	90	87	83	80	78	77	76	75
voor 1945	85	81	78	76	74	73	72	71
1945-1975	96	93	89	86	85	84	82	82
1976-1995	91	88	84	82	80	79	78	77
na 1995	89	82	77	73	72	72	71	70
Alle woningen	92	84	78	74	77	76	74	71

De vraag naar warm water is voornamelijk gerelateerd aan het aantal inwoners per huishouden. Omdat het gemiddelde aantal bewoners verschilt per bouwjaar-klasse, woningtype en eigendoms-klasse, is de inschatting voor het warmwaterverbruik ook anders in die woningcategorien.

Tabel 3.3: Functionele warmtevraag (G_{th}) voor warm water bereiding naar bouwjaar, eigendom en woningtype (Bron: Hestia modelinschattingen)

	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023
Zonder1kap	5.6	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
voor 1945	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
1945-1975	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
1976-1995	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
na 1995	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
Hoekwoning	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
voor 1945	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
1945-1975	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
1976-1995	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
na 1995	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
Meergezins hoog	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.4
voor 1945	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.4
1945-1975	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.4
1976-1995	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.4
na 1995	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.4
Meergezins laag en midden	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.0
voor 1945	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.8	5.0
1945-1975	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.9
1976-1995	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.9
na 1995	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	5.0
Tussenwoning	5.7	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
voor 1945	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
1945-1975	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
1976-1995	5.7	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
na 1995	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
vrijstaand	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
Voor 1945	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
1945-1975	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
1976-1995	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
na 1995	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
Alle woningen	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6

Het aantal maaltijden en daarmee het energiegebruik 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.

Tabel 3.4: Functionele warmtevraag (G_{th}) voor koken naar eigendom en woningtype (Bron: Hestia modelinschattingen)

	Koop	Particuliere huur	Sociale huur	Alle woningen
Warmtevraag koken in 2023 (G_{th})				
Zonder1kap	0.48	0.48	0.43	0.47
Hoekwoning	0.48	0.47	0.44	0.47
Meergezins_hoog	0.44	0.41	0.40	0.41
Meergezins_laag_midden	0.41	0.39	0.37	0.38
Tussenwoning	0.49	0.49	0.45	0.48
Vrijstaand	0.52	0.53	0.50	0.52
Gemiddelde woning	0.48	0.42	0.41	0.45

3.2 Aantal aardgasvrije woningen

Als de verwarming, het warmwater en energie voor koken gevoed wordt met stadsverwarming en/of elektriciteit dan noemen we ze aardgasvrij.⁵ De gebruikte elektriciteit of warmte in een warmtenet kan dan overigens nog steeds (gedeeltelijk) worden geproduceerd met aardgas. Sinds 2020 moet nieuwbouw, behalve in zeer uitzonderlijke gevallen, aardgasvrij zijn.

3.2.1 Indicator

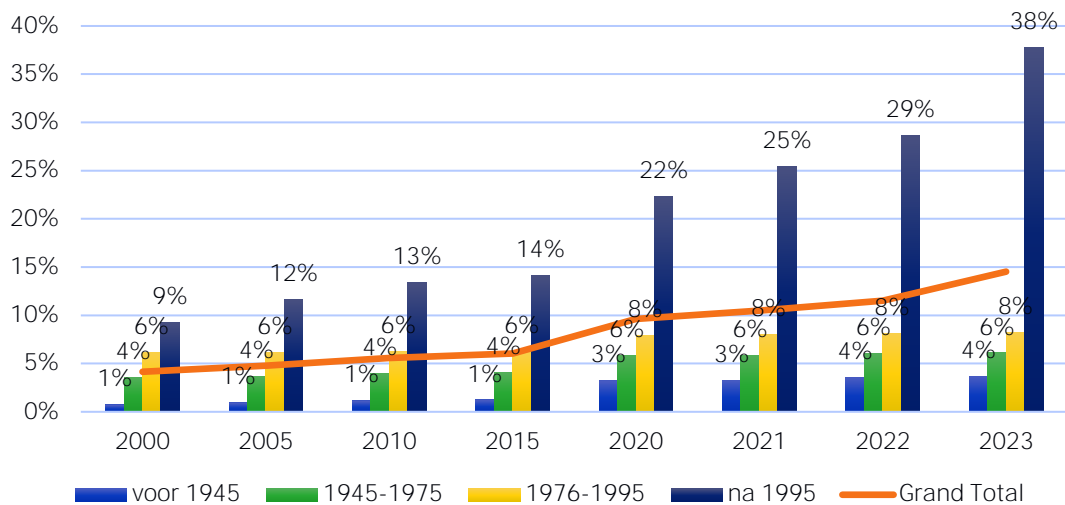
	Beschrijving
Definitie	Aandeel aardgasvrije woningen in Nederland
Eenheid	%
Toelichting	
Bepaling	Voor deze indicator wordt gebruik gemaakt van het Hestia model
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> Functioneel Ontwerp Hestia model: Van der Molen, F. et al. (2023). Functioneel Ontwerp Hestia 1.0, Den Haag: PBL.

3.2.2 Nulmeting

In figuur 3.2 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 15% van de woningvoorraad aardgasvrij.

⁵ Daarnaast is er een heel klein aantal woningen dat volledig met hout of olie verwarmd.

Aandeel aardgasvrije woningen per bouwjaarklasse en totaal



Figuur 3.2: Ontwikkeling aandeel aardgasvrije woningen per bouwjaarklasse 2000-2023 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 CO₂-uitstoot sneller gereduceerd en kunnen maatregelen beter op elkaar worden afgestemd.

3.3.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Aantal woningen met één of twee of meer maatregelen
Eenheid	Aantal per segment
Toelichting	Een maatregel kan een van de volgende opties zijn: <ul style="list-style-type: none"> • glisolatie • spouwmuur (oude/nieuwe muur) • gevelisolatie • dakisolatie • vloerisolatie • warmtepomp • hybride warmtepomp • zonneboiler warm water
Bepaling	De resultaten zijn overgenomen van onderzoek van I&O research naar energiebesparende maatregelen en bewerking van RVO. RVO laat jaarlijks een vragenlijst uitzetten naar energiebesparende en aardgasvrije maatregelen. Een aantal vragen in de vragenlijst is gerelateerd aan de fases van verduurzaming.
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> • RVO (2022). Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving

3.3.2 Nulmeting

Elk jaar worden er honderdduizenden besparingsmaatregelen getroffen in bestaande woningen. Meestal wordt één maatregel per keer getroffen. In koopwoningen loopt het aantal getroffen maatregelen op, maar bij sociale huurwoningen neemt het aantal keer dat 2 of meer maatregelen wordt genomen na een piek in 2019 af en is in 2022 de helft van 2019. Bij particuliere huurwoningen zet de dalende trend in het aantal keer dat twee of meer maatregelen genomen wordt een jaar later in.



Figuur 3.3: Aantal keer dat 1 of 2 of meer maatregelen getroffen is in woningen naar eigendomsklasse (Bron: I&O research/RVO)

4 Materialentransitie

Het hoofddoel van de verduurzaming van de gebouwde omgeving is reductie van de CO₂-uitstoot. 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 CO₂-uitstoot.

In dit hoofdstuk bekijken we daarom drie onderdelen:

1. Het aantal isolatie- en installatiemaatregelen
2. De materiaalgebonden CO₂-uitstoot van deze maatregelen
3. De reductie in CO₂-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

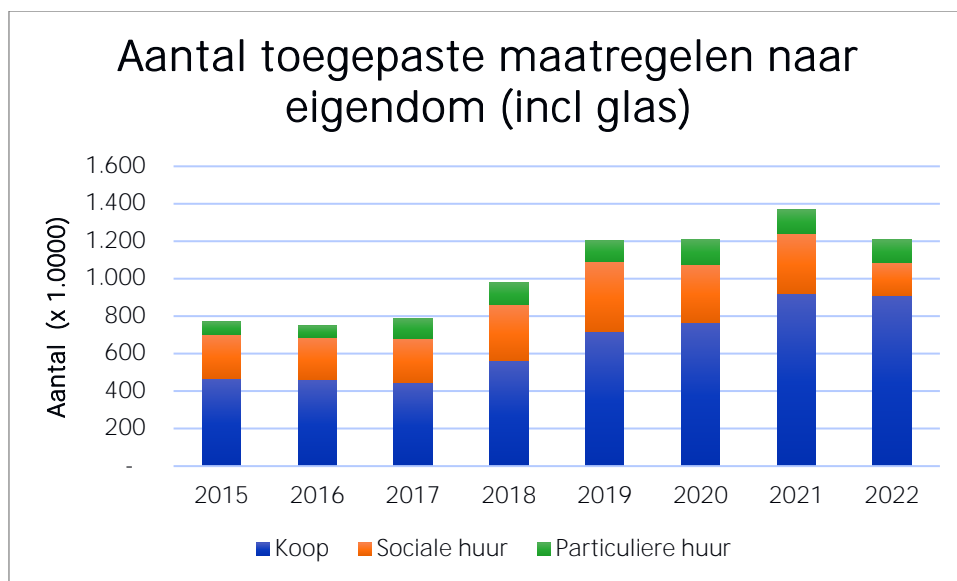
	Beschrijving
Definitie	Aantal toegepaste isolatiemaatregelen
Eenheid	Aantal
Toelichting	Uitgesplitst naar eigendomsklasse
Bepaling	De resultaten zijn overgenomen van onderzoek van I&O research naar energiebesparende maatregelen en bewerking van RVO. RVO laat jaarlijks een vragenlijst uitzetten naar energiebesparende en aardgasvrije maatregelen. Er is geen onderscheid gemaakt naar de leeftijd van de woning en het is onbekend of deze maatregelen zijn getroffen in oudere of relatief nieuwe woningen.
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> • RVO (2022). Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving

Nulmeting

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](#)). Naar verhouding wordt de laatste jaren wel een groter aandeel van de maatregelen in koopwoningen genomen. Opvallend is dat in 2022 minder maatregelen genomen zijn dan in 2021. Met name in de sociale huursector is een dip te zien.

Ter verduidelijking zijn ook drie cirkeldiagrammen opgenomen die per eigendomsklasse laten zien wat de verdeling van de isolatiemaatregelen naar bouwdeel is in 2022 (figuur 4.2 t/m figuur 4.4). Glisolatie⁶ is in alle eigendomsclasses de maatregel die het vaakst wordt toegepast, maar vormt bij koopwoningen wel een kleiner aandeel van het geheel dan bij huurwoningen. Buitengevelisolatie wordt het vaakst in sociale huurwoningen toegepast en het minst in particuliere huurwoningen.

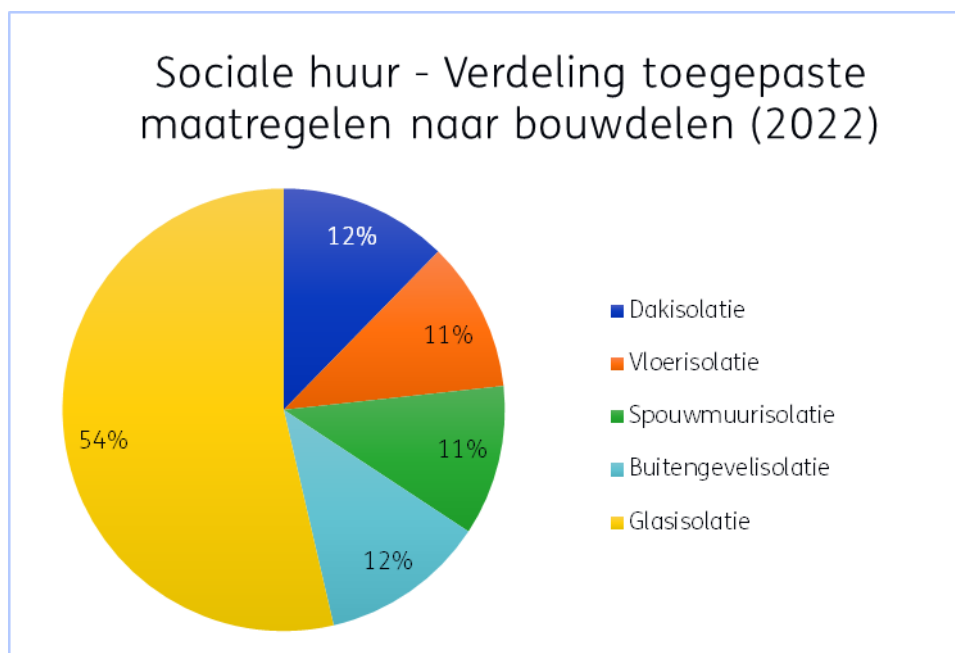
⁶ Vanaf dubbel glas en beter telt mee als glisolatie



