

Hybride warmtepompen, haalbaar en betaalbaar

De hybride route: haalbare en betaalbare
verduurzaming voor de bestaande bouw

September 2021



Inhoud

Samenvatting	3
Voorwoord	4
1. De hybride route 09-juni 2021	5
2. Inleiding	6
2.1 De hybride oplossing	6
2.2 Beschrijving opbouw businesscase hybride warmtepomp	6
3. Deel 1: De woningen en de haalbare besparingen	7
3.1 Gasbesparing	7
3.2 CO ₂ -reductie volgens afspraken binnen het klimaatakkoord	8
3.3 CO ₂ -reductie volgens afspraken zoals gevolgd door PBL	8
3.4 Energiekosten	9
3.5 Hoe werkt de warmtepomp samen met de ketel, grafische weergave van twee woningen uit de resultaten	10
4. Deel 2: De prijscurve en benodigde subsidie	12
4.1 Energieprijs	12
4.2 Verdere isolatie van de woningen	12
4.3 COP	12
4.4 Installatiegemak	12
4.5 Prijs product	13
4.6 Geluid	13
4.7 Berekening besparingsgetallen	14
4.8 Aantallen gedurende de jaren 2021 t/m 2030	15
4.9 Samenhang aantallen en prijs	16
4.10 Terugverdientijd en subsidie	17
5. Deel 3: totale gasreductie in de woningen door toepassing van HR-hybride	20
Bijlage 1: voorbeeldberekening volgens het Klimaatakkoord besparing en CO ₂ uitstoot hybride van een willekeurig huis	21
Bijlage 2: veranderingen in gas en elektriciteitsverbruik	23
Bijlage 3: definitie HR-hybride	25

Samenvatting

Met dit document wil de Nederlandse Verwarmingsindustrie (NVI) de huidige mogelijkheden van de hybride warmtepompen onder de aandacht brengen. Door dergelijke hybride verwarmingssystemen te omarmen en mee te nemen in het beleid voor het verduurzamen van de gebouwde omgeving tot 2030, kan grootschalig en zeer betaalbaar CO₂ uitstoot worden gereduceerd.

De hybride route is de meest betaalbare route voor het reduceren van de CO₂ uitstoot en kent de minste barrières in de praktijk.

Hybride systemen kunnen zonder bouwkundige aanpassingen en/of aanpassingen in de energie infrastructuur worden toegepast in een groot deel van de bestaande woningen. Uiteraard blijft ook bij toepassing van een hybride verwarmingssysteem het devies eerst te isoleren.

Om de markt van hybride warmtepompen te laten groeien en rendabel te maken, is het wenselijk een samenwerking tussen overheid en industrie vorm te geven waarbij een onderling commitment wordt aangegaan. Vanuit de industrie betreft dit

verbetering van prestaties en kosten, vanuit overheid het meenemen van het hybride verwarmingssysteem als volwaardige oplossing in beleid en een bepaalde subsidie op de onrendabele top in de eerste jaren.

Deze subsidieregeling van de onrendabele top is nodig gedurende de eerste 4 à 5 jaar. Het gaat daarbij om een totaal bedrag van 850 mio.

De totale gasreductie die met het toepassen van hybride warmtepompen kan worden bereikt is 6.809.536.000 m³ over de periode 2021 tot en met 2030.

Deze getallen (subsidie en gasreductie) zijn als second opinion gevalideerd door Berenschot (juni 2021).

Voorwoord

Jaar in jaar uit worden 400.000 cv-ketels vervangen voor een nieuw exemplaar die een stuk zuiniger, kleiner en duurzamer is. Het vervangen van een cv-ketel door een hybride verwarmingssysteem levert echter veel meer klimaatwinst op. Een hybride warmtepomp kan het aardgasverbruik tot wel 80% terugbrengen.

De hybride warmtepomp maakt voor het verwarmen van de woning en het verwarmen van tapwater zowel gebruik van een hoogrendementsketel als van een warmtepomp. De hybride warmtepomp kan meestal op dezelfde plek geïnstalleerd worden als de cv-ketel en zorgt voor hetzelfde comfort. Hiermee is de 'hybride verduurzamingsroute' de meest toegankelijke, eenvoudige en betaalbare manier om CO₂-luitstoot te reduceren bij het verwarmen van huizen.

Sterker nog, uit meerdere studies is gebleken dat de hybride route voor bijna alle bestaande, grondgebonden woningen het meest kostenefficiënt is.¹

Toch worden nog maar weinig hybride warmtepompen geïnstalleerd. Deze hybride mogelijkheid legt het

meestal af tegen de voorganger, de HR-ketel. Uit gesprekken met consumenten, installateurs, energie-adviseurs, maar ook met bestuurders en politici, blijkt dat er nog veel vragen zijn over hybride warmtepompen. Hoeveel aardgas kan precies per woning worden bespaard? Hoe lang is de terugverdientijd? Hoeveel subsidie is nodig en hoe snel kan de kostprijs naar beneden?

De branchevereniging van Nederlandse fabrikanten van verwarmingssystemen geeft met het opstellen van dit rapport antwoord op al deze vragen. Om uit te sluiten dat er onjuistheden in de berekeningen zijn geslopen, is het rapport bovendien gevalideerd door onderzoeksbureau Berenschot.

Veel leesplezier!

¹ Den Ouden, B., Graafland, P. & Warnaars, J. (2018). Elektronen en/of Moleculen

Twee transitiepaden voor een CO₂-neutrale toekomst, Berenschot.

Den Ouden, B. (2020). Elektronen en Moleculen geven samen Warmte, Berenschot.

Den Ouden, B., Wagener, P., Bouwman, I. (2016). Flex-potentieel hybride warmtepomp, Berenschot, DNV-GL, BDH.

1. De hybride route, document V.07 9 juni 2021

De hier beschreven businesscase is bekeken en gevalideerd door Berenschot.

Berenschot

Aan:	Marco Bijkerk en Henk Sijbring	Datum:	5 juli 2021
Cc:	[CarbonCopy]	Van:	Rutger Bianchi; Steven van Polen
		Status:	Openbaar
Onderwerp:	Second opinion op "Discussiedocument Business case Hybride Versie V.07 09- juni 2021"		

Memo

Beste Marco en Henk,

Middels deze memo geven wij aan dat wij ons kunnen vinden in de aannames en berekeningen uit het discussiedocument.

Berenschot is gevraagd om inhoudelijke second opinion te geven op het discussiedocument. Middels deze memo geven wij aan dat de aannames en berekeningen uit het "Discussiedocument Business case Hybride Versie V.07 09- juni 2021" gevalideerd zijn door Berenschot.

De aanbevelingen uit de notitie van 24 april 2021 op de versie V.06 – van 7 december 2020 zijn daarmee overgenomen.

Openbaar

1

2. Inleiding

2.1 De hybride oplossing

Onder een hybride verwarmingssysteem wordt verstaan: een systeem waarbij de warmte benodigd voor een huis wordt geleverd door twee apparaten. Momenteel is dat over het algemeen een HR-ketel in combinatie met een kleine warmtepomp, maar in de toekomst is ook een hybride combinatie van een HR-ketel met bijvoorbeeld een kleine WKK mogelijk (technieken als de brandstofcel). Voor de definitie van HR-hybride: zie bijlage 3.

In het kader van deze businesscase wordt uitgegaan van een combinatie van de HR-ketel met een kleine lucht-water warmtepomp (de zgn. hybride warmtepomp). Het idee is dat beide technieken complementair zijn. Zijn de omstandigheden redelijk mild (het is niet heel erg koud, bijvoorbeeld warmer dan 2°C) dan kan de warmtepomp efficiënter warmte leveren dan een HR-ketel en dus levert de warmtepomp de warmte. Wordt het kouder dan is de HR-ketel efficiënter en levert de ketel de warmte. In sommige gevallen is het handig als beide toestellen werken, dan werken

ze samen. Groot voordeel van de combinatie in deze vorm is dat de warmtepomp klein in afmetingen, en daarmee goedkoop is, en dat er ook geen groot voorraadvat voor warm water nodig is. Zowel de hybride warmtepomp als de installatie daarvan zijn in vergelijking met andere oplossingen niet zo kostbaar. Een hybride warmtepomp verenigt dus het beste van twee werelden en zorgt dat er een besparing wordt gerealiseerd die elk van de toestellen alleen niet kan bereiken.

Door een hybride verwarmingssysteem goed toe te passen, is het mogelijk om een forse reductie in verwarmingskosten te bereiken en tegelijk fors op CO₂ te besparen.

Doordat een dergelijk verwarmingssysteem zowel op gas als elektriciteit werkt, ontstaat bovendien flexibiliteit om gebruik te kunnen maken van gas of elektriciteit en kan er in geval van congestie op een net worden gestuurd om dit op te lossen.

2.2 Beschrijving opbouw businesscase hybride warmtepomp

Het eerste deel van de businesscase is een berekening van een aantal voorbeeldwoningen met een fictief huidig gasverbruik.

