

Van: secretariaat@rli.nl <secretariaat@rli.nl>

Verzonden: donderdag 13 december 2018 14:08

Onderwerp: Rli-publicatie 'Warm aanbevolen: CO2-arme warmte in de gebouwde omgeving' 13 december 2018

Geachte Statenleden

De Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (Rli) heeft vandaag zijn advies 'Warm aanbevolen: CO₂-arme warmte in de gebouwde omgeving' aangeboden aan minister Ollongren van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

Op de Rli-website publiceerden wij ook de aanbiedingsbrief aan de bewindspersoon en alle achtergrondinformatie over de totstandkoming van dit advies.

Met vriendelijke groet,
Raad voor de leefomgeving en infrastructuur

Dr. R. Hillebrand
algemeen secretaris

Aan de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Mevrouw drs. K.H. Ollongren
Postbus 20011
2500 EA DEN HAAG

Datum:	12 december 2018	Contactpersoon:	Dr. R. Hillebrand
Kenmerk:	RLI-2018/3244	Telefoon:	06 15359234
Cc:		E-mail:	ron.hillebrand@rli.nl
Bijlage(n):	1		
Betreft:	Rli-advies 'Warm aanbevolen: CO ₂ -arme warmte in de gebouwde omgeving'		

Geachte mevrouw Ollongren,

Met genoegen sturen wij u hierbij het advies 'Warm aanbevolen: CO₂-arme warmte in de gebouwde omgeving'. Op 13 december neemt u het advies in ontvangst.

De raad richt zich in dit advies op de volgende vragen. Welke maatregelen moet de overheid treffen om er voor te zorgen dat alle partijen zich kunnen en willen inzetten voor een voortvarende energietransitie in de gebouwde omgeving? Welke financiële maatregelen en welke afspraken over de rol en verantwoordelijkheden van overheden zijn nodig om de betreffende doelen uit het regeerakkoord te halen?

De raad beveelt aan vast te leggen dat de overheid verantwoordelijk is voor de noodzakelijke nieuwe warmte-infrastructuur en dat de aanleg daarvan in 2040 rond is. De raad beveelt tevens aan vast te leggen dat alle overheidsgebouwen in 2040 CO₂-neutraal zijn. Voor een groot deel vindt de transitie achter de voordeur van gebouwen in particulier eigendom plaats. De raad bepleit duidelijkheid voor gebouweigenaren en bewoners als het gaat om wat er gaat gebeuren en wat van hen wordt verwacht. Meer duidelijkheid en groter draagvlak beginnen met een eenduidig verhaal van het kabinet over het hoe en waarom van de energietransitie in de gebouwde omgeving; ook op dat punt is volgens de raad een rol voor het kabinet weggelegd. Daarnaast moeten de gemeenten volgens de raad bij de uitvoering verbinding leggen met de vraagstukken die nu al spelen in de wijk en de problemen die mensen daar ervaren.

Het advies wordt eveneens aangeboden aan de minister van Economische Zaken en Klimaat en de voorzitters van de Eerste en Tweede kamer.

Hoogachtend,
Raad voor de leefomgeving en infrastructuur,

ir. J.J. de Graeff
voorzitter

dr. R. Hillebrand
algemeen secretaris



Aan de minister van Economische Zaken en Klimaat
De heer ir. E.D. Wiebes MBA
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

Datum:	12 december 2018	Contactpersoon:	Dr. R. Hillebrand
Kenmerk:	RLI-2018/3245	Telefoon:	06 15359234
Cc:		E-mail:	ron.hillebrand@rli.nl
Bijlage(n):	1		
Betreft:	Rli-advies 'Warm aanbevolen: CO ₂ -arme warmte in de gebouwde omgeving'		

Geachte heer Wiebes,

Met genoegen biedt de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur u zijn advies 'Warm aanbevolen: CO₂-arme warmte in de gebouwde omgeving' aan. Op 3 oktober kwam dit advies aan de orde in een gesprek dat ondergetekenden met u mochten voeren over het werkprogramma van de raad. De minister van Binnenlandse zaken en Koninkrijksrelaties zal het advies namens het kabinet in ontvangst nemen op 13 december.

De raad richt zich in dit advies op twee hoofdvragen. Welke maatregelen moet de overheid treffen om er voor te zorgen dat alle partijen zich kunnen en willen inzetten voor een voortvarende transitie in de gebouwde omgeving? Welke financiële maatregelen en welke afspraken over de rol en verantwoordelijkheden van overheden zijn nodig om de betreffende doelen uit het regeerakkoord te halen?

Specifiek aan u beveelt de raad aan om in 2019 een handreiking voor gemeenten op te stellen met betrekking tot de vraag hoe het eigendom van en de zeggenschap over de noodzakelijke nieuwe warmte-infrastructuur goed geregeld kan worden. De Raad beveelt u verder aan vast te leggen dat de overheid verantwoordelijk is voor de nieuwe warmte-infrastructuur en dat de aanleg in 2040 rond is. De raad vindt het voorts wenselijk de regelgeving zodanig aan te passen dat een wettelijke maximumprijs voor verwarming van woningen kan worden gegarandeerd. Bovendien beveelt de raad aan om snel extra geld beschikbaar stellen voor de aanleg van nieuwe warmte-infrastructuur.