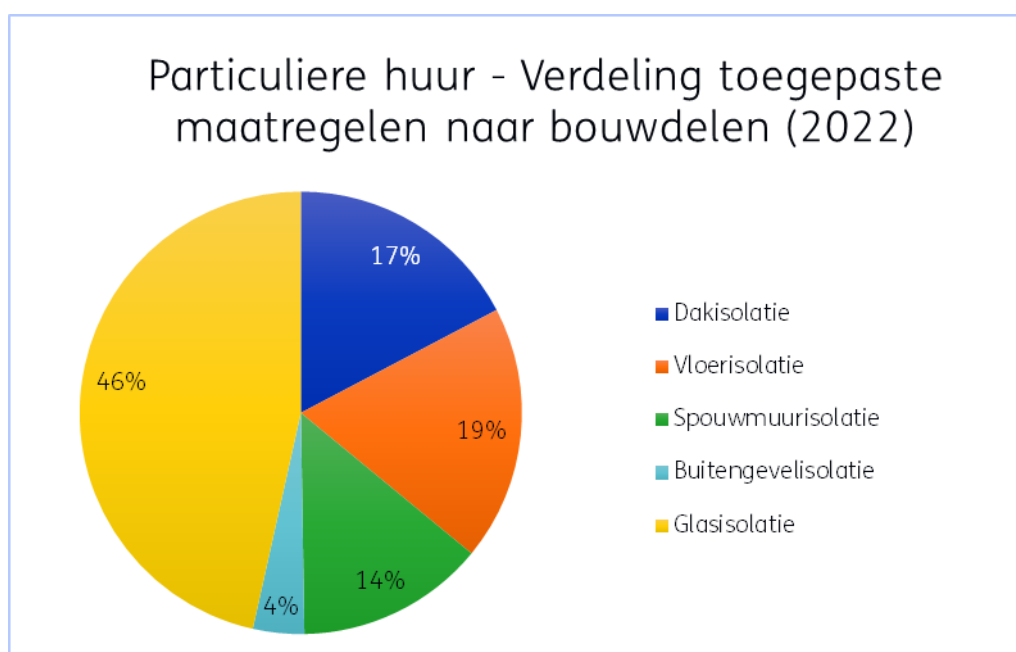
Figuur 4.1: Aantal toegepaste isolatiemaatregelen per jaar van 2015 t/m 2022 (Bron: I&O research/RVO)



Figuur 4.2: Verdeling van maatregelen naar bouwdelen bij koopwoningen in 2022 (Bron: I&O research/RVO)



Figuur 4.3: Verdeling van maatregelen naar bouwdelen bij sociale huurwoningen in 2022 (Bron: I&O research/RVO)



Figuur 4.4: Verdeling van maatregelen naar bouwdelen bij particuliere huurwoningen in 2022 (Bron: I&O research/RVO)

4.1.2 Aandeel biobased isolatie

4.1.2.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Aandeel oppervlak biobased isolatie in totale isolatiemarkt
Eenheid	%
Toelichting	Verkochte oppervlakte biobased isolatiemateriaal als aandeel in totale oppervlakte verkocht isolatiemateriaal
Bepaling	Aantal m ² verkocht biobased isolatiemateriaal / totaal m ² verkocht isolatiemateriaal
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> Buildsight verzamelt jaarlijks verkoopdata van isolatiematerialen bij leveranciers voor de Monitor EnergieBesparing Gebouwde Omgeving. Sinds 2015 verzamelt Buildsight ook informatie over vlaswol, houtwol, metisse en hennep/jute. Deze informatie is niet openbaar.

4.1.2.2 Nulmeting

Er zijn nog geen data beschikbaar voor deze indicator.

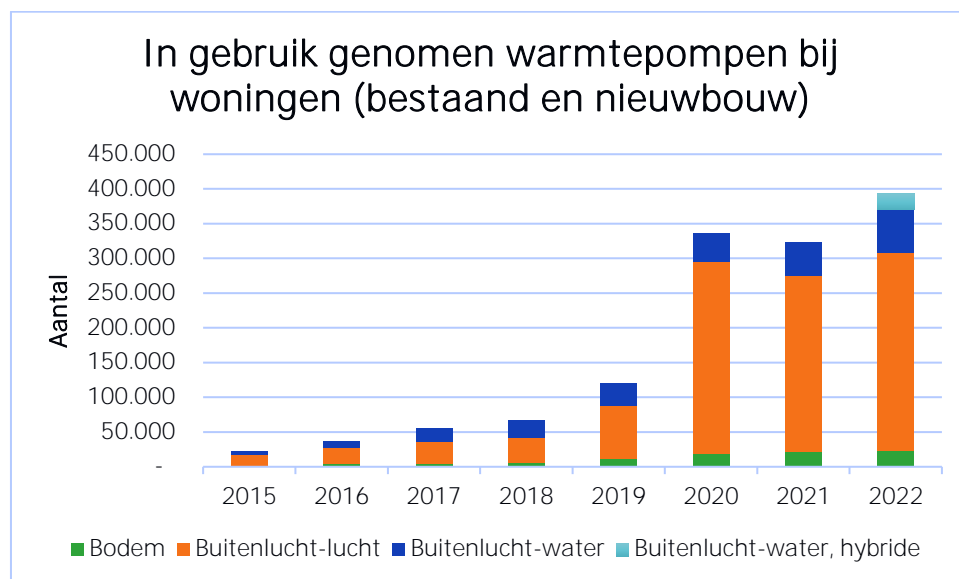
4.1.3 Warmtepompen

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 vermogensklassen. Op basis van deze klassen wordt bepaald welke warmtepompen in woningen geïnstalleerd zijn. Er kan geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw worden gemaakt. Nb. Mobiele airco's zijn hier niet in opgenomen.
Bepaling	nvt
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> CBS Statline: Warmtepompen; aantallen, thermisch vermogen en energiestromen (oktober 2023)

4.1.3.2 Nulmeting

figuur 4.5 laat zien hoeveel warmtepompen er in een bepaald jaar geïnstalleerd zijn en de reeks geeft het tempo van installatie weer. Alle typen warmtepompen zijn in aantal toegenomen, maar het opvallendste is de toename in lucht-luchtwarmtepompen, die typisch voor koeling gebruikt worden, maar ook steeds meer voor verwarming. Vanaf 2022 beschouwt het CBS hybride warmtepompen apart waardoor ze dan in de grafiek verschijnen.



Figuur 4.5: Aantal warmtepompen dat in dat jaar bij woningen is geïnstalleerd (Bron: CBS). Er kon geen onderscheid worden gemaakt naar bestaande woningen en nieuwbouw.

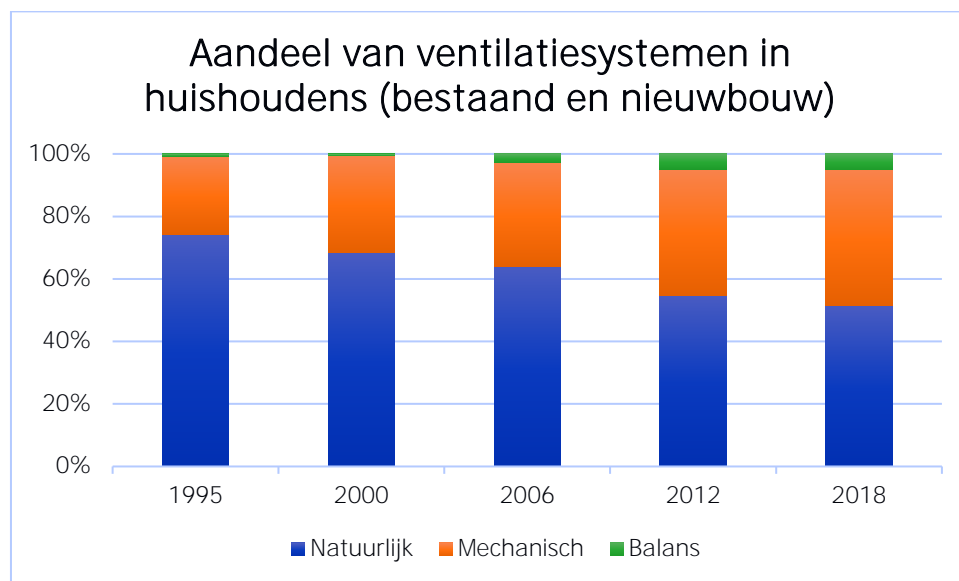
4.1.4 Ventilatie

4.1.4.1 Indicator

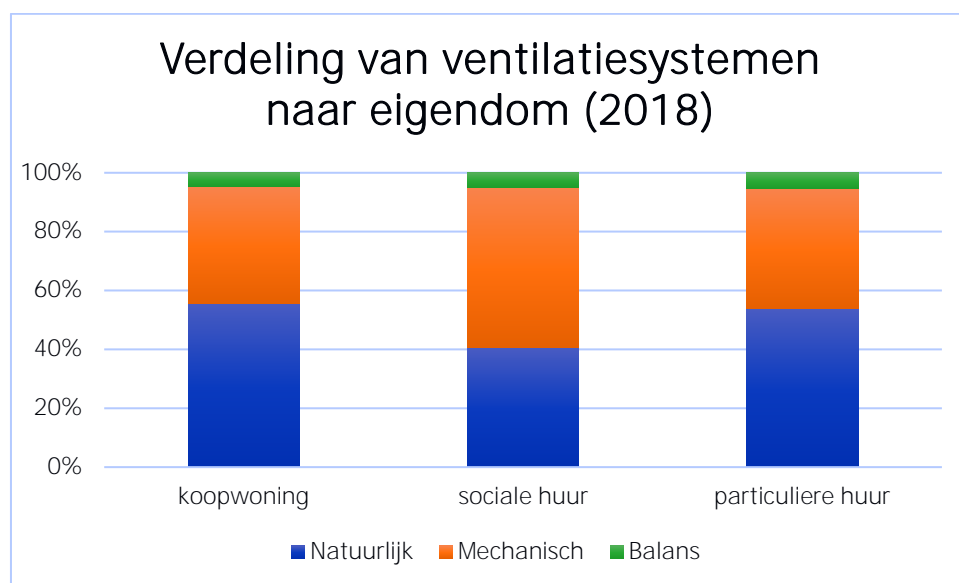
	Beschrijving
Definitie	Aantal ventilatiesystemen dat in het zichtjaar geïnstalleerd is
Eenheid	Aantal per type ventilatiesysteem
Toelichting	Er is nog geen goede bron gevonden voor de (jaarlijkse) installatie van ventilatiesystemen. Een bron die een indicatie geeft van de geïnstalleerde ventilatiesystemen 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	<ul style="list-style-type: none"> 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 Nulmeting

figuur 4.6 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 4.7). In 2018 was het aandeel sociale huurwoningen met natuurlijke ventilatie gedaald naar 40%.



Figuur 4.6: Aandeel van ventilatiesystemen in huishoudens (Bron: Woononderzoek.nl). Er is geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw gemaakt.



Figuur 4.7: Verdeling van ventilatiesystemen naar eigendomsklasse (2018) (Bron: Woononderzoek.nl). Er is geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw gemaakt.

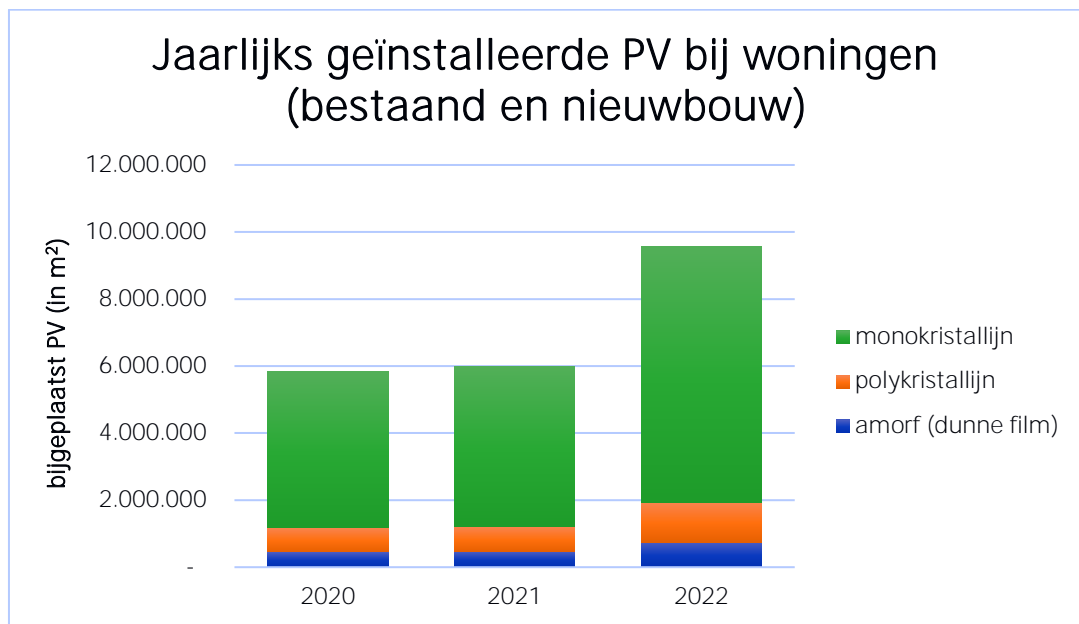
4.1.5 PV systemen

4.1.5.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Oppervlakte aan gebouwgebonden PV dat in het zichtjaar geïnstalleerd is bij woningen
Eenheid	m ²
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	<p>Om onderscheid te kunnen maken naar type PV panelen is op basis van de elektriciteitsproductie per type paneel (zie 4.3.2) het oppervlak berekend:</p> $Oppervlakte = \frac{productie (kWh)}{(zoninstraling * rendement * performance\ ratio)}$ <p>Aangenomen kengetallen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zoninstraling: 1051,2 kWh/m²/jaar (KNMI) • Performance ratio: 85% (TNO) • Rendement (TNO): <ul style="list-style-type: none"> Amorf: 13% Polykristallijn: 17% Monokristallijn: 21%
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> • CBS: totaal aantal installaties, opgesteld vermogen, productie van zonnestroom bij woningen (Zonnestroom; vermogen en vermogensklasse, bedrijven en woningen, regio). • KNMI '23 klimaatscenario's: huidige zoninstraling: 120 W/m² • Wim Sinke, Wiep Folkerts, Arthur Weeber (2021). Zonpositief: zonne-energie op weg naar impact. Whitepaper TNO

4.1.5.2 Nulmeting 2022

In 2020 en 2021 zijn ongeveer evenveel PV installaties geplaatst bij woningen, maar in 2022 is een toename te zien van een factor 1,5.