Het tweede deel van de case gaat in op de prijscurve, hoe gaan prijzen van hybride warmte-

pompen veranderen bij toenemende aantallen.

Het derde deel gaat in op de totaal haalbare besparingen bij grootschalige toepassing van hybride warmtepompen, het marktpotentieel en de totale support die financieel nodig is om die doelen te bereiken.

3. Deel 1: De woningen en de haalbare besparingen

Aangenomen is dat het huizen zijn die niet speciaal zijn aangepast voor de hybride warmtepomp. Om een indruk te geven van de spreiding zijn voorbeelden gegeven van goed en slecht geïsoleerde woningen en zijn de resultaten weergegeven bij huidige afgiftesystemen en bij een Lage Temperatuur (LT)-systeem.

Uiteraard zijn er in de praktijk veel meer parameters die van invloed zijn op de haalbare besparingen zoals type regeling, inregelen waterverdeling, aantal uren verwarming, ventilatiesysteem, etc.

Er is gerekend met 3 typen woningen: de standaard rijtjeswoning, 2-onder-1-kapwoning en vrijstaande woning. Uiteraard is dit nog uit te breiden met allerlei

aanvullende types. Elk van de drie types is berekend met een slechte en met een goede isolatie om de mogelijke spreiding weer te geven.

Er is voor de berekening uitgegaan van een hybride warmtepomp zoals die momenteel in de markt beschikbaar is waarvoor een kwaliteitsverklaring is afgegeven. De verklaring gaat uit van 4 kW vermogen en een afschakeling bij een buitentemperatuur van 2°C. Met die waarden zijn onderstaande berekeningen ook uitgevoerd mits de COP hoog genoeg is om te besparen, anders is de afschakeltemperatuur gesteld op het moment van de break-even COP. Voor kleinere woningen is 4kW te groot, hier is gerekend met een lager vermogen. Hierover later meer.

3.1 Gasbesparing

In onderstaande tabel zijn de gasverbruiken (alleen verwarming, dus zonder warm water en koken) gegeven zoals die bij toepassing met de HR-ketel zijn (gegevens volgens CBS Statline 2019). Daarnaast de gasverbrui-

ken bij een toepassing van een hybride warmtepomp in de huidige situatie en bij aanpassing van het afgifte systeem naar een laag temperatuursysteem (wel is omwille van transparantie de warmtelast gelijk gebleven).

Type woningen	huidige gasverbruik	bij toepassing hybride met HT (80°C)	met LT (50°C)
appartement	770 m ³	342 m ³	173 m ³
rijtjeswoning slecht geïsoleerd	1300 m ³	578 m ³	
rijtjeswoning NL gemiddelde	1100 m ³	489 m ³	247 m ³
rijtjeswoning goed geïsoleerd	900 m ³	400 m ³	210 m ³
helft van dubbel slecht geïsoleerd	1700 m ³	783 m ³	
helft van dubbel goed geïsoleerd	1300 m ³	578 m ³	291 m ³
vrijstaand slecht geïsoleerd	2500 m ³	1204 m ³	
vrijstaand goed geïsoleerd	1700 m ³	783 m ³	386 m ³
NL gem	1239 m ³	551 m ³	279 m ³

Enkele velden zijn blank gelaten omdat dit combinaties zijn die niet voorkomen.

Interpretatie:

Als voorbeeld kijken we naar de goed geïsoleerde "helft van dubbel". In de bestaande situatie is er sprake van een gasverbruik van 1300m³. Door in die situatie een hybride bij te plaatsen, gaat het

gasverbruik terug naar 578 m³, een besparing dus van 722 m³. Door in diezelfde situatie een laag temperatuursysteem aan te brengen wordt de besparing vergroot tot 1300 – 1009 = 291 m³.

3.2 CO₂-reductie volgens afspraken binnen het klimaatakkoord

In onderstaande tabel zijn de CO₂ uitstootgegevens voor dezelfde woningen weergegeven, de eerste kolom is de huidige situatie, de tweede en derde

kolom geven de besparing bij toepassing van een hybride al dan niet met een laag temperatuursysteem.

referentie gasverbruik Matrix voorstel:	CO ₂ Uitstoot volgens klimaatakkoord huidige situatie	besparing door hybride met HT (80°C)	met LT (50°C)
appartement	1371 kg	762 kg	1063 kg
rijtjeswoning slecht geïsoleerd	2314 kg	1285 kg	
rijtjeswoning NL gemiddelde	1958 kg	1088 kg	1518 kg
rijtjeswoning goed geïsoleerd	1602 kg	890 kg	1228 kg
helft van dubbel slecht geïsoleerd	3026 kg	1632 kg	
helft van dubbel goed geïsoleerd	2314 kg	1285 kg	1796 kg
vrijstaand slecht geïsoleerd	4450 kg	2307 kg	
vrijstaand goed geïsoleerd	3026 kg	1632 kg	2339 kg
NL gem	2205 kg	1225 kg	1709 kg

Interpretatie:

Binnen het klimaatakkoord is bepaald dat de CO₂ uitstoot wordt toegerekend aan de sector waar de uitstoot plaatsvindt. In lijn daarmee is de besparing op de CO₂ uitstoot lineair met de reductie van het gasver-

bruik. In hetzelfde voorbeeld van de goed geïsoleerde “helft van dubbel” woonhuis is de reductie door de hybride dus 1285 kg. De CO₂ uitstoot door opwekking van de elektriciteit is hier dus niet in meegenomen.

3.3 CO₂-reductie volgens afspraken zoals gevolgd door PBL

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) maakt voor toerekening van de extra gebruikte elektriciteit door de hybride warmtepomp gebruik

van CO₂ uitstootgetallen volgens de KEV2030 (0,3 kg/kWh, dalend naar 0,12 kg/kWh in 2030).

referentie gasverbruik Matrix voorstel:	CO ₂ Uitstoot volgens KEV 2030 huidige situatie	besparing door hybride met HT (80°C)	met LT (50°C)
appartement	1371 kg	494 kg	708 kg
rijtjeswoning slecht geïsoleerd	2314 kg	834 kg	
rijtjeswoning NL gemiddelde	1958 kg	705 kg	1057 kg
rijtjeswoning goed geïsoleerd	1602 kg	577 kg	853 kg
helft van dubbel slecht geïsoleerd	3026 kg	1063 kg	
helft van dubbel goed geïsoleerd	2314 kg	834 kg	1197 kg
vrijstaand slecht geïsoleerd	4450 kg	1509 kg	
vrijstaand goed geïsoleerd	3026 kg	1063 kg	1560 kg
NL gem	2205 kg	794 kg	1142 kg

3.4 Energiekosten

De verwarmingskosten voor de consument zijn uiteraard zeer relevant, omdat dit in grote mate bepaalt of de consument genegen zal zijn de hybride op grote schaal te omarmen. Omdat de consument zowel de kosten van gas als elektriciteit krijgt, is in dit geval de besparing op het gas en de meerkosten van de elektriciteit met elkaar verrekend. De gegeven

besparingen zijn dus inclusief de elektriciteit voor de warmtepomp.

Als kosten is gerekend met de door Milieu Centraal vermelde tarieven voor 2021:

Gas: € 0,79 /m³ gas (€ 0,083 /kWh)

Elektriciteit: € 0,22 /kWh

Type woningen	Huidige kosten verwarming	Besparing door hybride (euro) met HT (80°C)	met LT (50°C)
appartement	€ 608	€ 142	€ 212
rijtjeswoning slecht geïsoleerd	€ 1.027	€ 240	
rijtjeswoning NL gemiddelde	€ 869	€ 203	€ 291
rijtjeswoning goed geïsoleerd	€ 711	€ 166	€ 238
helft van dubbel slecht geïsoleerd	€ 1.343	€ 308	
helft van dubbel goed geïsoleerd	€ 1.027	€ 240	€ 358
vrijstaand slecht geïsoleerd	€ 1.975	€ 439	
vrijstaand goed geïsoleerd	€ 1.343	€ 308	€ 467
NL gem	€ 979	€ 229	€ 341

Interpretatie:

In hetzelfde voorbeeld van een goed geïsoleerde “helft van dubbel” lopen de verwarmingskosten dus terug van € 1027,- naar € 787,-, een besparing van € 240,-. Hier is ook goed de invloed van een laag temperatuursysteem te zien, bij toepassing hiervan lopen de kosten verder terug tot € 669,- en dientengevolge de besparing op naar € 358,-.

die mee te nemen bij de jaarlijkse onderhoudsbeurt van de ketel. Voor een ketel is het normaal dat een eindgebruiker een onderhoudscontract heeft met een installateur of servicebedrijf. Geschatte meerkosten per jaar bij een hybride warmtepomp: € 25,-

De onderhoudskosten van de hybride zijn gering, er is feitelijk alleen sprake van een controle. Advies is om

In Bijlage 2 staan aanvullende tabellen met onderliggende waarden voor afgenomen gasverbruik, toegenomen elektriciteitsverbruik en bijbehorende kosten.