Indien u hierop prijs stelt zijn wij gaarne bereid om met u over het advies van gedachten te wisselen.



Het advies wordt ook aangeboden aan de voorzitters van de Eerste en Tweede kamer.

Hoogachtend,
Raad voor de leefomgeving en infrastructuur,

ir. J.J. de Graeff
voorzitter

dr. R. Hillebrand
algemeen secretaris

WARM AANBEVOLEN

CO₂-ARME WARMTE IN DE
GEBOUWDE OMGEVING

DECEMBER 2018



Raad voor de leefomgeving en infrastructuur

De Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (Rli) is het strategische adviescollege voor regering en parlement op het brede domein van duurzame ontwikkeling van de leefomgeving en infrastructuur. De raad is onafhankelijk en adviseert gevraagd en ongevraagd over langetermijnvraagstukken. Met een integrale benadering en advisering op strategisch niveau wil de raad bijdragen aan de verdieping en verbreding van het politiek en maatschappelijk debat en aan de kwaliteit van de besluitvorming.

Samenstelling Rli

Ir. J.J. (Jan Jaap) de Graeff (voorzitter)
Ir. M. (Marjolein) Demmers MBA
Prof. dr. P. (Pieter) Hooimeijer
Prof. mr. N.S.J. (Niels) Koeman
Drs. J. (Jeroen) Kok
Ir. A.G. (Annemieke) Nijhof MBA
Drs. E. (Ellen) Peper
Drs. K.J. (Krijn) Poppe
Prof. dr. J.C. (Co) Verdaas
Em. prof. dr. A.N. (André) van der Zande

Junior-raadsleden

S.P. (Sybren) Bosch MSc
M.W.B. (Mart) Lubben MSc
I.Y.R. (Ingrid) Odegard MSc

Algemeen secretaris

Dr. R. (Ron) Hillebrand

Raad voor de leefomgeving en infrastructuur

Bezuidenhoutseweg 30
Postbus 20906
2500 EX Den Haag
info@rli.nl
www.rli.nl



De energietransitie in de gebouwde omgeving is de grootste naoorlogse verbouwing van Nederland. De maatregelen reiken tot achter de voordeur van vrijwel elk gebouw. Om de individuele burger in beweging te krijgen, is meer nodig dan een rekenkundige exercitie met woningen en jaartallen, er is meer duidelijkheid nodig en verbinding met wat er leeft in de wijk. Aan de overlegtafels van het Klimaatakkoord is dit jaar intensief overlegd over de benodigde versnelling. De raad was toevoorder bij een aantal bijeenkomsten van de sectortafel Gebouwde omgeving en sprak onder meer met de voorzitter van de sectortafel (Diederik Samsom) en de voorzitter van het Klimaatberaad (Ed Nijpels). Het voorliggende advies gaat uit van het perspectief van de burger en beoogt concrete aanbevelingen te doen om de transitie te versnellen. De raad onderzocht wat nodig is voor een succesvolle transitie. Wat geeft de benodigde duidelijkheid voor alle betrokken partijen en wat verbindt de betrokken partijen zodat ze zich willen en kunnen inzetten? De raad gaat in dit advies in op de keuzevrijheid van eigenaren, de publieke verantwoordelijkheid voor infrastructuur en de verdeling van kosten.



INHOUD

VOORWOORD	3	DEEL 2: ANALYSE	23
SAMENVATTING	6		
DEEL 1: ADVIES	8		
1	INTRODUCTIE	1	AANLEIDING EN OPGAVE
1.1	Adviesvraag	1.1	Opgave
1.2	Afbakening	1.1.1	Begrippen
1.3	Leeswijzer	1.1.2	De gebouwen voorraad
		1.2	Afbakening
		1.3	Technieken voor een CO ₂ -arme gebouwde omgeving
		1.3.1	Marktrijpe technieken
		1.3.2	Technieken voor de toekomst
		1.3.3	Rol van waterstof en andere duurzame gassen
2	GEEF DUIDELIJKHEID EN LEG VERBINDING	2	FASERING
2.1	Inleiding	2.1	Eén verhaal
2.2	Drie uitgangspunten	2.2	Inzetten op energiebesparing met extra overheidsmiddelen
		2.3	Besluiten over gemeentelijke transitievisies uiterlijk in 2021
		2.4	Overheid zelf startmotor
		2.5	Warmte-infrastructuur op orde
3	AANBEVELINGEN	3	KOSTEN EN BETAALBAARHEID
3.1	Fasering	3.1	Schatting kosten transitie
3.2	Kosten en betaalbaarheid		
3.3	Draagvlak in de wijk		
3.4	Sturen met beleid		