Figuur 4.8: Oppervlak aan PV dat in een bepaald jaar bij woningen geïnstalleerd is (Bron: CBS). Er kon geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw worden gemaakt.

4.2 Materiaalgebonden CO₂-uitstoot

De materiaalgebonden CO₂-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. Er is voor gekozen om de milieu-impact in dit hoofdstuk uit te drukken in CO₂-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 score⁷. 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.

⁷ Daarbij moet worden vermeld dat biogene opslag nog niet wordt meegenomen in de impactberekening.

4.2.1 Isolatiematerialen

4.2.1.1 Indicator

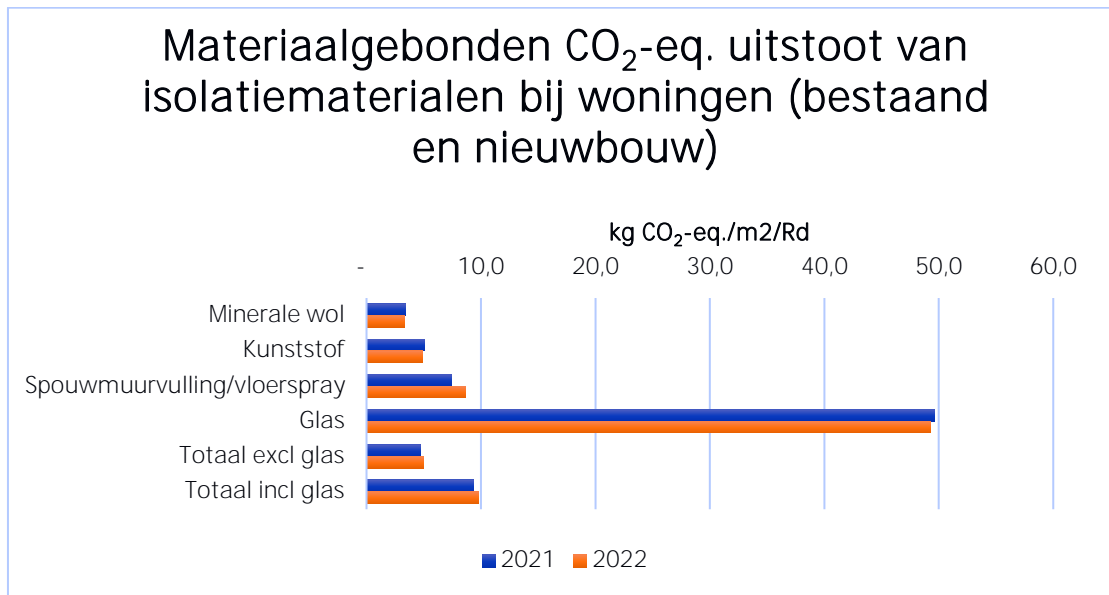
	Beschrijving
Definitie	Gemiddelde materiaalgebonden CO ₂ -eq. uitstoot van isolatiematerialen die in het zichtjaar in woningen toegepast zijn
Eenheid	kg CO ₂ -eq / m ² / Rd
Toelichting	<p>Om de uitstoot jaarlijks te kunnen vergelijken wordt deze per vierkante meter geïsoleerd oppervlak en per eenheid warmteweerstand (Rd) uitgedrukt.</p> <p>Voor deze indicator is gebruik gemaakt van de informatie op Nibe.info, welke is gebaseerd op informatie uit de National 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.</p> <p>Er kan geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw worden gemaakt.</p>
Bepaling	Gewogen gemiddelde CO ₂ -eq.-uitstoot per materiaalgroep op basis van de CO ₂ -eq.-uitstoot per type materiaal in deze groep
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> Buildsight verzamelt jaarlijks voor RVO verkoopdata van isolatiematerialen bij leveranciers voor de Monitor EnergieBesparing Gebouwde Omgeving (2022). Deze zijn per materiaalgroep beschikbaar. De cijfers voor materialen onder Minerale wol en Kunststof zijn afkomstig van informatie van groothandels en leveranciers van deze materialen, die van de groep Spouwmuurvulling/vloerspray komen van SKG-IKOB en Insula Certificatie⁸. 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 Nederland⁹. Nibe.info: bevat productkaarten van onder andere isolatiematerialen met de milieu-impact Nationale Milieudatabase (viewer)

4.2.1.2 Nulmeting

Glas heeft per vierkante meter en per eenheid warmteweerstand een hogere materiaalgebonden CO₂-eq.-uitstoot dan isolatiematerialen voor andere bouw delen. Voor dak, gevel en vloer hebben materialen onder ‘Minerale wol’ gemiddeld een lagere uitstoot dan de materiaalgroepen ‘Kunststof’ en ‘Spouwmuurvulling/vloerspray’. De verschillen tussen 2021 en 2022 kunnen ontstaan door verschillen in de onderlinge verhouding van de hoeveelheid verkochte materialen binnen een materiaalgroep.

⁸ 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.

⁹ Voor elke vierkante meter isolatieglas die in Nederland verkocht wordt gaat er een recyclingbijdrage naar Stichting Vlakglas Recycling Nederland



Figuur 4.9: De (gewogen) klimaatimpact van verschillende materiaalgroepen en het totaal

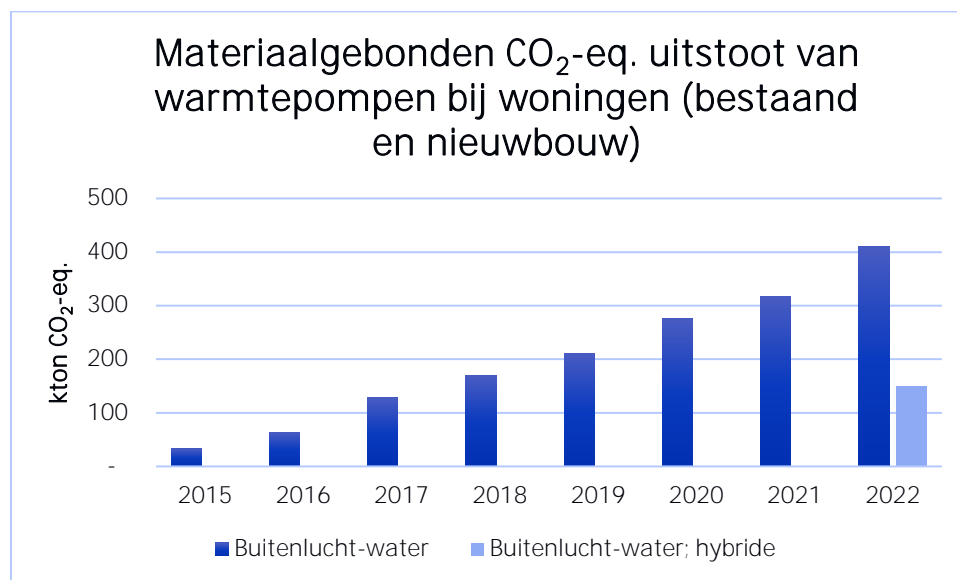
4.2.2 Warmtepompen

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	<p>Uit recent onderzoek van TNO is de materiaalgebonden milieu-impact van lucht-water warmtepompen (incl. hybride) verkregen, zie bijlage c.2. TNO heeft niet gekeken naar de CO₂-eq uitstoot van bodemwarmtepompen en lucht-lucht warmtepompen. Daarbij moet vermeld worden dat er nog veel onderzoek gaande is naar de milieu-impact van warmtepompen.</p> <p>Het koudemiddel in warmtepompen is een broeikasgas en kan door lekkage een belangrijk aandeel in de CO₂-eq uitstoot hebben. Helaas is van de verkochte warmtepompen niet bekend welk koudemiddel gebruikt wordt. Daarom wordt in de berekening het koudemiddel R134a als referentie gebruikt. Dat is het niet het meest voorkomende koudemiddel: dat zijn R410a en R32, maar R134a zit er qua impact tussenin.</p> <p>Er kan geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw worden gemaakt.</p>
Bepaling	Aantal geïnstalleerde warmtepompen per type * gemiddelde materiaalgebonden CO ₂ -eq. per type
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> 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 Nulmeting

Het aantal lucht-water warmtepompen neemt toe (4.1.3) en daarmee de jaarlijkse materiaalgebonden CO₂-eq. uitstoot.



Figuur 4.10: Materiaalgebonden CO₂-eq.-uitstoot van de warmtepompen die in het zichtjaar geïnstalleerd zijn in woningen (bron: CBS en TNO).

4.2.3 Ventilatie

4.2.3.1 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	<ul style="list-style-type: none"> 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

4.2.3.2 Nulmeting

Het aantal geïnstalleerde systemen in een zichtjaar is onbekend

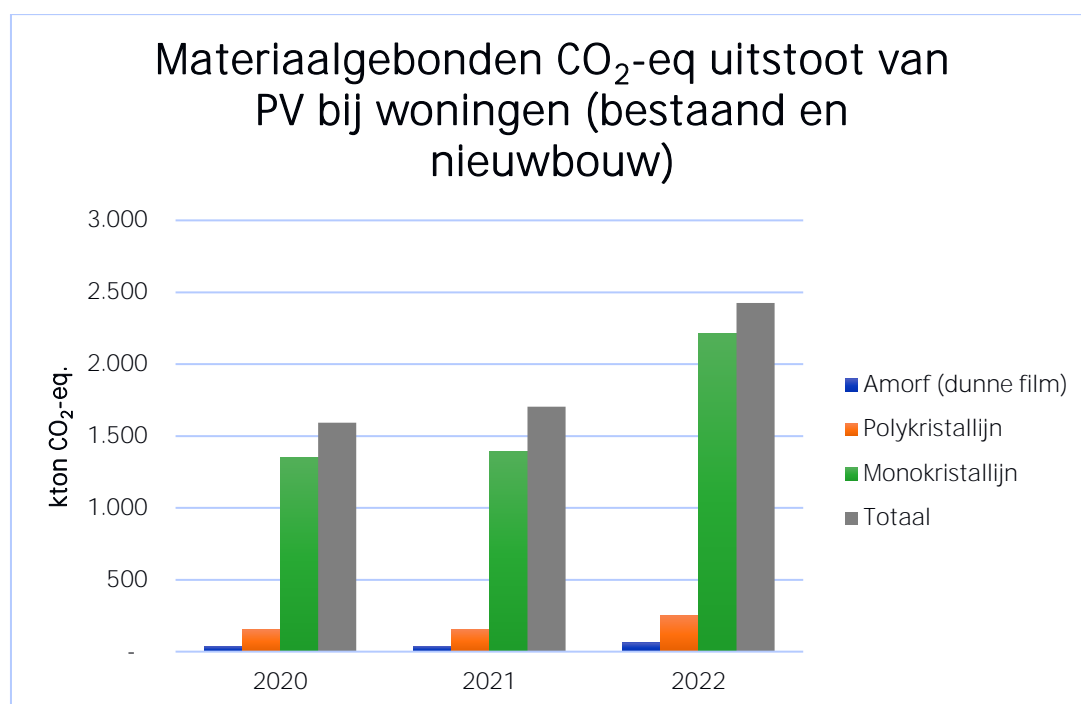
4.2.4 PV systemen

4.2.4.1 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 verschillende PV systemen (mono-, multi-kristallijn en amorf) zijn verkregen uit de Nationale Milieudatabase, zie bijlage c.4. Het oppervlak per type paneel is afkomstig van 4.1.5. 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
Bepaling	Materiaalgebonden CO ₂ -eq. uitstoot per m ² per type paneel * totaal aantal geïnstalleerde m ² per type paneel in het zichtjaar
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> 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

4.2.4.2 Nulmeting 2022

Monokristallijne PV panelen worden het vaakst toegepast én hebben de hoogste milieuimpact per m² paneel.



Figuur 4.11: Materiaalgebonden CO₂-eq. uitstoot van de in dat jaar geïnstalleerde PV panelen (CBS en TNO).

4.3 CO₂-reductie in de gebruiksfase

Isolatie- en installatiemaatregelen worden toegepast om energiegebruik te reduceren en/of om een duurzamere energiebron te kunnen gebruiken zodat de CO₂-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 CO₂ uitgedrukt in plaats van kton CO₂-eq.