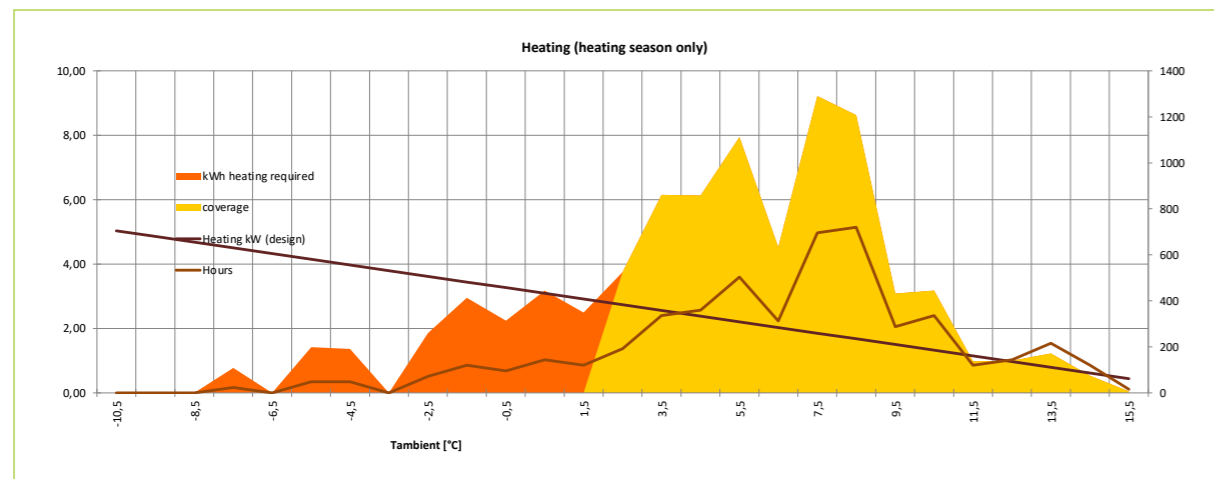
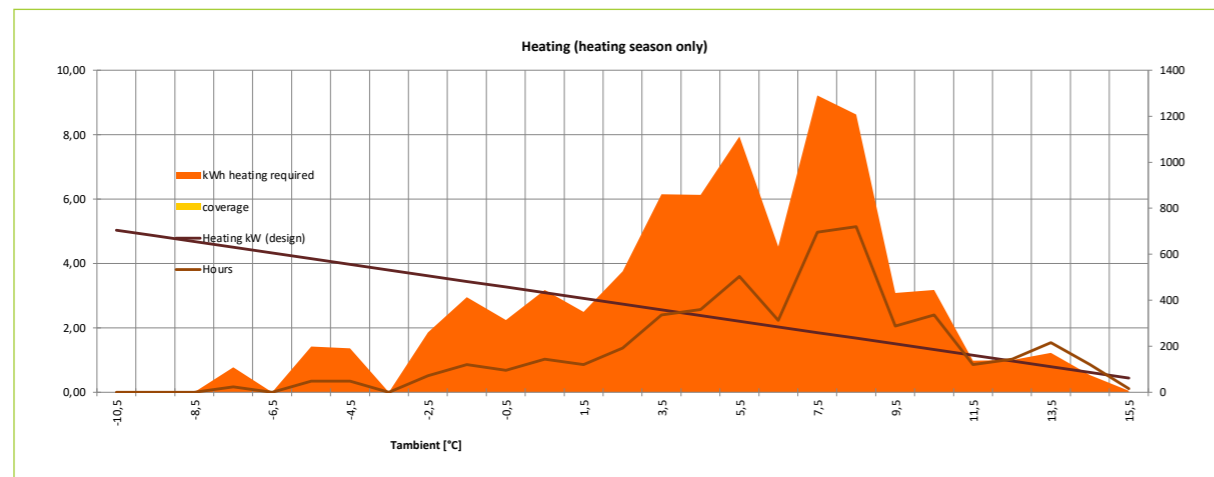
3.5 Hoe werkt de warmtepomp samen met de ketel, grafische weergave van twee woningen uit de resultaten

Eerst een rijtjeswoning met goede isolatie en een huidig gasverbruik van 1100 m³

Op de horizontale as is de buitentemperatuur gegeven. De bruine lijn geeft aan hoeveel uur gedurende het stookseizoen die bepaalde temperatuur voorkomt. De donkerrode lijn geeft aan welk vermogen voor verwarming nodig is bij elke temperatuur. Door de uren en het vermogen met elkaar te vermenigvuldigen wordt de totale verwarmingsvraag verkregen, het oranje vlak. In de eerste grafiek is de hoeveelheid

warmte weergegeven die door de HR-ketel geleverd moet worden. Het totale oppervlak van het oranje deel komt dus overeen met een warmtevraag die hoort bij 1100 m³ gasverbruik.

In de tweede grafiek is ook een geel vlak weergegeven, de hoeveelheid warmte geleverd door de warmtepomp. Ook is goed te zien dat deze warmtepomp rond de 2°C afschakelt en dat de cv-ketel het dan overneemt. Het oranje en gele deel moeten worden afgelezen op de rechter as van de grafiek.



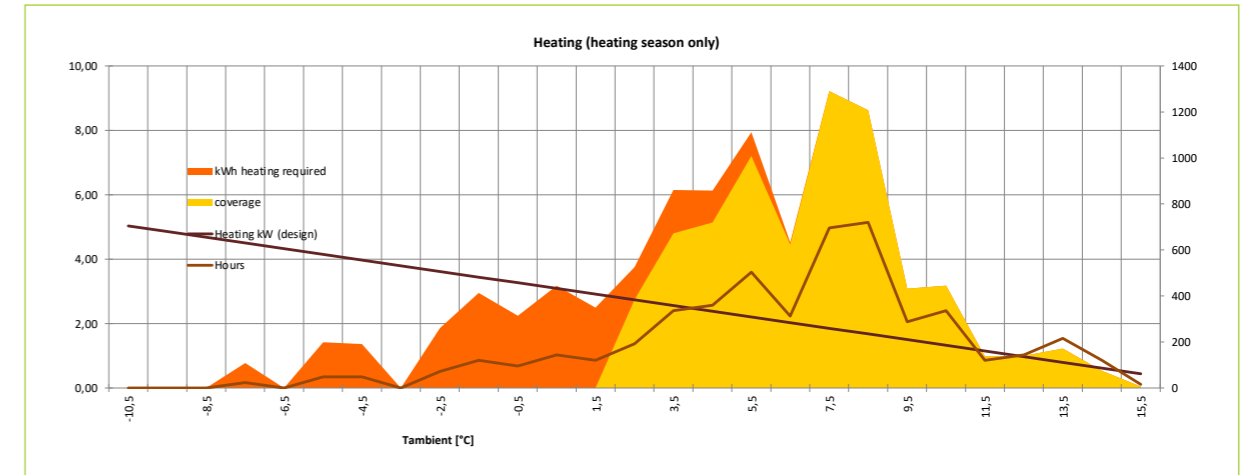
Uit de tweede grafiek is ook te zien dat het gele vlak (de hybride warmtepomp) de volledige vraag kan afdekken tot aan het afschakelpunt bij 2°C. Dat betekent dus dat het vermogen van de hybride groot genoeg is om tot 2°C alle warmte te leveren, ergo bij hogere temperaturen is de hybride te groot en moet module-

ren of aan en uit schakelen. Het is te overwegen om in een dergelijk geval naar een kleinere hybride te kijken.

In de volgende grafiek is dezelfde woning weergegeven met een 2 kW hybride. In dit geval is 2 kW voldoende om de vraag af te dekken tot 6°C en het

grootste deel van de warmte tot 2°C. Tussen de 2°C en 6°C werken de cv-ketel en de warmtepomp dus samen om het huis te verwarmen. De totale dekking tussen beide situaties (4 kW versus 2 kW) is afgenomen van 77% tot 70% terwijl het vermogen gehalveerd is. Te verwachten is dus dat dit economisch gunstiger