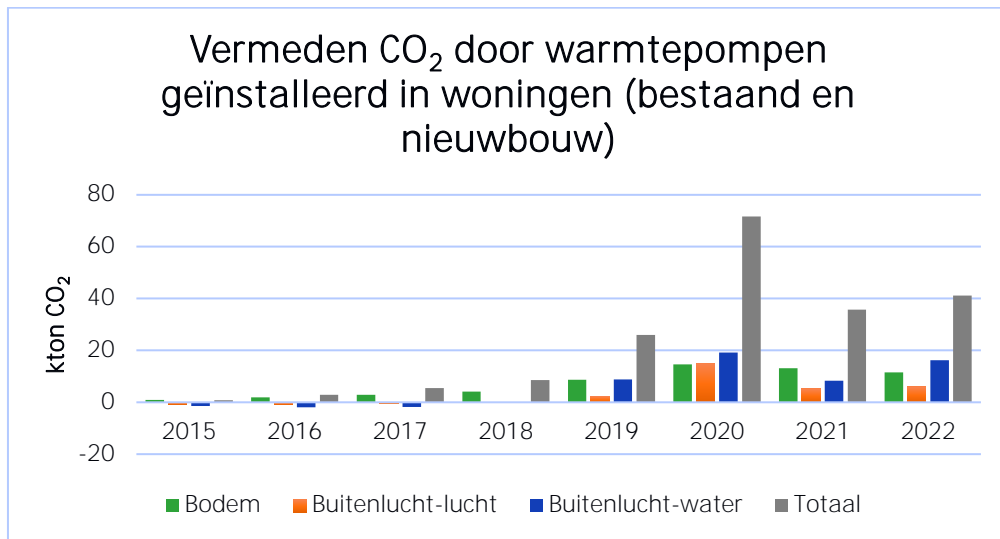
4.3.1 Warmtepompen

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	<p>Het CBS berekent jaarlijks de vermeden CO₂-uitstoot ervan uitgaande dat met de warmte opgewekt door warmtepompen aardgasverbruik wordt vervangen. Het vermeden verbruik van fossiele energie wordt berekend het aardgasgebruik te berekenen dat nodig was geweest om een gelijke hoeveelheid warmte te maken met een cv-ketel (95% rendement) als dat is opgewekt door de warmtepompen. Daarvan wordt de hoeveelheid fossiele energie die gebruikt is voor de productie van de elektriciteit die door de warmtepompen verbruikt is van afgetrokken. De fossiele energie wordt met behulp van emissiefactoren omgerekend naar CO₂-emissies. De emissiefactor voor elektriciteit kan per jaar verschillen, afhankelijk van het aandeel hernieuwbaar, nucleair, kolen en gas in de elektriciteitsproductie.</p> <p>Er kan geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw worden gemaakt.</p> <p>Let op: het betreft hier de vermeden CO₂-uitstoot, niet de CO₂-eq.-uitstoot.</p>
Bepaling	Percentage bijgeplaatst vermogen in zichtjaar * vermeden CO ₂ -uitstoot van alle warmtepompen in dat zichtjaar
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> • CBS Statline: Warmtepompen; aantallen, thermisch vermogen en energiestromen • CBS (2022). Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie. Herziening 2022

4.3.1.2 Nulmeting

Het is opvallend dat in 2021 de vermeden emissie lager ligt dan in 2020 (figuur 4.12), terwijl het aantal lucht-water en lucht-luchtwarmtepompen gestegen (figuur 4.5). De reden hiervoor is dat in 2021 relatief veel energie geproduceerd werd met steenkool en minder aardgas, waardoor de vermeden emissies lager uitkomen.



Figuur 4.12: Vermeden CO₂-emissie van de warmtepompen die in dat zichtjaar nieuw zijn geïnstalleerd in woningen (Bron: CBS).

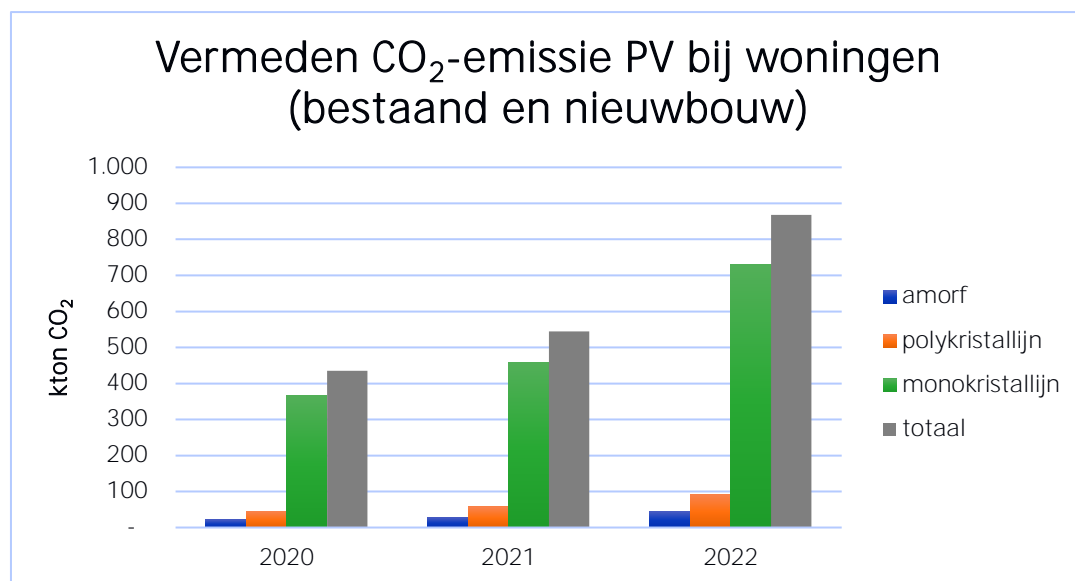
4.3.2 PV systemen

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	<p>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 CO₂-uitstoot berekend worden op basis van de emissiefactor volgens de Referentieparkmethode.</p> <p>Uit de beschikbare data over jaarlijkse installaties van het CBS kan geen onderscheid worden gemaakt naar type paneel. Een rapport van Fraunhofer geeft wel een indicatie van het marktaandeel van typen zonnepanelen in de totale wereldwijde productie van zonnestroom:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monokristallijn: 84% • Polykristallijn: 11% • Amorf: 5% <p>Dit marktaandeel is toegepast op alle drie de zichtjaren. Het is niet bekend in hoeverre deze verhouding ook van toepassing is op huishoudens in Nederland.</p> <p>Er kan geen onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw worden gemaakt.</p> <p>Let op: het betreft hier de vermeden CO₂-uitstoot, niet de CO₂-eq.-uitstoot.</p>
Bepaling	Percentage bijgeplaatst vermogen in zichtjaar * productie van alle geïnstalleerde zonnepalen * emissiefactor
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> • 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 CO₂-emissiefactor: CBS (2021). Rendementen, CO₂-emissie elektriciteitsproductie, 2021. • Fraunhofer (2023). Photovoltaics report.

4.3.2.2 Nulmeting 2022

Ondanks dat het aantal nieuwe installaties bij woningen in 2021 niet veel verschilt van 2020 is de vermeden CO₂-emissie wel hoger. Dit is gerelateerd aan jaarlijkse aanpassingen van de emissiefactor. In 2021 is relatief veel elektriciteit geproduceerd met steenkool en minder aardgas waardoor PV panelen meer emissie door elektriciteitsopwekking vermijden. In 2022 speelt verder mee dat de gemiddelde productie per installatie is toegenomen.



Figuur 4.13: Vermeden CO₂-emissie in het zichtjaar van de PV systemen die in dat zichtjaar nieuw zijn geïnstalleerd bij woningen (Bron: CBS).

5 Transitie in de markt

Om de verduurzaming te versnellen door middel van grootschalige en opschaalbare verduurzamingsconcepten is het belangrijk dat vraag en aanbod op elkaar zijn afgestemd. Willen woningeigenaren verduurzamen en waarom? Waar hebben ze behoefte aan? Welke ondersteuning en concepten zijn er in de markt om de verduurzaming planmatig aan te pakken?

5.1 Bereidheid tot verduurzaming

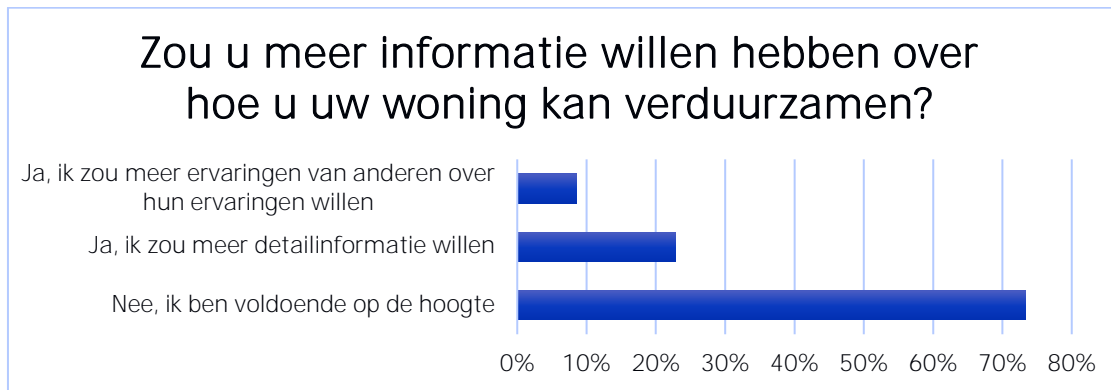
De vraag naar verduurzaming start met de bereidheid van woningeigenaren om maatregelen te nemen. De vragenlijst die RVO jaarlijks laat uitzetten bevat vragen die een indicatie geven van de houding van woningeigenaren ten aanzien van verduurzaming.

5.1.1 Indicator

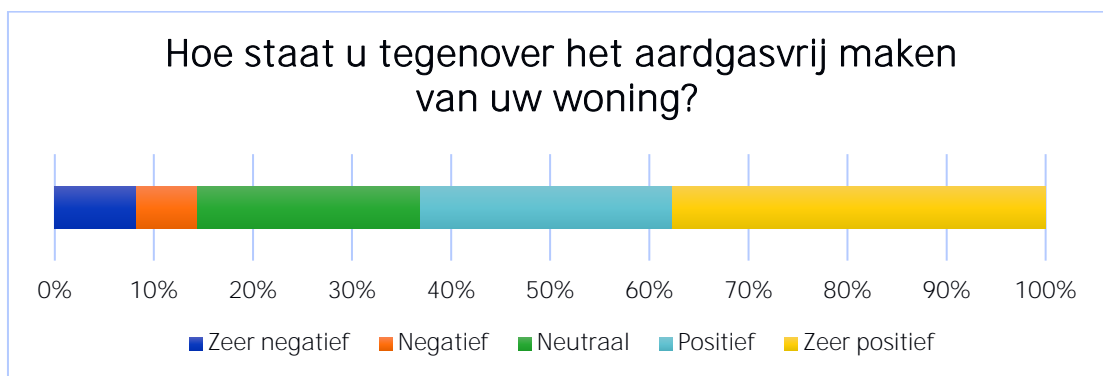
	Beschrijving
Definitie	Percentage van de woningeigenaren dat 1) op de hoogte is van mogelijkheden van verduurzaming, 2) positief staat ten aanzien van een aardgasvrije woning en 3) plannen heeft om de komende jaren de woning aardgasvrij te maken.
Eenheid	%
Toelichting	De indicator geeft aan hoe woningeigenaren tegenover verduurzaming van de woning staan. Voor deze indicator zijn alleen de antwoorden meegenomen van respondenten met een koopwoning.
Bepaling	De resultaten zijn overgenomen van onderzoek van I&O research naar energiebesparende maatregelen en bewerking van RVO. RVO laat jaarlijks een vragenlijst uitzetten naar energiebesparende en aardgasvrije maatregelen.
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> I&O Research en RVO (2023). Energiebesparende maatregelen & aardgasvrij.

5.1.2 Nulmeting

73% van de ondervraagden geeft aan voldoende op de hoogte te zijn van de mogelijkheden om te verduurzamen en geen behoefte aan informatie te hebben (figuur 5.1). Meer dan 60% is (zeer) positief over aardgasvrij wonen (figuur 5.2). 26% van de woningeigenaren geeft aan binnen 5 jaar geheel of gedeeltelijk aardgasvrij te willen zijn (figuur 5.3).



Figuur 5.1: Behoeftte aan informatie over verduurzaming (n=1147) (Bron: I&O research/RVO)



Figuur 5.2: Houding ten opzichte van aardgasvrij wonen (n=1044) (Bron: I&O research/RVO)



Figuur 5.3: Plannen voor een aardgasvrije woning (n=1027) (Bron: I&O research/RVO)

5.2 Verduurzamingsredenen woningeigenaren

Woningeigenaren kunnen verschillende redenen hebben om hun woning te verduurzamen. Om woningeigenaren beter te kunnen ondersteunen en faciliteren is het belangrijk om inzicht te hebben in deze redenen.

5.2.1 Indicator

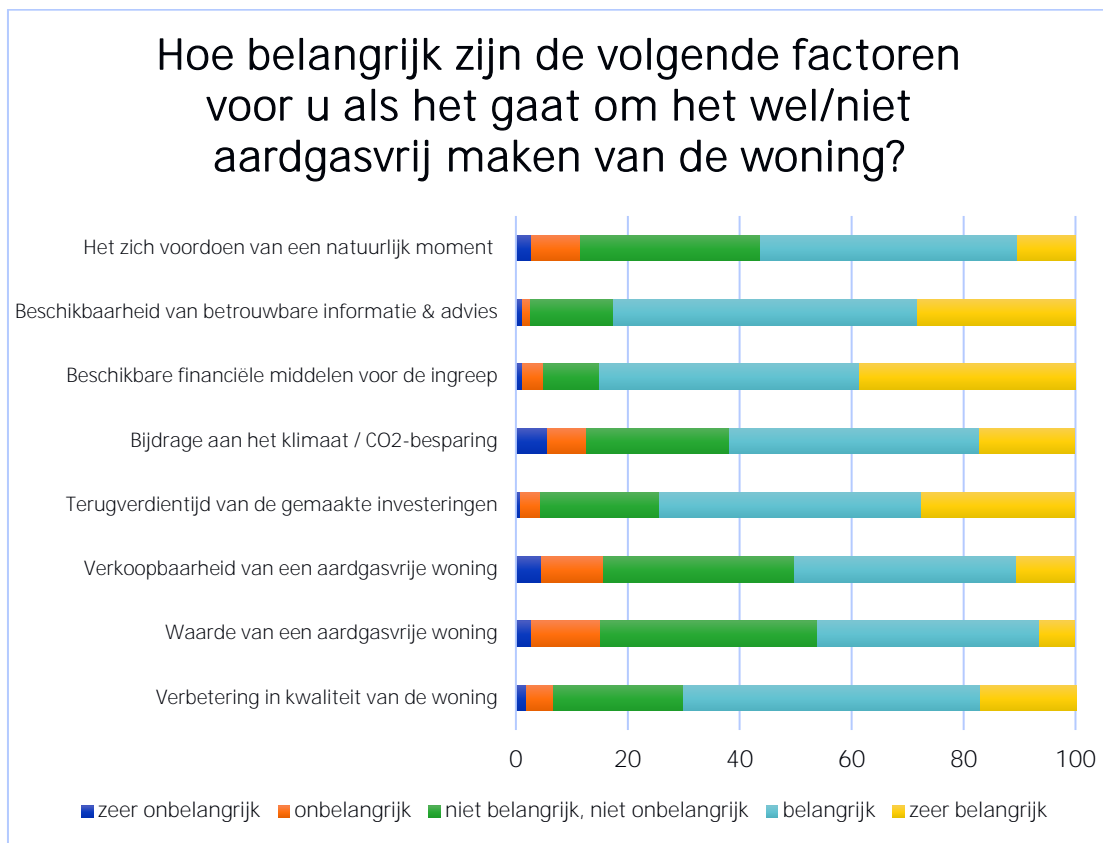
	Beschrijving
Definitie	Aandeel eigenaar-bewoners naar redenen en belemmeringen voor verduurzaming
Eenheid	%
Toelichting	Per factor wordt een percentage vermeld van de woningeigenaren die deze factor wel of niet belangrijk vindt. Voor deze indicator zijn alleen de antwoorden meegenomen van respondenten met een koopwoning.
Bepaling	De resultaten zijn overgenomen van onderzoek van I&O research naar energiebesparende maatregelen en bewerking van RVO. RVO laat jaarlijks een vragenlijst uitzetten naar energiebesparende en aardgasvrije maatregelen.
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> I&O Research en RVO (2023). Energiebesparende maatregelen & aardgasvrij.

5.2.2 Nulmeting

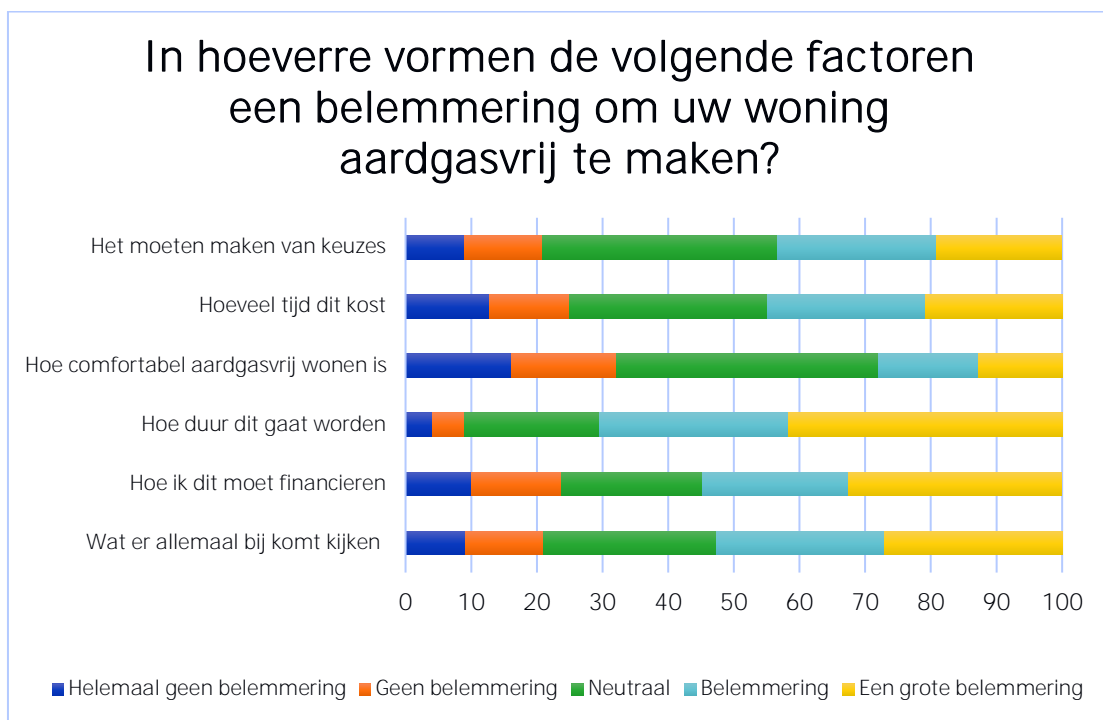
De redenen voor verduurzaming zijn onderverdeeld naar het antwoord op drie vragen gerelateerd aan motivatie, belemmeringen en financiering.

figuur 5.4 laat voor een aantal factoren zien hoe belangrijk de ondervraagden deze vonden. Opvallend is dat de meeste genoemde factoren door bijna niemand (zeer) onbelangrijk worden gevonden. Het meest onbelangrijk blijken de waarde en verkoopbaarheid van de woning te zijn: rond de 15% van de ondervraagden geeft aan dit (zeer) onbelangrijk te vinden. De belangrijkste factor voor verduurzaming is de financiering: 85% van de ondervraagden geeft aan dat de beschikbare financiële middelen een (zeer) belangrijke factor zijn. Andere belangrijke factoren zijn de beschikbaarheid van betrouwbare informatie & advies (83%), de terugverdientijd (74%) en de verbeterde kwaliteit van de woning (70%).

De grootste belemmering die ondervraagden zien in het aardgasvrij maken van de woning betreft de kosten. 71% geeft aan dat hoe duur het gaat worden een (grote) belemmering is (figuur 5.5). Hierop volgt met 55% hoe de ingreep gefinancierd moet worden. Ruim de helft van de ondervraagden ziet er ook tegenop wat er allemaal bij komt kijken. Hoe comfortabel aardgasvrij wonen is wordt door de meeste mensen niet als een belemmering gezien (32%).



Figuur 5.4: Belang van factoren in het aardgasvrij maken van de woningen (n=1027) (Bron: I&O research/RVO)



Figuur 5.5: Belemmeringen in het aardgasvrij maken van woningen (n=1027) (Bron: I&O research/RVO)

5.3 Ondersteuning door ontzorgers

Het programma Verbouwstromen deelt een belangrijke rol toe aan partijen die herhaalbare en efficiënte verduurzamingprocessen kunnen aanbieden en daarbij bouwdeelproducenten en woningeigenaren verbinden, de zogenaamde ontzorgers. In de praktijk zijn er zijn veel gradaties in het aanbod van ondersteuning door ontzorgers. Deze indicator maakt inzichtelijk wat het aanbod is en in hoeverre daarvan gebruik gemaakt wordt.

5.3.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Mate van ondersteuning aan woningeigenaren
Eenheid	Aantal aanbieders; aantal woningen
Toelichting	We onderscheiden, afhankelijk van het segment, verschillende niveaus in de mate van ondersteuning die wordt aangeboden voor woningeigenaren, met verder onderscheid naar diverse opties. De indicator kan worden beoordeeld naar het aantal partijen dat een aanbieding doet binnen een niveau (dekkingsgraad) en/of het aantal woningen dat volgens het concept is gerealiseerd (marktaandeel).
Bepaling	Het aantal aanbiedingen volgt uit de antwoorden van de vragenlijst
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> Via vragenlijst, zie 'Dataverzameling'

Voor dit onderdeel van de marktmonitor van Verbouwstromen is nog geen data beschikbaar. Aanvullend onderzoek is nodig en we beschrijven hier een methode om deze informatie in de monitor op te kunnen nemen.

5.3.2 Dataverzameling

Het programma Verbouwstromen heeft voor alle drie de segmenten een eerste inventarisatie gedaan van de partijen die actief zijn in het aanbieden van ondersteuning, zie bijlage d. Deze lijst vormt een startpunt en zal in een latere fase verder uitgebreid worden via een uitvraag aan de markt. In een vervolg kan informatie over deze aanbiedingen verzameld worden met een (jaarlijkse) vragenlijst die verstuurd wordt naar de aanbiedende partijen.

Er is veel verscheidenheid in de mate van ondersteuning. In het meest uitgebreide aanbod kunnen ze woningeigenaren ondersteunen door een maatregelpakket samen te stellen voor de woning dat meerdere bouwdelen omvat, zijn ze verantwoordelijk voor het proces en aanspreekbaar op de kwaliteit van het maatregelpakket en bieden financieringsmogelijkheden.

Voor elk segment zijn niveaus beschreven en kan de aanbieding verder gespecificeerd worden naar opties zoals de mate van integraliteit, wel of geen prestatiegarantie, een stapsgewijze aanpak of in-één-keer. Op basis van deze niveaus en opties kan een matrix worden gevuld. In één matrix kan het aantal aanbieders worden weergegeven (de dekkingsgraad), in een andere matrix het aantal woningen dat volgens dat concept is gerealiseerd in een bepaald jaar (het marktaandeel). Vanwege verschillen tussen segmenten zal per segment de matrix verschillen.

Voor eigenaren van koopwoningen maken we onderscheid in vier niveaus van aanbiedingen om het ondersteuningsaanbod te inventariseren (tabel 5.1):

1. Verregaande begeleiding in het aanvragen van offerte
2. Verregaande begeleiding en financieel advies in het aanvragen van offertes
3. Aanbod van verduurzaming van de woning, de aanbieder is het enige aanspreekpunt en is aansprakelijk
4. Aanbod van verduurzaming van de woning inclusief financiering, de aanbieder is het enige aanspreekpunt en is aansprakelijk

Tabel 5.1: Matrix om het aanbod voor ondersteuning van eigenaren van individuele koopwoningen inzichtelijk te maken (aantal aanbieders of aantal gerealiseerde woningen).

Niveau	1	2	3	4
Totaal				
Enkelvoudig				
Meervoudig				
Integraal/totaalpakket				
Eindnorm				
Prestatie-garantie				
Stapsgewijs				
In-één-keer				

Voor verhuurders hanteren we drie niveaus (tabel 5.2). De ontzorgers:

1. bepaalt de ambitie qua uitvoering niet zelf, maar kan wel een integraal aanbod en advies geven;
2. heeft een integraal aanbod, maar produceert niet;
3. is producent van en aanbieder van een integraal aanbod.

Tabel 5.2: Matrix om het aanbod voor ondersteuning aan huurwoningen inzichtelijk te maken (aantal aanbieders of aantal gerealiseerde woningen).

Niveau	1	2	3
Totaal			
Enkelvoudig			
Meervoudig			
Integraal/totaalpakket			
Eindnorm			
Prestatie-garantie			
Stapsgewijs			
In-één-keer			

5.4 Aanbod bouwdeelproducenten

Het programma Verbouwstromen definieert bouwdeelproducenten als partijen die zorgen voor een gemakkelijke assemblage van installaties en/of bouwdelen (vloer, gevel en dak inclusief openingen voor ramen en deuren), in de woning door off-site een kant-en-klaar en/of plug & play product te realiseren. Zij spelen daarmee een belangrijke rol in industriële renovatie en kunnen zo de kostprijs kunnen verlagen en de kwaliteit verhogen.

Het programma Verbouwstromen heeft een eerste inventarisatie gedaan van de bouwdeelproducenten in Nederland, zie bijlage e. Deze lijst vormt een startpunt en zal in een latere fase verder uitgebreid worden via een uitvraag aan de markt.

5.4.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Aanbod van bouwdeelproducenten
Eenheid	Aantal aanbiedingen / aantal woningen / aantal bouwdelen of installaties
Toelichting	We maken voor 4 bouwdelen onderscheid naar de mate van industrieel gefabriceerde bouwdelen en voor welke woningcontingenten ze geproduceerd zijn. De indicator kan worden beoordeeld op het aantal aanbiedingen (dekkingsgraad), het aantal woningen waar het product gerealiseerd is (marktaandeel) en het aantal bouwdelen/installaties dat gerealiseerd had kunnen worden (de potentiële productiecapaciteit).
Bepaling	Het aantal aanbiedingen volgt uit de antwoorden van de vragenlijst
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> Via vragenlijst, zie 'Dataverzameling'

Voor dit onderdeel van de marktmonitor van Verbouwstromen is nog geen data beschikbaar. Aanvullend onderzoek is nodig en we beschrijven hier een methode om deze informatie in de monitor op te kunnen nemen.

5.4.2 Dataverzameling

In de praktijk varieert het productieproces in de mate waarin het product industrieel is vervaardigd en voor welke bouwdelen en contingenten het product kan worden toegepast. Met deze variabelen kan een matrix worden opgesteld zoals in tabel 5.3. De matrix zou met drie eenheden kunnen worden gevuld: het aantal aanbiedingen (dekkingsgraad), het aantal woningen in dat jaar waar het product gerealiseerd is (marktaandeel) en het aantal bouwdelen/installaties dat gerealiseerd had kunnen worden (de potentiële productiecapaciteit).