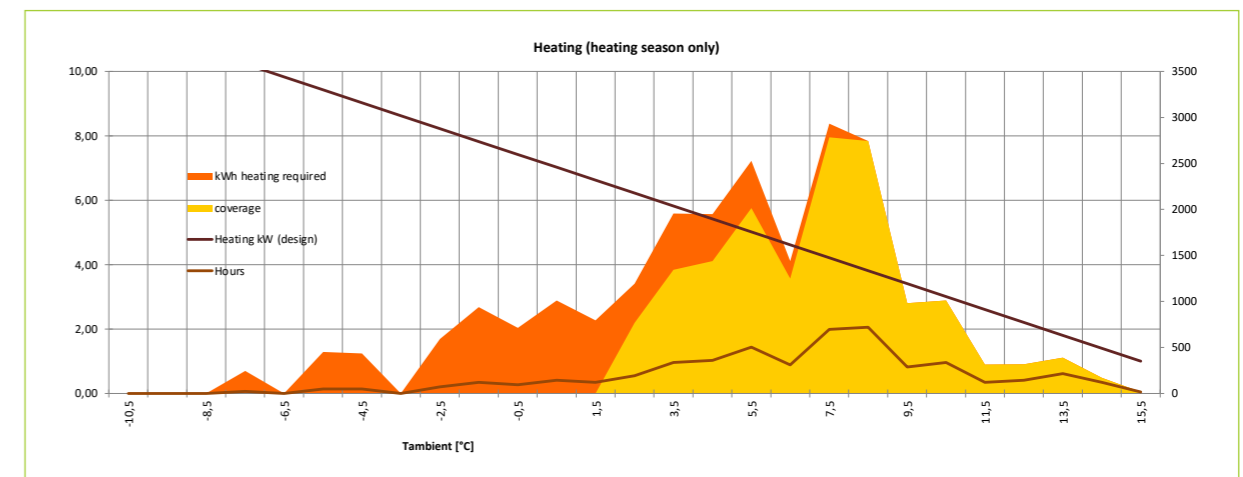
uitpakt, immers de hybride warmtepomp is de helft kleiner terwijl de dekking slechts 7% is afgenomen. Hieruit volgt dus ook dat het kiezen van de juiste hybride warmtepomp in een bepaald type woning erg belangrijk is om tot goede (economische) resultaten te komen.



Een andere conclusie is dat de hybride warmtepomp zich bij correcte toepassing dus ook erg goed leent voor een stapsgewijze aanpak. Eerst de warmtevraag omlaag brengen met isolatie en dan bij de resterende warmtevraag een hybride verwarmingssysteem kiezen. Doordat de warmtevraag door isolatie omlaag is gebracht, wordt het afgifte systeem relatief groot waardoor er met wat lagere temperaturen gewerkt kan worden. De efficiëntie van de hybride warmtepomp wordt daardoor verhoogd. Isolatie en hybride vullen elkaar dus aan.

Het tweede voorbeeld is een grafiek van een vrijstaande woning met slechte isolatie (2500m³ gasverbruik)

Hier is goed te zien dat de warmtepomp vanaf 8 à 9°C niet meer voldoende warmte kan leveren, het is immers maar 4 kW in een vrij groot huis. Vanaf 8 à 9°C begint de ketel dus al mee te helpen en neemt het vervolgens vanaf 2°C helemaal over.



Alle genoemde cijfers zijn bij de huidige marktomstandigheden en huidige techniek. Uiteraard gaat op

beide een ontwikkeling plaatsvinden in de komende tien jaar. Daarover meer in het volgende deel.

4. Deel 2: De prijscurve en benodigde subsidie

De prijscurve, benodigde subsidie, resulterende terugverdiertijd en uiteindelijk aantallen zijn uiteraard sterk afhankelijk van een aantal omgevingszaken en technische ontwikkelingen. Daarom hieronder eerst

een weergave van deze omgevingszaken en technische ontwikkelingen en een aantal aannames die zijn gedaan om tot de resultaten te komen.

4.1 Energieprijs

De energieprijs is de meest dominante factor in de besparingsberekening. De resultaten in de tabellen zijn bepaald bij een elektriciteitsprijs van € 0,22/kWh en een gasprijs van € 0,083/kWh (dat komt overeen met € 0,79 /m³) volgens opgave van Milieu Centraal voor

2021. De verwachting is dat de prijs van gas zal gaan stijgen. De prijs is echter grotendeels politiek bepaald en kan niet al te ver stijgen omdat dan het fenomeen energiearmoede op de loer ligt.

4.2 Verdere isolatie van de woningen

Het is te verwachten dat de woningen in Nederland verder geïsoleerd zullen worden, zeker in de bestaande bouw. Dit heeft invloed op twee manieren. Door isolatie neemt de warmtevraag af en is de besparing in geld te behalen door een hybride verwarmingssysteem dus ook kleiner. Echter kan bij toenemende isolatie de aanvoertemperatuur in de radiatoren omlaag waardoor

de COP van de hybride warmtepomp stijgt. De besparing neemt dan snel toe. Omdat dit effect ook te maken heeft met een aparte actie, namelijk het isoleren en ook bijkomende kosten met zich meebrengt is dit effect in de berekeningen niet meegenomen. De totale reductie op het gasverbruik zal dus naar verwachting hoger uitvallen dan we hier berekenen.

4.3 COP

In de berekeningen is gewerkt met een gemiddelde COP tussen de 3,5 tot 3,7 voor de installaties met een normaal temperatuursysteem. De verwachting is dat

de gemiddelde COP in de komende tien jaar met tot een volle punt zal stijgen en dat dit een geleidelijke verbetering zal zijn.

4.4 Installatiegemak

Op dit moment kost het installeren van een hybride warmtepomp twee personen gedurende twee dagen. Dit komt door onbekendheid met het product, maar ook doordat de producten nog niet heel erg installatievriendelijk zijn. De verwachting is dat door scholing en productverbetering dit met meer dan 50% terug-

gebracht kan worden. In de berekening tot 2030 is dus gerekend met een reductie van 50%. Huidige ontwikkelingen op dit vlak zijn monoblok hybrides, prefab installatiedelen, zelflerende regelingen en slimmere en geluidsarme buitenunits.

4.5 Prijs product

De prijs van de producten is nu relatief hoog, dat komt voor een belangrijk deel door de lage aantallen en voor een deel door het feit dat de producten nog niet doorontwikkeld zijn voor grote productieaantallen. De verwachting is dat hier nog

een forse reductie mogelijk is. Tot 2030 is gerekend met een reductie van 40% op de productiekosten. Onderstaande tabel betreft een 4kW warmtepomp die gecombineerd wordt met een losse HR-ketel. Genoemde prijzen zijn exclusief genoemde HR-ketel.

Kosten	2020	2030	opmerking
Product:	€ 2.900	€ 1.800	bandbreedte +/- 10%
Installatie	€ 2.080	€ 1.040	Bandbreedte +/- 10%
Klein materiaal	€ 400	€ 200	Bandbreedte +/- 10%
Totaal	€ 5.380	€ 3.040	

Prijsontwikkeling product

4.6 Geluid

Hoewel het geluid van de unit geen invloed heeft op de financiële getallen is dit toch een aandachtspunt, want het geluid heeft wel invloed op de acceptatie en dus op de mogelijke aantallen. De tot nog toe geplaatste buitenunits maken momenteel nog te veel geluid. Hier wordt door de fabrikanten hard aan gewerkt, er zijn bovendien nu normen die de toegestane hoeveelheid geluid beperken.

De verwachting vanuit de techniek is dat dit probleem binnen afzienbare termijn geen issue meer is.

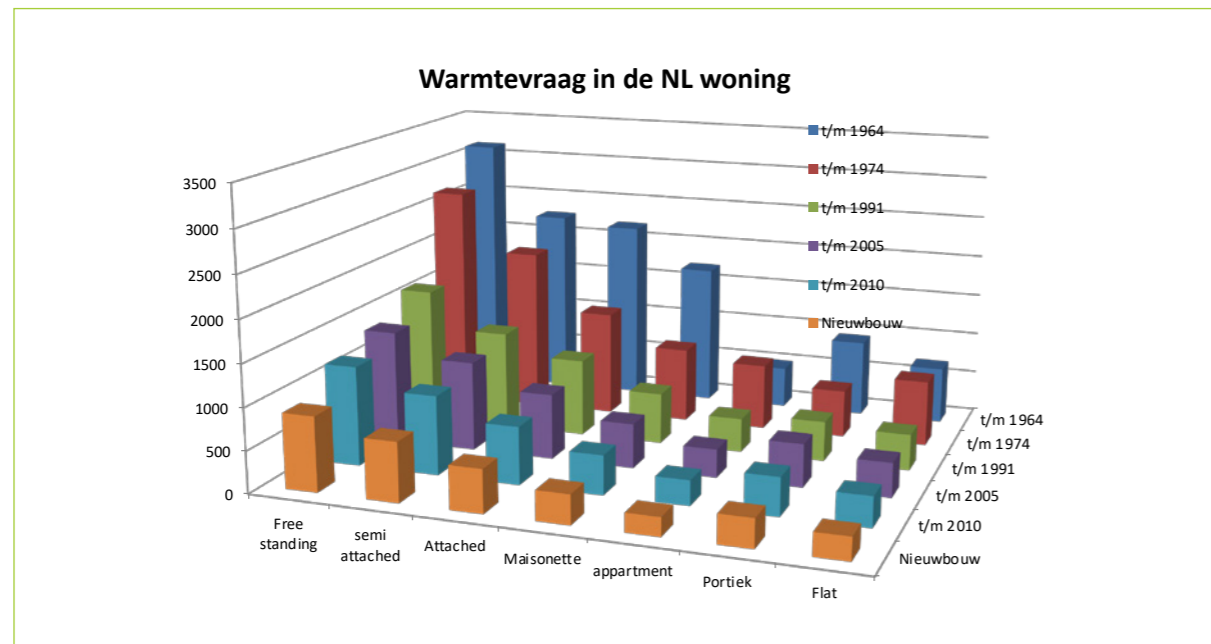
Ontwikkelrichtingen zijn:

- Suskasten
- Alternatieve warmtebronnen (pvt, spouwluicht, combi met ventilatie)
- Betere vormgeving fan en luchtsnelheden

4.7 Berekening besparingsgetallen

Voor het berekenen van de besparing is uitgegaan van een gemiddelde Nederlandse woning (1239 m³). Om de indruk te krijgen hoe 1239 m³ zich verhoudt,

hieronder de verdeling van de warmtevraag (gecorrigeerd naar verwachte isolatie) naar type woning en bouwjaar (bronnen RVO, CBS, analyse NVI).