Tabel 5.3: Matrix om het aanbod van makkelijk te installeren producten inzichtelijk te maken (aantal aanbiedingen, aantal gerealiseerde woningen of potentieel te realiseren bouwdelen/installaties)

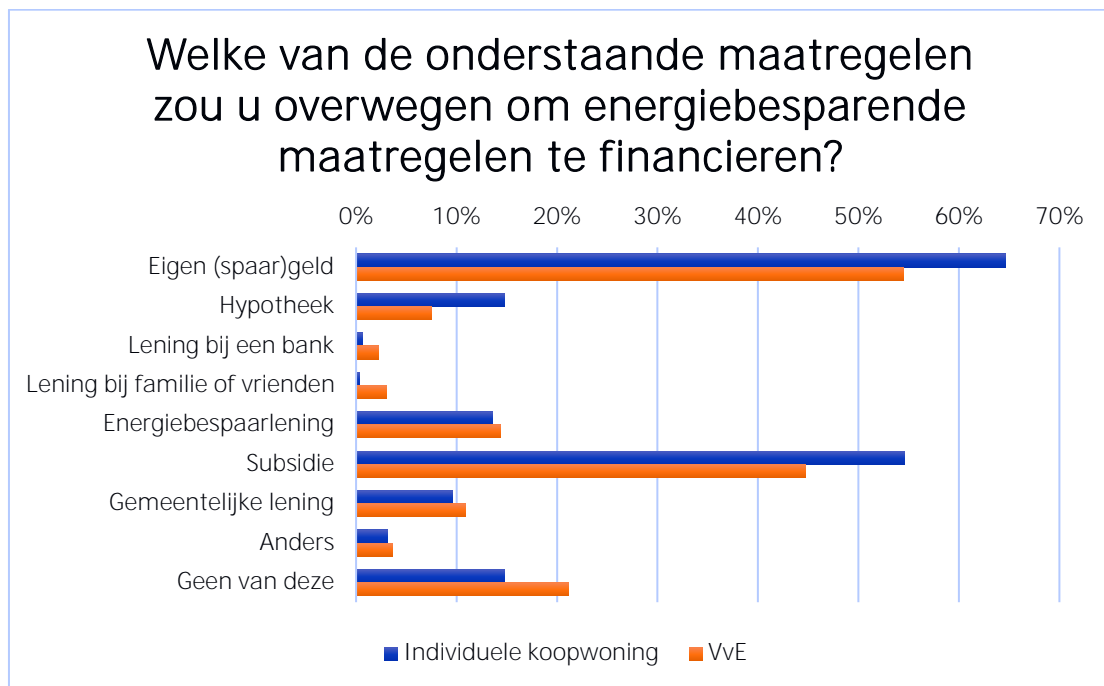
Product	Vloer	Gevel	Dak	Installaties
Totaal				
Niet fabrieksmatig				
Deels fabrieksmatig				
Volledig fabrieksmatig				

Product	Vloer	Gevel	Dak	Installaties
Eengezinswoning				
Meergezinswoning				
<1945				
1945-1975				
1975-1995				
1995-2013				
>2013				
Koop				
VvE				
Huur				

5.5 Financieringsopties

Uit hoofdstuk 0 blijkt de financiering een belangrijk aspect te zijn in het verduurzamen van de woning. figuur 5.6 geeft een beeld hoe ondervraagden van de vragenlijst van I&O Research en RVO (2023) denken de verduurzaming te gaan financieren. De meeste respondenten willen eigen (spaar)geld gebruiken voor de uitvoering en subsidie aanvragen. Als mensen een lening willen nemen worden een hypotheek en de energiebespaarlening het vaakst genoemd door respondenten met een individuele koopwoning. Woningeigenaren in een VvE geven aan de voorkeur te geven voor een energiebespaarlening of een gemeentelijke lening.

De indicator 'Financieringsopties' heeft tot doel inzichtelijk te maken in hoeverre er gebruik is gemaakt van financiering voor verduurzaming middels een lening of hypotheek en in welke mate de verstreckende partijen verdere ondersteuning bieden, zoals energieadviezen.



Figuur 5.6: Voorkeuren voor financiering van verduurzamingsmaatregelen (meerdere opties waren mogelijk)

5.5.1 Indicator

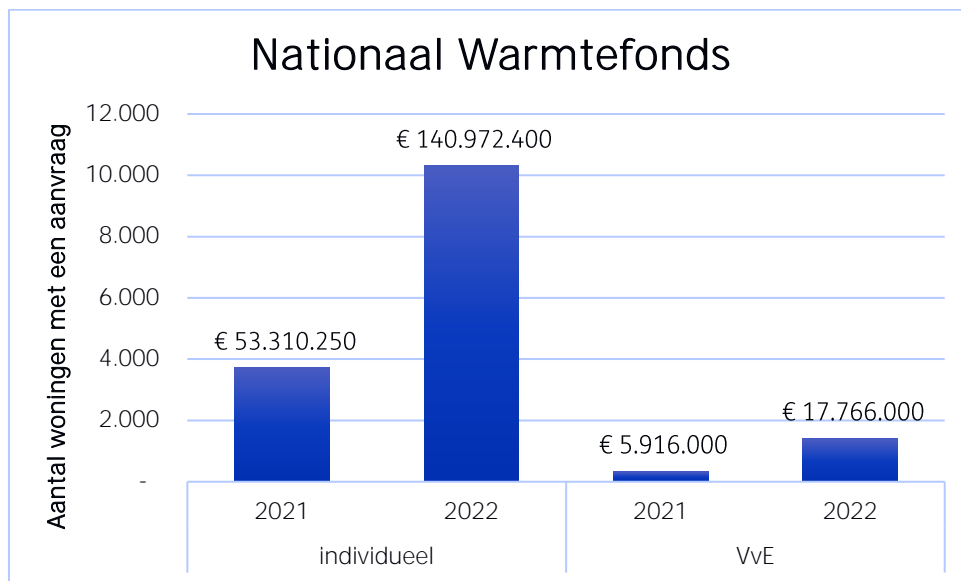
	Beschrijving
Definitie	De mate van ondersteuning in financiering van verduurzaming van woningen
Eenheid	Euro per aanbiedende partij / aantal adviezen per aanbiedende partij
Toelichting	
Bepaling	
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> CBS (2023). Monitor SEEH-ISDE-Warmtefonds, 2021-2022

5.5.2 Nulmeting

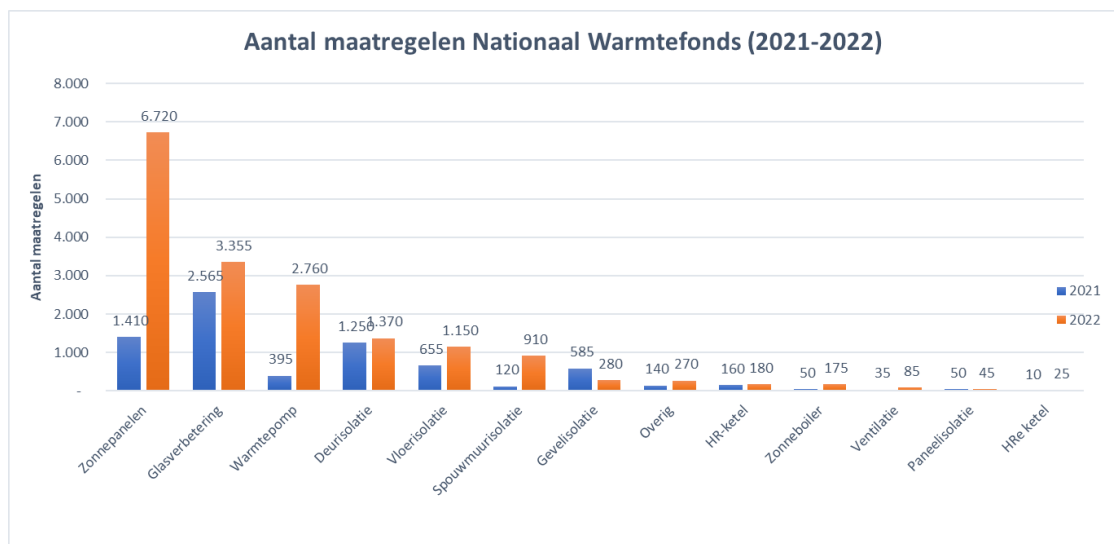
Voor dit onderdeel van de marktmonitor van het programma Verbouwstromen is op het moment van schrijven alleen data beschikbaar van het Nationaal Warmtefonds (figuur 5.7). Het aantal woningen met een aanvraag voor financiering is in 2022 met een factor 2,7 (individuele woningeigenaren) en 4 (VvE's) toegenomen ten opzichte van 2021. In 2021 werden de leningen vooral gebruikt om glasisolatie te financieren, gevolgd door zonnepanelen en deurisolatie (figuur 5.8). In 2022 waren zonnepanelen de meest toegepaste maatregelen met een lening van het Warmtefonds, gevolgd door glasisolatie en warmtepompen.

In een vervolg kunnen andere partijen benaderd worden die financiering bieden voor verduurzaming, zoals:

- Banken
- Stimuleringsfonds Volkshuisvesting
- Financieel adviseurs (Wft-gecertificeerd).



Figuur 5.7: Aantal woningen dat in 2021 en 2022 een financiering bij het Nationaal Warmtefonds heeft gekregen en het totale subsidiebedrag.



Figuur 5.8: Aantal maatregelen waarvoor een lening verstrekt is door het Nationaal Warmtefonds

5.6 Aandeel Verbouwstromen

Een verbouwstroom is 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.

Met deze indicator wordt inzichtelijk of het aandeel verbouwstromen in de totale renovatiemarkt toeneemt.

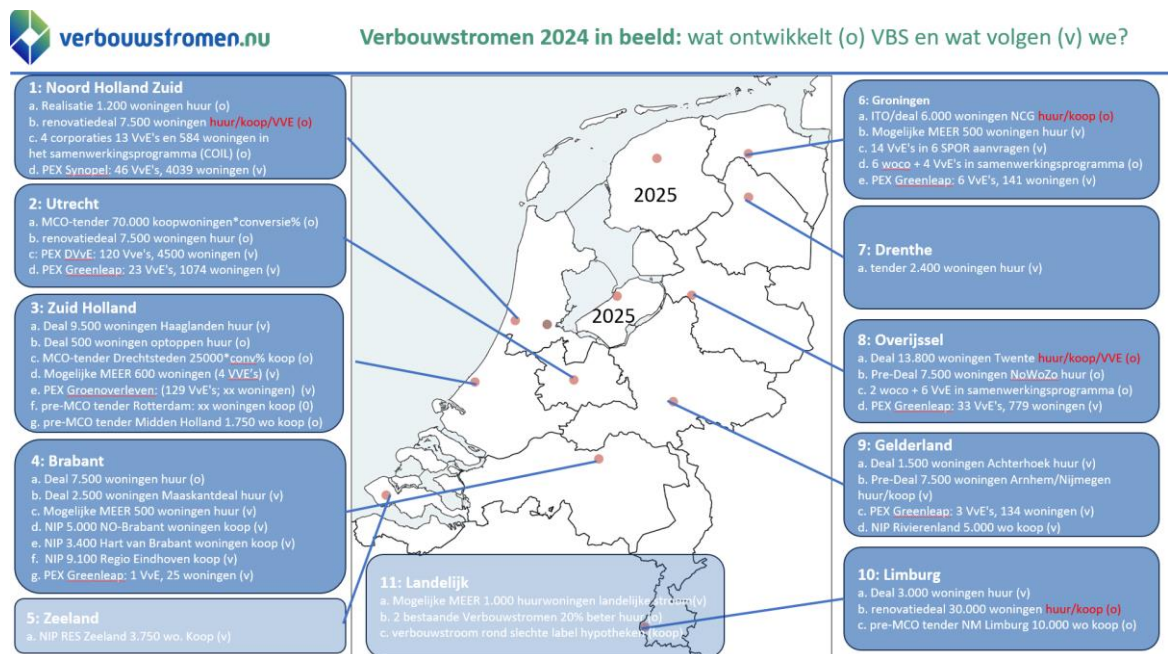
5.6.1 Indicator

	Beschrijving
Definitie	Aandeel van de verduurzaming dat middels de definitie van verbouwstromen is uitgevoerd
Eenheid	%
Toelichting	Gegevens uitgesplitst naar koop, huur en VvE
Bepaling	Aantal woningen dat volgens de definitie van verbouwstromen is verduurzaamd / totaal aantal woningen dat is verduurzaamd
Bronnen	<ul style="list-style-type: none"> Via vragenlijst, zie 'Dataverzameling'

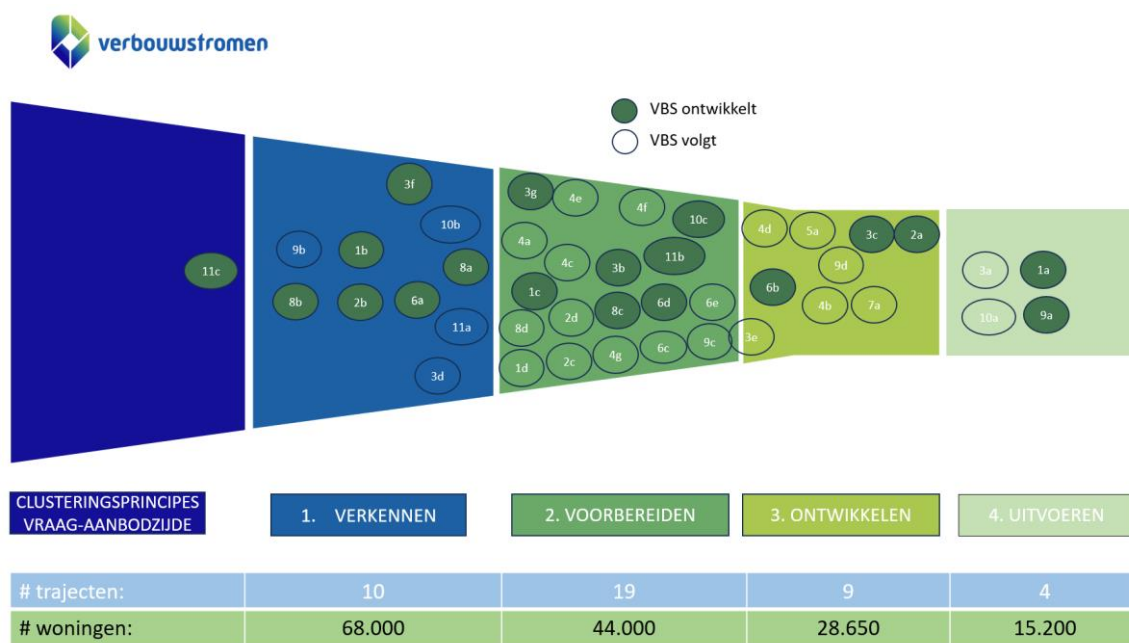
5.6.2 Dataverzameling

Het programma Verbouwstromen heeft de lopende projecten inzichtelijk gemaakt die voldoen aan de definitie van Verbouwstromen. De projecten die nu in beeld zijn worden getoond in figuur 5.9. De projecten zijn ingedeeld in de fase waarin het project zich bevindt met het gerelateerde aantal woningen (figuur 5.10), in totaal 1,9% van de huidige woningvoorraad. Momenteel zijn er echter nog geen afgeronde projecten die onder 'verbouwstromen' vallen waardoor deze indicator nog niet kan worden berekend.