Er kan beargumenteerd worden dat de gemiddelde doorsnee woning die focus zal zijn van de hybride benadering groter is, aangezien het gemiddelde door de grote hoeveelheid appartementen relatief laag is, terwijl dat niet de focusmarkt is. Echter om de resultaten transparant te houden en niet te zeer positief te rekenen, is uitgegaan van het gemiddelde. De parame-

ters energiekosten, COP verhoging door lagere afgifte temperatuur als gevolg van isolatie, COP verbetering door productontwikkeling en inflatie is een enkele indexering toegepast. Bij een indexering van 5%/jaar neemt de gemiddelde besparing toe in 2021 van €284,- tot € 441,- in 2030. Bij 2% is dat € 340,- bij 8% wordt dat € 569,-. De bandbreedte is grofweg € 100,-

Indexeringsgetallen (laag, midden hoog)	Besparing in 2021	Besparing in 2030
2%	€ 284,-	€ 340,-
5%	€ 284,-	€ 441,-
8%	€ 284,-	€ 569,-

3 scenario's

Er is gerekend met een indexering van 5% als een realistisch middenscenario. De dekkingsgraad volgt uit de modellen waar de NVI toegang toe heeft en ligt in de berekeningen tussen de 55% en 78%, De gemiddelde woning waarmee

is gerekend, heeft een dekking rond de 66%.

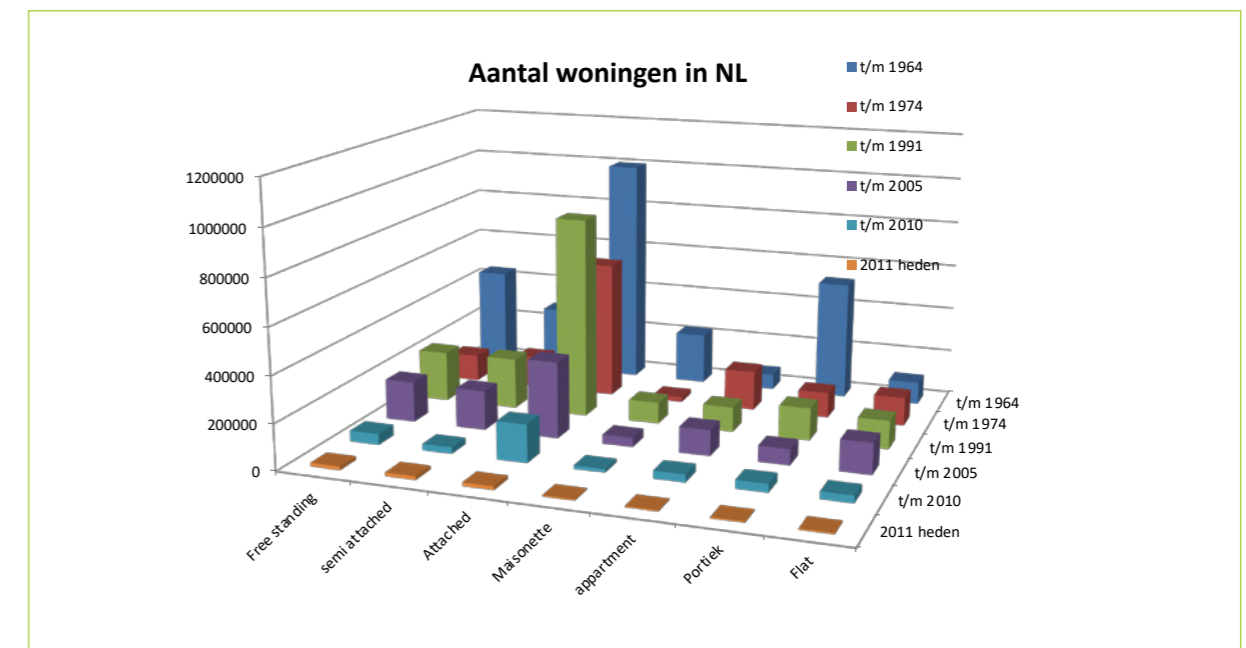
Voor het uitrekenen van de extra benodigde elektriciteit over de jaren 2021 t/m 2030 is geen verbetering van de COP meegenomen.

4.8 Aantallen gedurende de jaren 2021 t/m 2030

Aantallen per jaar

De inschatting van de aantallen per jaar zijn een reflectie van de koopoverwegingen, de terugverdientijd en de omvang van de markt.

Hieronder een weergave van het Nederlandse bestand van woningen (type, jaartal) (bronnen RVO, CBS, Analyse NVI).



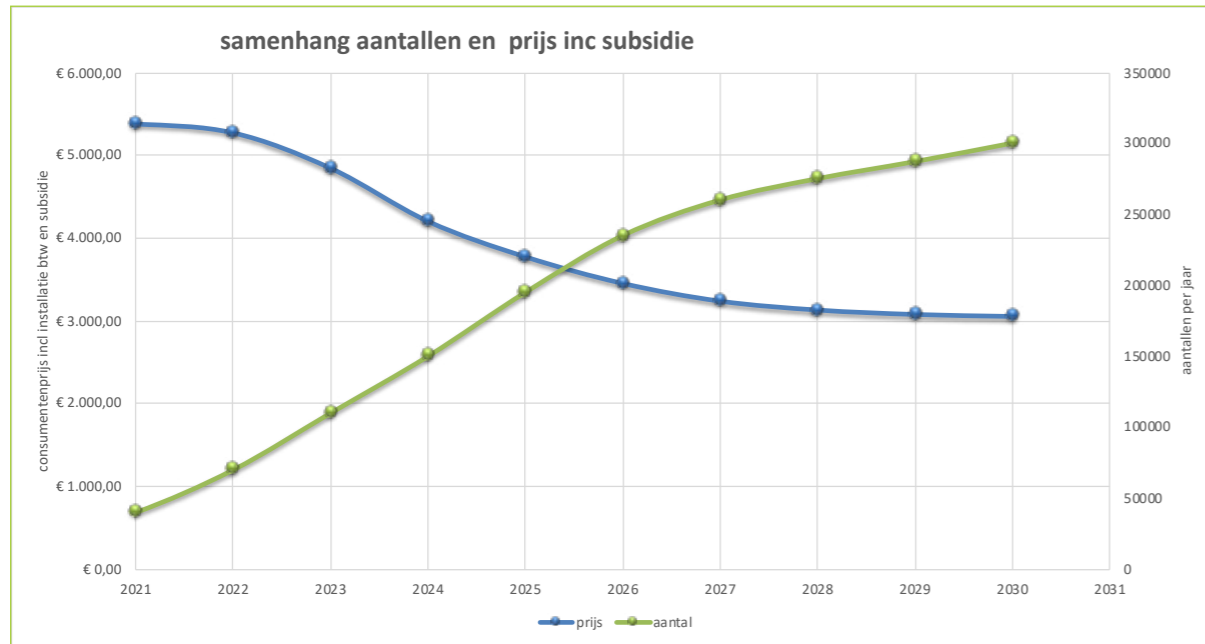
Het totaal van de woningen dat geschikt is voor een hybride warmtepomp is 5 miljoen (grondgebonden t/m 2005). Daarnaast vinden er ontwikkelingen plaats om de hybride verwarmingssystemen ook toepasbaar te maken in hoogbouw.

De totale markt voor HR-ketels is ongeveer 450.000 per jaar waarvan tweederde in het segment geschikt is voor hybride. Genoemde aantallen voor de hybride vertalen zich dus in een marktpenetratie van 66% van het geschikte segment na 10 jaar (2030) wat vergeleken met de introductie van de HR-ketel versus de niet HR-ketel in de jaren 90 allerszins redelijk is.

4.9 Samenhang aantallen en prijs

De aantallen van op de markt gebrachte hybride warmtepompen hebben een sterke invloed op de kosten van de producten. In onderstaande grafiek is deze relatie weergegeven. In de kostencurve is uitgegaan van een hybride gebaseerd op de huidige technologie en een huishouden met een warmtevraag van 1239 m³ gas voor verwarming.