Om meer informatie te verzamelen kunnen in de vragenlijst aan partijen onder 5.3 en 5.4 ook vragen worden opgenomen over verduurzamen via verbouwstromen en in de praktijk toegepaste samenwerkingsvormen.



Figuur 5.9: Projecten van Verbouwstromen (bron: programma Verbouwstromen)



Figuur 5.10: Projecten van Verbouwstromen naar fase

6 Aanbevelingen voor dataverzameling

Dit document biedt een indicator framework voor het monitoren van de voortgang naar versnelde verduurzaming middels verbouwstromen. Niet voor alle indicatoren kon echter een nulmeting worden bepaald, omdat (nog) niet alle gewenste data beschikbaar is. Dit hoofdstuk biedt allereerst een overzicht van verzamelde en de bronnen 6.1. Paragraaf 6.2 betreft informatie die nog verzameld kan worden via vragenlijsten voor marktindicatoren, en te verzamelen data en geeft hier aanbevelingen voor. Tot slot is er behoefte aan data die nog niet (openbaar) beschikbaar is, zoals inzicht in het typen zonnepanelen dat in Nederland bij woningen wordt geïnstalleerd. Paragraaf 6.3 geeft aanbevelingen voor potentiële bronnen voor deze data.

6.1 Verzamelde data

Tabel 6.1: Informatiebronnen die zijn gebruikt per indicator

Indicator	Bron	Frequentie
Warmtevraag	Hestia model (TNO)	Model run
Aantal woningen		
Mate van verduurzaming per ingreep	I&O Research en RVO (2023)	Jaarlijks
Bereidheid tot verduurzaming		
Aantal maatregelen		
Verduurzamingsredenen woningeigenaren		
Aantal warmtepompen	CBS	Jaarlijks
Aantal PV installaties en vermeden energiegebruik		
Aantal ventilatiesystemen	WoON onderzoek energiemodule	Elke 6 jaar
Materiaalgebonden CO ₂ : - Isolatiematerialen - Ventilatiesystemen - PV installaties	Nibe Nationale Milieudatabase	Onregelmatige updates
Materiaalgebonden CO ₂ : - Warmtepompen	TNO	Eenmalig

6.2 Nog te verzamelen data

Benodigde informatie	Voorstel voor aanpak
Inventarisatie ontzorgers en bouwdeelproducenten	De eerste inventarisatie met ontzorgers en bouwdeelproducenten aanvullen via oproepen in social media
Inzicht in aanbod van ontzorgers	Uitvragen via vragenlijsten en interviews met partijen op de lijst van ‘ontzorgers’

Inzicht in aanbod van bouwdeelproducenten	Uitvragen via vragenlijsten en interviews met partijen op de lijst van 'bouwdeelproducenten'
Verbouwstromen	Uitvragen via vragenlijsten en interviews met partijen op de lijst van 'ontzorgers' en 'bouwdeelproducenten'
Samenwerkingsvormen	

6.3 Nog niet beschikbare data

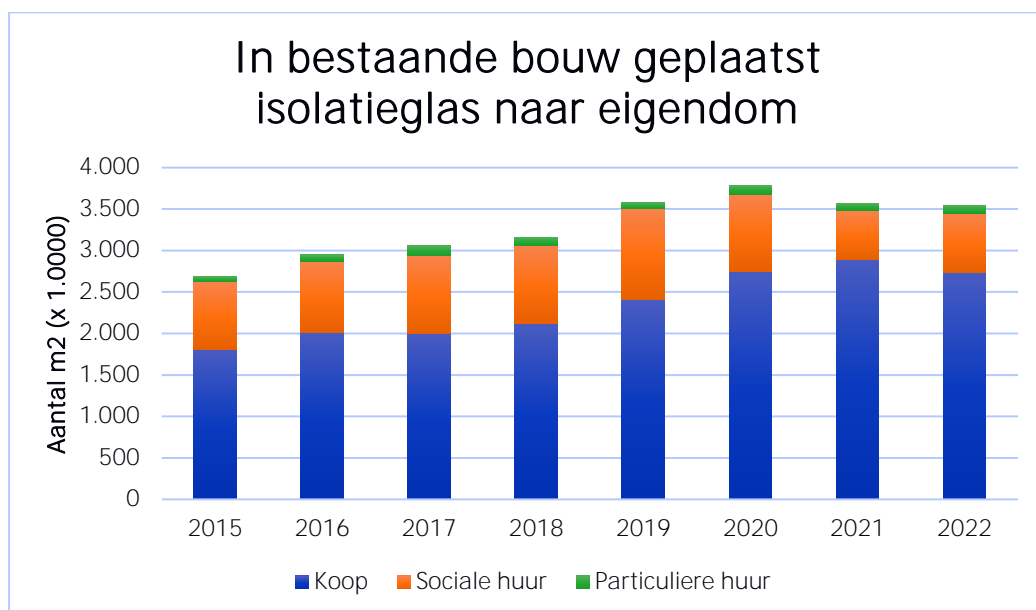
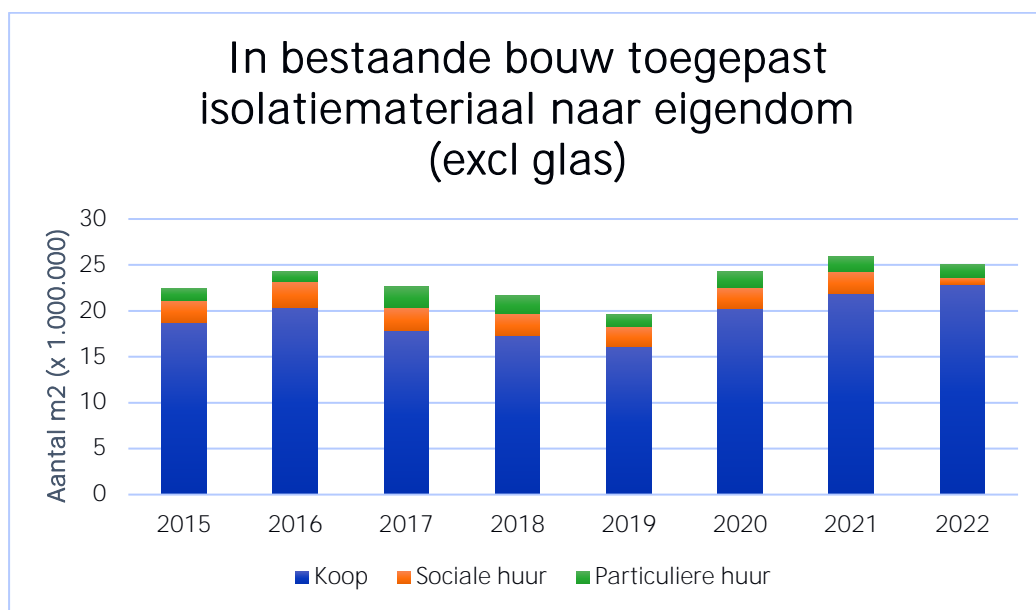
Tabel 6.2: Potentiële informatiebronnen voor ontbrekende data

Benodigde informatie	Potentiële bron
Hoeveelheid verkochte isolatie per materiaal	Buildsight, met toestemming van leveranciers isolatiematerialen
Biobased isolatiemateriaal	
Warmtepompen: <ul style="list-style-type: none"> - Aantal in bestaande woningen - Koelmiddel - Rendement 	Buildsight, opname op de bouwplaats Vereniging Warmtepompen?
Typen ventilatiesystemen in (bestaande) woningen <ul style="list-style-type: none"> - Mechanisch - Balans (wtw) - Kanalen van kunststof/staal 	Buildsight, opname op de bouwplaats
PV installaties, onderscheid naar: <ul style="list-style-type: none"> - Typen panelen - Bestaand/nieuwbouw - Eigendom - Woningtype 	Buildsight, opname op de bouwplaats DNE Research kan eventueel op maat gemaakte data leveren waarbij onderscheid kan worden gemaakt naar type paneel (monokristallijn n-type, monokristallijn p-type, overig) en waarbij informatie beschikbaar is over het aantal woningen naar eigendom
	Het CBS kan eventueel een tabel op maat maken waarbij onderscheid kan worden gemaakt naar eigendom, woningtype en bestaande bouw/nieuwbouw.
	Holland Solar vragen naar marktinzichten

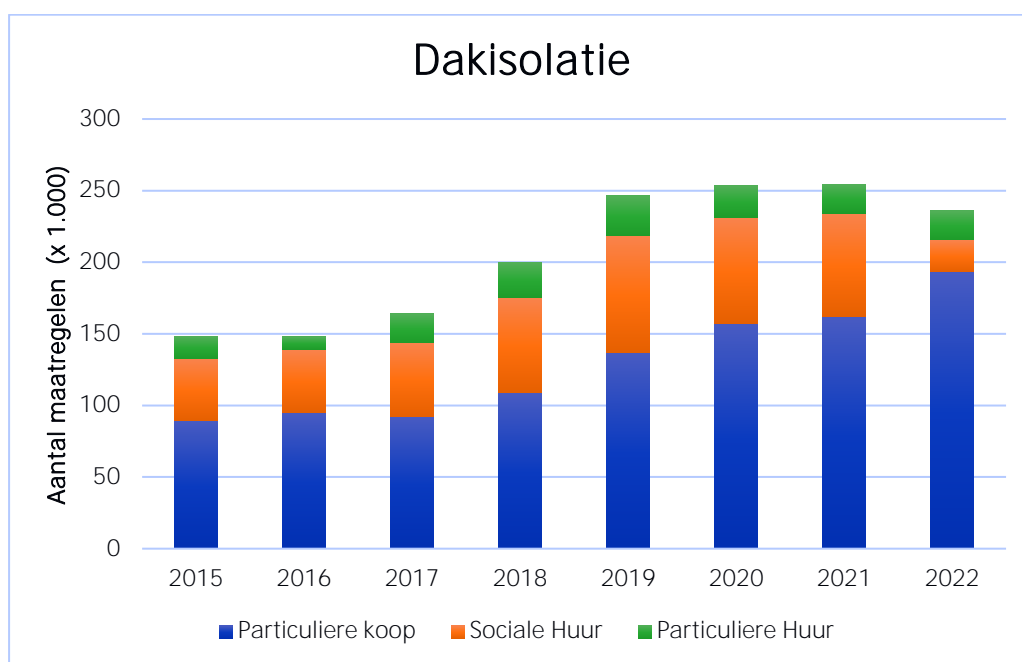
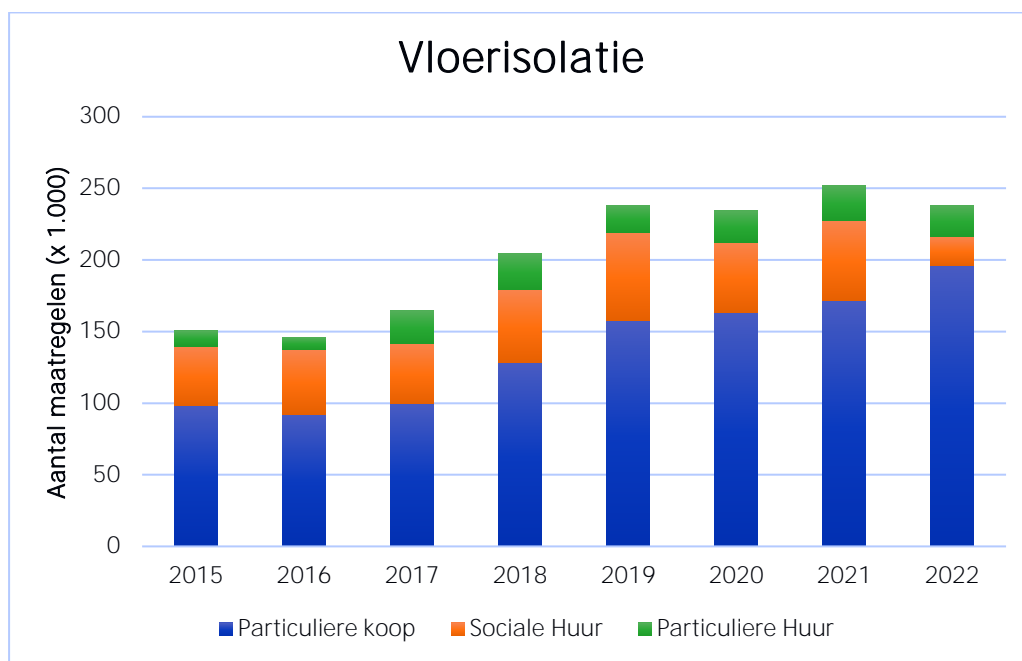
Bijlage A