Een grotere vraag naar producten zal leiden tot verdere innovaties in de techniek, optimalisatie van het vermogen en het verbeteren van het product in het algemeen. Door onderlinge verschillen tussen de verschillende merken is er een bandbreedte die ongeveer 10% bedraagt.



Uiteraard is het omgekeerd zo dat de prijs in sterke mate bepaalt of het product interessant gevonden wordt en of de aantallen zich dus zo ontwikkelen als aangegeven. Om genoemde aantallen te bereiken, is het noodzakelijk dat niet alleen de corporatiewoningen overgaan op het gebruik van hybride warmtepompen, maar dat ook de particuliere eigenaar/bewoner enthousiast wordt.

Uit eerder gedaan onderzoek is gebleken dat de consument echt gaat bewegen bij een terugverdientijd van rond de 8 jaar, los van zijn ideële overwegingen. Om de grote aantallen los te krijgen, moet 8 jaar dus de doelstelling zijn.

In onderstaande curve is de terugverdientijd gegeven die mogelijk is bij genoemde uitgangspunten en een subsidie om de onrendabele top weg te nemen.

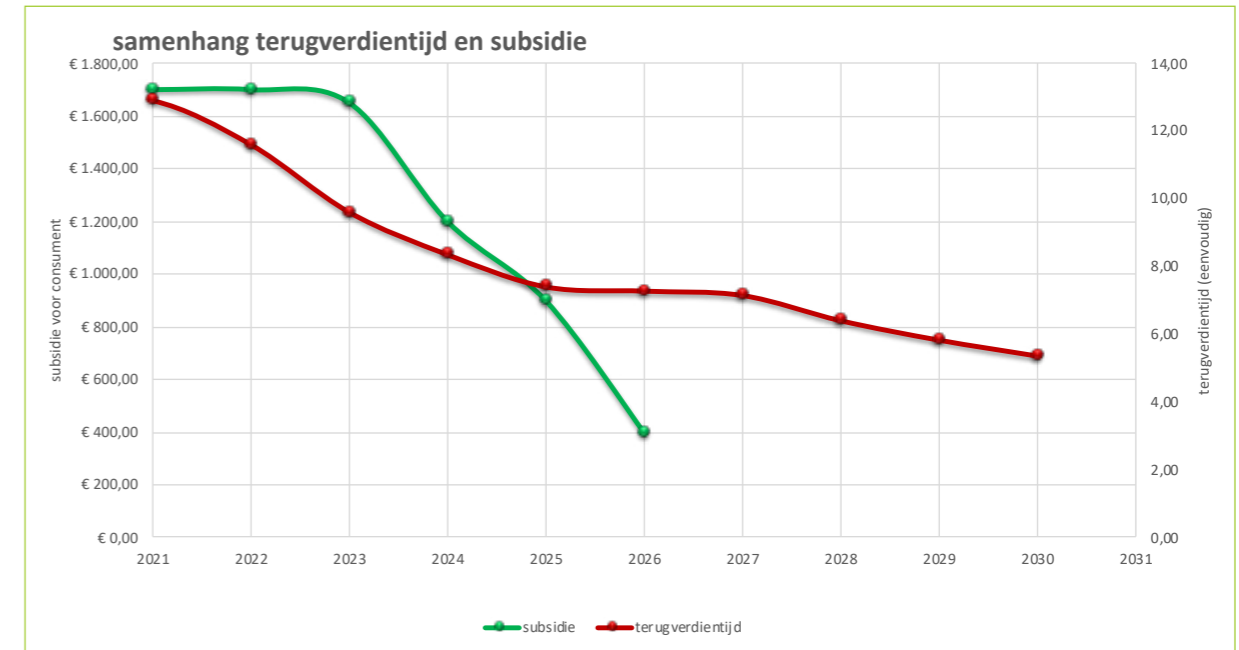
Hierin is goed te zien dat rond 2024/25 de aantallen dusdanig worden, dat de prijs significant daalt en de subsidie langzaam afgebouwd kan worden. Rond 2026/27 zou de subsidie dan naar 0 kunnen, terwijl de markt zich door ontwikkelt naar grotere aantallen.

Er is dus sprake van een onrendabele top gedurende ongeveer 5 à 6 jaar. Daarna versnelt de markt op eigen kracht.

4.10 Terugverdientijd en subsidie

Op basis van de verwachte aantallen, de prijsdaling en de gewenste terugverdientijd kan een curve worden gemaakt van de subsidie en de terugverdientijd die

daarbij hoort. Op de volgende pagina zijn de bijbehorende getallen en relaties gegeven.



Genoemde getallen in tabelvorm:

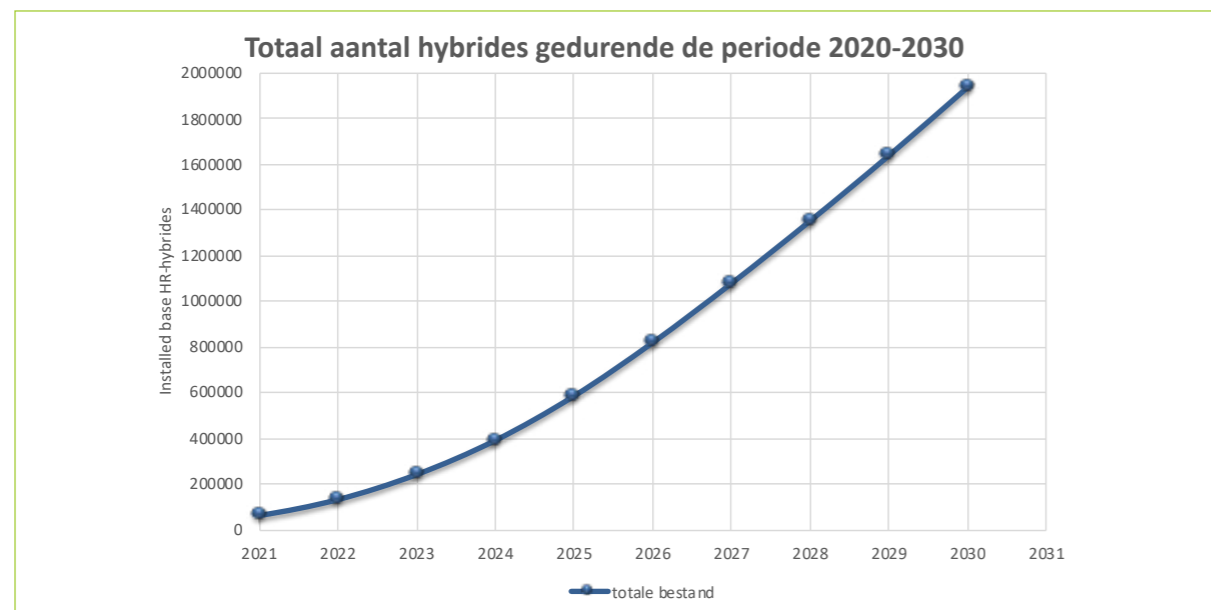
	2021	2022	2023	2024	2025
prijs	€ 5.380,00	€ 5.272,40	€ 4.842,00	€ 4.196,40	€ 3.766,00
subsidie	€ 1.700,00	€ 1.700,00	€ 1.650,00	€ 1.200,00	€ 900,00
aantal	40000	70000	110.000	150000	195000
terugverdientijd	12,92	11,61	9,61	8,35	7,40
gemiddelde besparing	€ 284,81	€ 307,59	€ 332,20	€ 358,78	€ 387,48
totale bestand	60000	130000	240000	390000	585000
gasreductie	49.440.000	107.120.000	197.760.000	321.360.000	482.040.000
totale subsidie/jaar	€ 68.000.000,00	€ 119.000.000,00	€ 181.500.000,00	€ 180.000.000,00	€ 175.500.000,00
totale subsidie	€ 818.000.000,00				
extra kWh/jaar [kWh]	99.720.000	216.060.000	398.880.000	648.180.000	972.270.000
CO ₂ voetprint E [gram/kWh]	0,300	0,300	0,300	0,300	0,230
CO ₂ uitstoot elektriciteit/j [kg]	29.916.000	64.818.000	119.664.000	194.454.000	223.622.100
CO ₂ ton/jaar [ton]	29.916	64.818	119.664	194.454	223.622
klimaatakkoord reductie	88.003	190.674	352.013	572.021	858.031
reductie volgens KEV 2030	58.087	125.856	232.349	377.567	634.409
reductie volgens huidig referentie-park (2021)	39.140	84.804	156.562	254.413	381.619

	2026	2027	2028	2029	2030	cummulatief
prijs	€ 3.443,20	€ 3.228,00	€ 3.120,40	€ 3.066,60	€ 3.042,93	
subsidie	€ 400,00					
aantal	235000	260000	275000	287000	300000	1942000
terugverdientijd	7,27	7,14	6,39	5,82	5,34	
gemiddelde besparing	€ 418,48	€ 451,96	€ 488,11	€ 527,16	€ 569,34	
totale bestand	820000	1080000	1355000	1642000	1942000	
gasreductie	675.680.000	889.920.000	1.116.520.000	1.353.008.000	1.600.208.000	6.809.536.000
totale subsidie/jaar	€ 94.000.000,00	€ 0,00				
totale subsidie						
extra kWh/jaar [kWh]	1.362.840.000	1.794.960.000	2.252.010.000	2.729.004.000	3.227.604.000	13.734.768.000
CO ₂ voetprint E [gram/kWh]	0,230	0,230	0,230	0,230	0,120	
CO ₂ uitstoot elektriciteit/j [kg]	313.453.200	412.840.800	517.962.300	627.670.920	387312480	
CO ₂ ton/jaar [ton]	313.453	412.841	517.962	627.671	387.312	
klimaatakkoord reductie	1.202.710	1.584.058	1.987.406	2.408.354	2.848.370	12.120.974
reductie volgens KEV 2030	889.257	1.171.217	1.469.443	1.780.683	2.461.058	9.219.288
reductie volgens huidig referentie-park (2021)	534.919	704.527	883.921	1.071.142	1.266.844	5.390.938

5. Deel 3: totale gasreductie in de woningen door toepassing van HR-hybride

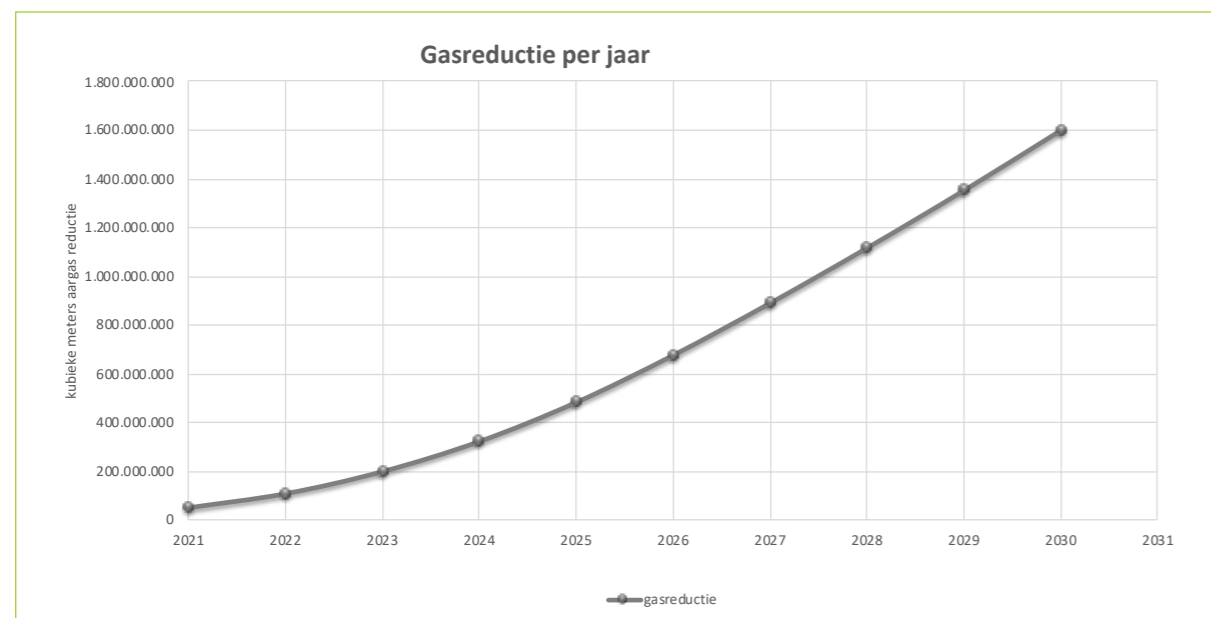
Wanneer de gemiddelde gasreductie door toedoen van de hybride warmtepomp wordt vermenigvuldigd met het geïnstalleerde bestand, is eenvoudig te bepalen wat de totale gasreductie is.

Wanneer de markt zich ontwikkelt zoals beschreven in het tweede deel, zal het totaal geïnstalleerde bestand aan hybride verwarmingssystemen in 2030 rond de 1,9 à 2 miljoen liggen.



Rekenend met een gemiddelde warmtevraag van 1239 m³ per woning en een gasbesparing van 8243

door de hybride warmtepomp, resulteert dat in een gasbesparingscurve die er als volgt uitziet:



De totale gasreductie van 2020 tot 2030 is uiteraard cumulatief. Wanneer de getallen van 2020 tot 2030 bij elkaar worden opgeteld, resulteert dit in een

cumulatieve gasreductie in de woningen van 6.809.536.000 m³ over de periode 2020-2030. Totale subsidie over de jaren 2021 t/m 2026 is 852 mio.

Bijlage 1: voorbeeldberekening volgens het Klimaatakkoord besparing en CO₂ uitstoot hybride van een willekeurig huis

Het gemiddelde gasgebruik voor verwarming van een woning is momenteel 1100 m³ per jaar en dat voor tapwater ongeveer 300 m³, samen 1400 m³ per jaar. Deze getallen komen overeen met een redelijk goed geïsoleerde rijtjeswoning. De 1100 m³ gas voor verwarming komt overeen met een warmtelast van ongeveer 40 GJ (1100*9.8*3.6/1000=39).

Uit de door Kiwa afgegeven certificaten voor de hybride warmtepompen van Remeha en Intergas zijn, bij een ontwerp cv-aanvoertemperatuur van 75°C en de 40 GJ jaarlijkse warmtelast, de volgende nagenoeg gelijke getallen te halen:

Benuttingsfactor (energiefractie, gebruiksdeel warmtepomp) = 0.74 en een COP = 3,6 (gemiddelde COP over het jaar)

Dit zijn dus de getallen voor het geval er niets aan de woning wordt veranderd. Deze getallen worden bepaald middels lab metingen van enkele referentietoestanden gevolgd door een rekenmethode zoals beschreven in de NEN7120/NTA8800. Momenteel worden er middels een big-data infrastructuur praktijkmetingen uitgevoerd waarbij nagegaan wordt in hoeverre deze prestaties in de praktijk gehaald worden (verder spelen er in de praktijk ook andere zaken een rol zoals inregelen cv etc). Een 74% opwekking van het verwarmingsdeel middels de warmtepomp is, in geval van een goed ingeregelde installatie, redelijk in lijn met de eerste ervaringen.

De gasbesparing is in dit geval:

$0,74 \cdot 1100 = 814 \text{ m}^3$ op een totaal van 1400 m³ is dit bijna 60% besparing

Stel nu dat deze hybride gebaseerd op 75°C aanvoertemperatuur en 814 m³ gasbesparing geplaatst wordt in 2,3 miljoen woningen dan volgt:

$2.3e6 \cdot 1.8 \cdot 814 \cdot 1e-9 = 3,4 \text{ Mton CO}_2$

Met de plaatsing van 2,3 miljoen hybriden in woningen kan dus de totale CO₂ besparing gebouwde omge-

ving volgens het Klimaatakkoord, die bestaat uit de woningen (huishoudens) en de andere gebouwen (ook wel diensten genoemd), worden gerealiseerd. Bovenop deze 3,4 Mton komt de besparing van het referentiep pad. Dit is het al decennia dalende gasverbruik door renovatie, energetisch betere nieuwbouw en de alsmaar betere HR verwarmingstoestellen. Evenals in het Klimaatakkoord wordt hier alleen de CO₂ uitstoot ten gevolge van de verbranding van gas aan de woning toegerekend (uitstoot elektriciteit wordt toegerekend aan de centrale). Het aandeel van de woningen in de totale uitstoot van de gebouwde omgeving is ongeveer 70% (CBS data). In het Klimaatakkoord is een door de diensten (niet woningen) te realiseren besparing van 1 Mton opgenomen. Beide gegevens leiden tot een 2,4 Mton aandeel van de woningen in de te realiseren 3,4 Mton CO₂ besparing voor de totale gebouwde omgeving. Als er 1,7 miljoen hybriden geplaatst worden dan wordt het aandeel van de woningen in de klimaatdoelstelling voor de gebouwde omgeving gerealiseerd:

$1.7e6 \cdot 1.8 \cdot 814 \cdot 1e-9 = 2,49 \text{ Mton CO}_2$

Wat betekent dit nu voor de jaarlijkse rekening van de bewoner met een actuele gasprijs van 79 eurocent en 22 eurocent voor een kWh elektriciteit.

1100 m³ gas met een prijs van 79 cent is € 869,-

Voor de hybride warmtepomp met het 74% aandeel van de warmtepomp in de verwarming en de 75°C ontwerp cv-aanvoer zijn de jaarlijkse energiekosten:

$(1100 \cdot (1 - 0.74)) \cdot 0.79 + 1100 \cdot 0.74 \cdot 9.8 / 3.6 \cdot 0.22 = € 713,-$

Als er niet aan isolatie en aanvoertemperatuurverlaging wordt gedaan is de financiële winst beperkt.