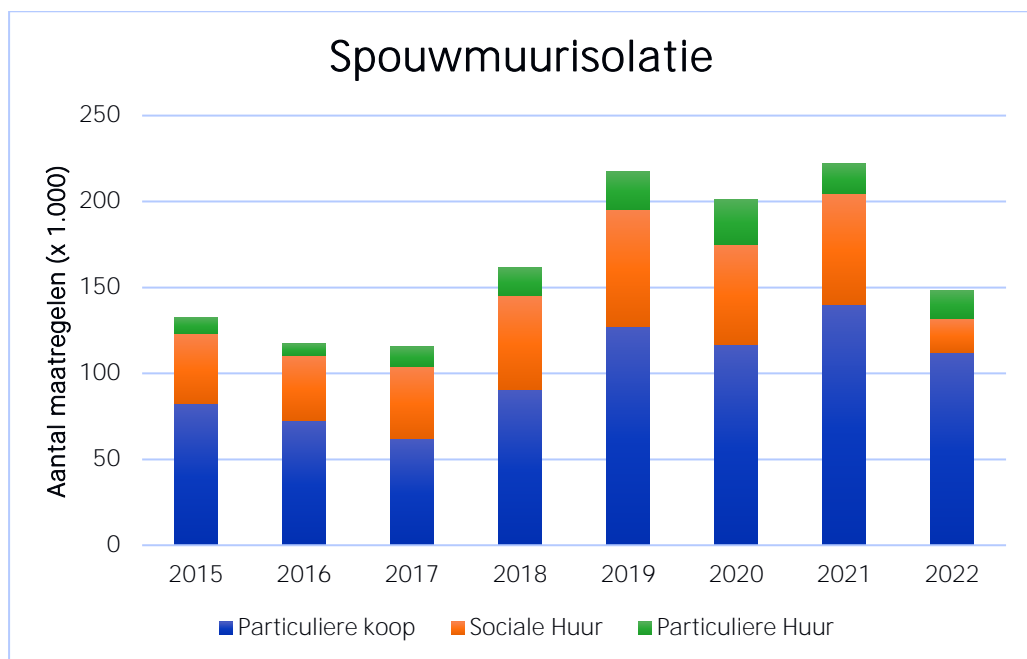
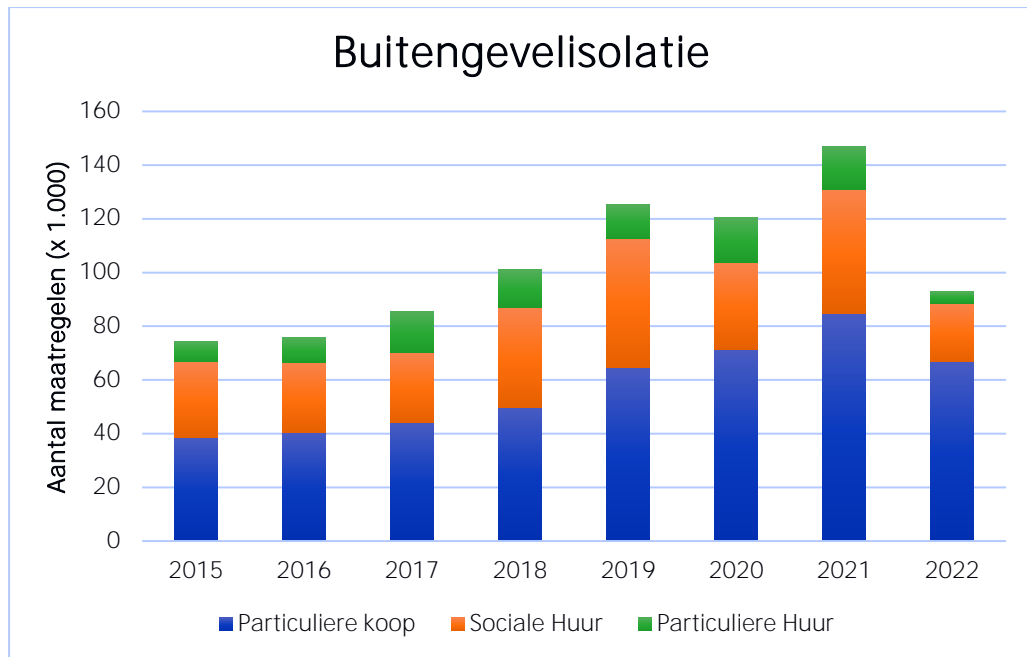
Aantal maatregelen

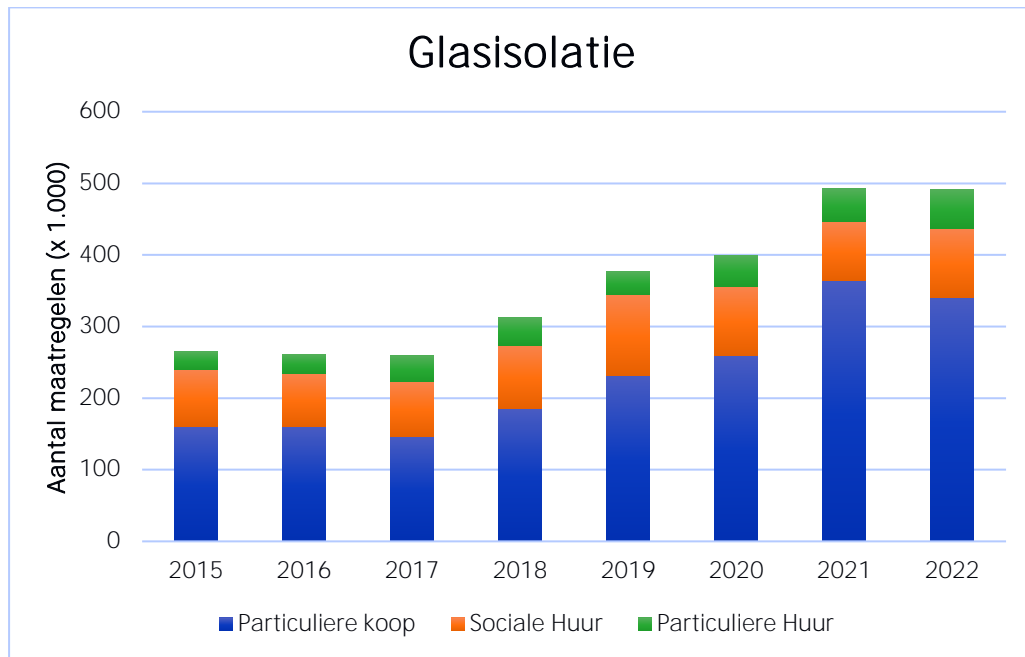
A.1 Aantal m² toegepast isolatiemateriaal



A.2 Aantal maatregelen naar bouwdeel







Bijlage B

Aandeel van CO₂-eq in totale milieu-impact

In de milieu-impactberekening is ervoor gekozen om de impact in CO₂-eq. te laten zien in plaats van de milieukosten indicator (MKI). 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 CO₂-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 CO₂-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	<u>Minerale wol</u>	
	Glaswol	37%
	Steenwol	32%
	Vlas	34%
	<u>Kunststof</u>	
	EPS	57%
	XPS	72%
	PF/UF plaat	34%
	PF/UF schuim	34%
	Cellulose	26%
	<u>Glas</u>	
	HR++ glas	40%
Triple glas	42%	

Bijlage C

Kengetallen

materiaalgebonden milieu-impact

C.1 Isolatiematerialen

Tabel C.1: Milieu impact van isolatiematerialen per m² en per warmteweerstand over de hele levensduur

Materiaal	Toepassing ¹⁰	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		
Glasisolatie		CO ₂ -eq (kg/m ² /U)	MKI (Euro/m ² /U)		
HR ++		50,3	7,5		Nationale Milieudatabase
Triple glas		46,6	6,3	Nationale Milieudatabase	

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)

¹⁰ 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 m²) 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

Inventarisatie ontzorgers

Het programma Verbouwstromen heeft voor de koop- en huursector een eerste inventarisatie gedaan van de partijen die actief zijn in het aanbieden van ondersteuning. Deze lijst vormt een startpunt en zal in een latere fase verder uitgebreid worden via een uitvraag aan de markt

Koop	Huur
AGEM	Aveco de Bondt
Balanshuis	Ballast Nedam
BDH	Barli
Bureau voor Verduurzamen	BAM
DCZ	BIK bouw
De Energiebespaarders/ building blocks	Bolton
DLE	Bouw Alliantie
Dura Design	Bouwbedrijf Hollands Kroon
Duurzaam Bouwloket	Bouwbedrijf Huurdeman
Econic	Bouwbedrijf van Herpen
Endule	Bouwbedrijf van Iersel-Coppens
Energiek Zeeland	Bouwbedrijf Versteegden
Energiepaleis	Bouwenu b.v.
E-Trias	Bouwnext
Greenhome/ REL	Casper de Haan
Groene groei	Coen Hagendoorn
Heatpulse	Constructif
HomeQgo/Sustainables	De Variabele
Hoom / EnergieSamen	DGMR Bouw BV
Klimaatmissie	Dijkhuis Aannemersbedrijf bv
Klimaatroute	Dijkstra Draisma
Paris Proof plan	Dijkxhoorn bouw
Plus je Huis	Dura Vermeer

Koop	Huur
Solvari	Elk
Susteen	Emergo
Talloze energieloketten	Endule
Thuisbaas	EnergyforLiving
Voorheen Reimarkt platform (mijnwoningplan)	EvidentBouw BV
WOAB	Groenhart Houtskeletbouw B.V
Woningwaard	Groothuis Bouwgroep
Woon Duurzaam	Group A
Woonpas	Hagemans
Woonwijzerwinkel	Hazenberg
WUJW	Heembouw
	Hegeman Bouwgroep
	Heijmans
	Heijmans Woningbouw Renovatie
	Heko
	Hemink Groep
	Hemubo
	Hendriks Coppelmans
	Hendriks SGR
	Hooijer Renkum
	HOUTA
	Janssen de Jong
	Kelderman Bouw B.V.
	Kesselaar & Zn
	Ketenstandaard Bouw en Techniek
	Kiekebos Klimaat & Duurzaam
	Kloet Onderhoud
	Klomp
	Knaapen

Koop	Huur
	KnaapenGroep
	Logchies
	Merosch
	Nijhuis Bouw Apeldoorn
	Patina
	Plegt-vos
	Pluimers
	PolyCiviel / Kenniscentrum NoorderRuimte
	RC panels
	Rendon Onderhoudsgroep
	Republiq
	Rutges
	Schuurman Renovatie en onderhoud
	Smits
	Stichting W/E adviseurs
	Strobouwer
	Takkenkamp
	Talen VGO
	ten Brinke
	Ter Steege Bouw
	Van de Bunt
	Van der Hulst bouwbedrijf
	Van der Meijs
	van Dijk bouwgroep bv / Woown bv
	Van Dillen Bouwgroep
	Van Wijk VGO
	Van Wijnen
	Vexpro
	Volker Wessels
	VORM Renovatie

Koop	Huur
	Waal
	Wam & van Duren
	Zwaluwe Ontwikkeling
	BAM Renovatieconcepten

Bijlage E

Inventarisatie bouwdeelproducenten

Het programma Verbouwstromen heeft een eerste inventarisatie gedaan van de bouwdeelproducenten in Nederland. Deze lijst vormt een startpunt en zal in een latere fase verder uitgebreid worden via een uitvraag aan de markt.

Bedrijfsnaam
Bostik Benelux B.V.
Bouwkomeet
CLT-S/Stora Enso
De Groot Vroomshoop
De Jong's Timmerfabriek
De Mar
Dycore
Emergo
Frank van Roij
Homeblocks
Horjus
IJB
KLH
Knauf Insulation
Nijhuis
NOWA Kitchen
Prefunko
Ramzon Houtverwerking N.V.
RC Panels
Sanifab
Skellet
Spaansen/gevelklaar/ibuilt

Bedrijfsnaam
Stam & Landman (BAM)
Stramatek
Thorpe Development East Ltd.
TIFA Lemele
Trappenfabriek Vos en Van Velsen
Ursem
Van der Sanden
Van Drimmelen bergingen
Van Losser
Van Willemsen Veenendaal
VBI
Vidalco
Vlassak
Voorbij
Wam & van Duren
WEBO
Wessels Vakbouwers
Wienerberger

Energy & Materials Transition

Radarweg 60
1043 NT Amsterdam
www.tno.nl

TNO innovation
for life