De energiekosten dalen € 156,- per jaar. Zonder ondersteuning wordt de meerprijs van de aanschaf niet in een redelijke termijn terugverdiend.

Stel nu dat er een maatregel wordt genomen waarmee bij een gelijkblijvende warmtelast, bijvoorbeeld door verbetering van de radiatoren (woonkamer), de benodigde ontwerp cv-aanvoertemperatuur wordt verlaagd naar 55°C, dan stijgt de gemiddelde COP over het jaar aanzienlijk:

Benuttingsfactor = 0,776 en COP = 5,1 (Intergas Daikin)

Voor de jaarlijkse bewonersrekening betekent dit:

$$(1100 * (1 - 0.776)) * 0.79 + 1100 * 0.776 * 9.8 / 5.1 * 0.22 = \text{€ } 556,-$$

In dit voorbeeld is er alleen maatregelen genomen om de cv-aanvoertemperatuur te verlagen (dus geen isolatie verbetering meegerekend). De warmtelast is nog steeds de 40 GJ (afkomstig van de oorspronkelijke 1100 m³ gas). De besparing is €313,- per jaar. Bij een stijging van de gasprijs naar 1 euro stijgt de besparing tot:

$$1100 * 1.0 - ((1100 * (1 - 0.776)) * 1.0 + 1100 * 0.776 * 9.8 / 5.1 * 0.22) = \text{€ } 493,-$$

Overeenkomstig de geschiedenis van de HR ketel kan de hybride warmtepomp bij massafabricage een leercurve doorlopen met een aanzienlijke prijsdaling en prestatie verbetering (voor een uitvoerige toelichting zie het essay 'Van Haard tot Hightech-Heating', terug te vinden op www.verwarmingsindustrie.nl). Wat nu, zonder stimulering, niet rendabel lijkt kan dat zeker nog worden.

Bijlage 2: veranderingen in gas en elektriciteitsverbruik

In aanvulling op de genoemde energiekosten hieronder de getallen voor het afgenomen gasverbruik en het toegenomen elektriciteitsverbruik.

Gas: € 0,79 /m³ gas (€ 0,083 /kWh)

Elektriciteit: € 0,22 /kWh

Voor de transparantie zijn alleen gebruiken en kosten voor verwarming genoemd.

Als kosten is gerekend met de door Milieu Centraal vermelde tarieven voor 2021:

Afnemend gasverbruik bij toepassing van een hybride warmtepomp:

Type woningen	huidige gasverbruik	bij toepassing hybride met HT (80°C)	met LT (50°C)
appartement	770 m ³	342 m ³	173 m ³
rijtjeswoning slecht geïsoleerd	1300 m ³	578 m ³	
rijtjeswoning NL gemiddelde	1100 m ³	489 m ³	247 m ³
rijtjeswoning goed geïsoleerd	900 m ³	400 m ³	210 m ³
helft van dubbel slecht geïsoleerd	1700 m ³	783 m ³	
helft van dubbel goed geïsoleerd	1300 m ³	578 m ³	291 m ³
vrijstaand slecht geïsoleerd	2500 m ³	1204 m ³	
vrijstaand goed geïsoleerd	1700 m ³	783 m ³	386 m ³
NL gem	1239 m ³	551 m ³	279 m ³

Toenemend elektriciteitsverbruik bij toepassing van een hybride warmtepomp:

Type woningen	hoeveelheid elektriciteit door hybride kWh	bij toepassing hybride met HT (80°C)	met LT (50°C)
appartement		892 kWh	1182 kWh
rijtjeswoning slecht geïsoleerd		1505 kWh	
rijtjeswoning NL gemiddelde		1274 kWh	1539 kWh
rijtjeswoning goed geïsoleerd		1042 kWh	1250 kWh
helft van dubbel slecht geïsoleerd		1896 kWh	
helft van dubbel goed geïsoleerd		1505 kWh	1996 kWh
vrijstaand slecht geïsoleerd		2659 kWh	
vrijstaand goed geïsoleerd		1896 kWh	2598 kWh
NL gem		1435 kWh	1889 kWh

Afnemende verwarmingskosten voor gasverbruik:

Type woningen	kosten gasverbruik verwarming	kosten met hybride (euro) met HT (80°C)	met LT (50°C)
appartement	€ 608	€ 270	€ 137
rijtjeswoning slecht geïsoleerd	€ 1.027	€ 457	
rijtjeswoning NL gemiddelde	€ 869	€ 386	€ 195
rijtjeswoning goed geïsoleerd	€ 711	€ 316	€ 166
helft van dubbel slecht geïsoleerd	€ 1.343	€ 619	
helft van dubbel goed geïsoleerd	€ 1.027	€ 457	€ 230
vrijstaand slecht geïsoleerd	€ 1.975	€ 951	
vrijstaand goed geïsoleerd	€ 1.343	€ 619	€ 305
NL gem	€ 979	€ 435	€ 220

Toenemende kosten voor elektriciteitsverbruik:

Type woningen	kosten elektriciteits verbruik verwarming	kosten met hybride (euro) met HT (80°C)	met LT (50°C)
appartement	€ 0	€ 196	€ 260
rijtjeswoning slecht geïsoleerd	€ 0	€ 331	
rijtjeswoning NL gemiddelde	€ 0	€ 280	€ 339
rijtjeswoning goed geïsoleerd	€ 0	€ 229	€ 275
helft van dubbel slecht geïsoleerd	€ 0	€ 417	
helft van dubbel goed geïsoleerd	€ 0	€ 331	€ 439
vrijstaand slecht geïsoleerd	€ 0	€ 585	
vrijstaand goed geïsoleerd	€ 0	€ 417	€ 572
NL gem	€ 0	€ 316	€ 416

Bijlage 3: definitie HR-hybride

Er zijn nogal wat verschillende ideeën over wat een hybride verwarmingssysteem is. Vaak wordt daarbij alleen aan een hybride warmtepomp gedacht, omdat die inmiddels beschikbaar is. Er zijn echter meer innovaties die richting markt gaan en die als hybride een grote bijdrage kunnen leveren aan aardgasreductie en CO₂ besparing.

Om de verschillende mogelijkheden recht te doen, marktvervalsing te voorkomen en te zorgen dat we als maatschappij de innovatieopties openhouden, hanteert de NVI onderstaande definitie waarbij waar mogelijk aansluiting wordt gemaakt op bestaande standardeisen die reeds in de markt aanwezig en geaccepteerd zijn:

Onder een hybride systeem wordt verstaan: twee warmte-opwekkers die gezamenlijk de ruimte warmtevraag van een woning of gebouw verzorgen. Naast ruimteverwarming is gebruik voor tapwater en/of koeling toegestaan, maar geen vereiste.

De combinatie bestaat uit een HR-ketel in samenwerking met een tweede toestel dat een hogere efficiëntie en een lagere uitstoot heeft dan een HR-ketel. Tezamen wordt het aangeduid als HR-hybride.

Het tweede toestel dient berekend volgens de NEN 7120 een minimale dekkingsgraad te halen van 75% om voldoende relevant te zijn (uitgaande van een warmtevraag van 9250kWh voor verwarming). Het tweede toestel kan in principe elke vorm van energie-conversie kennen, te denken valt onder andere aan:

- Warmtepomp lucht/water
- Warmtepomp water/water
- Warmtepomp gasgestookt

- Wkk (bijvoorbeeld brandstofcel)
- Wkk (met koppeling naar e-auto)
- Accu systemen (zowel thermisch als elektrisch, eventueel koppeling met e-auto)

In geval van een elektrische hybride warmtepomp dient het toestel bij genoemde dekkingsgraad van 75% een minimale SCOP te kunnen halen van 3,5 op het warmtepompdeel.

In geval van een gasgestookte hybride warmtepomp dient een PER van 1,4 bereikt te worden op het warmtepompdeel.

In geval van een wkk hybride dient een minimaal equivalent rendement gehaald te worden op het wkk deel van 125% volgens EN 50465.

Voor de hybride wordt geen onderscheid gemaakt tussen aardgas, groen gas of waterstof als gasvormige bron. Uiteraard is de CO₂ voetprint wel verschillend voor de diverse gassen.

Doordat de hybride in de vorm van een elektrische warmtepomp (een hybride warmtepomp) een technische voorsprong heeft, wordt geadviseerd regelgeving, subsidietrajecten en dergelijke daaraan op te hangen, maar regelingen open te houden voor de andere HR-hybride varianten, aangezien die allemaal in ontwikkeling zijn en ook nodig zijn om de aantallen te halen en zowel besparing als verlaging van de CO₂-uitstoot te bewerkstelligen.



Bezoekadres: Zilverstraat 69, 2718 RP Zoetermeer
Postadres: Postbus 190, 2700 AD Zoetermeer

Tel.: 088 - 400 85 09
e-mail: contact@verwarmingsindustrie.nl

© Nederlandse Verwarmingsindustrie 2021

www.verwarmingsindustrie.nl