3.2	Wettelijke maximumprijs voor verwarming	54
3.3	Gebouwgebonden financiering	55
4	DRAAGVLAK IN DE WIJK	57
4.1	Factoren die het keuzegedrag bepalen	58
4.2	Leren van ervaringen uit pilots in de gebouwde omgeving	61
5	STUREN MET BELEID	63
5.1	Verbodsbepalingen	63
5.1.1	Uitfasering aardgas en bevoegdheid gemeente	63
5.1.2	Verplichte maatregelen koppelen aan verkoop- of verhuurmoment	64
5.1.3	Overwegingen bij verbodsbepalingen	65
5.2	Aanpassing van de differentiatie in energiebelasting in de utiliteitssector	66
5.2.1	Verdeling gas- en elektriciteitsverbruik binnen de dienstensector	67
5.2.2	Verandering kostprijs energie bij afschaffen differentiatie	67
5.2.3	Mogelijke effecten bij aanpassen van huidige differentiatie	68
5.2.4	Stimulerende maatregelen voor grootverbruikers: afspraken met het Rijk	69
5.3	Benodigde arbeidskracht tot 2030	70

LITERATUUR	71
------------	----

BIJLAGEN	76
----------	----

TOTSTANDKOMING ADVIES	76
-----------------------	----

OVERZICHT PUBLICATIES	79
-----------------------	----





SAMENVATTING

Versnelling van de energietransitie is nodig

Om de klimaatdoelstellingen van Parijs te halen moeten er in Nederland tot 2050 jaarlijks tweehonderdduizend woningen CO₂-arm gemaakt worden. Dat komt neer op bijna achthonderd woningen op elke doordeweekse dag, dertig jaar lang. De komende decennia krijgt daarom vrijwel elk huishouden en iedere gebouweigenaar hiermee te maken. De energietransitie in de gebouwde omgeving blijkt echter weerbarstig en complex. De inzet en betrokkenheid vanuit de samenleving is niet op voorhand gegarandeerd. De afgelopen tijd is slechts beperkt voortgang geboekt, de raad onderzocht welke maatregelen nodig zijn om de transitie te versnellen.

Behoeftetweeledig: geef duidelijkheid en leg verbinding

De raad constateert dat twee randvoorwaarden essentieel zijn om de individuele burgers en de samenleving als geheel in beweging te krijgen: duidelijkheid en verbinding. Er is behoefte aan meer duidelijkheid over verdeling van verantwoordelijkheden, over de omvang en verdeling van kosten en over de fasering van de transitie. Daarnaast zal de transitie alleen slagen als er op effectieve wijze verbinding gelegd wordt met de samenleving. Er ontstaat pas zicht op een haalbare energietransitie als andere thema's die spelen in de wijk en bij de betrokken huishoudens, gekoppeld kunnen worden aan de uitvoering. De ontvanger van dit advies is met name de rijksoverheid, het perspectief is dat van de burger.

Drie uitgangspunten bij de aanbevelingen

In de discussies die leidden tot dit advies constateerde de raad dat er op een drietal uitgangspunten een politiek-bestuurlijk debat gevoerd moet worden. Dat debat moet leiden tot de expliciete keuzes die nodig zijn voor de versnelling in de transitie. Het gaat om keuzevrijheid, verdeling van publieke en private verantwoordelijkheden en de versnelling in de eerste fase van de transitie.

Aanbevelingen

Met duidelijkheid en verbinding als randvoorwaarden en de drie uitgangspunten als onderliggende principes komt de raad tot aanbevelingen over de fasering, de kosten en betaalbaarheid, en het draagvlak in de wijk.

Om tegemoet te komen aan de in de samenleving gewenste duidelijkheid over het verloop van de energietransitie, is een gedeeld beeld van de fasering in de tijd essentieel. De raad doet aanbevelingen waarmee de fasering verder kan worden verfijnd. Zo is er in de eerste fase van de transitie, naast extra overheidsmiddelen, een visie nodig op de gemeentelijke governance van nieuwe infrastructuur. In de eerste fase van de transitie moet ook vol ingezet worden op energiebesparing, en in 2040 moeten alle overheidsgebouwen CO₂-neutraal zijn.

De aanleg van de warmte-infrastructuur in de openbare ruimte ziet de raad als een publieke aangelegenheid. De raad beveelt aan dat iedereen in een leveringsgebied meebetaalt aan de aanleg van deze voorziening, ook als er individueel gekozen wordt voor een alternatief. Daarbij kunnen de kosten

voor warmte verschillen per wijk, gemeente en regio. De raad pleit voor een wettelijke maximumprijs voor verwarming. Daar is een kostenregulerings-systeem voor nodig waar het hele spectrum van warmtelevering (verschillende temperatuurniveaus, all electric, waterstof en biogas) wordt ondergebracht.

De energietransitie heeft niet bij iedereen prioriteit, zeker niet als andere prangende zaken spelen zoals problemen met wateroverlast of rond veiligheid en leefbaarheid. De raad beveelt daarom aan om nauw aan te sluiten bij de dynamiek in de wijk en dit een verplicht onderdeel te laten zijn van de gemeentelijke transitievisies warmte en warmteplannen.



DEEL 1 | ADVIES

1 INTRODUCTIE

In 2015 zijn op de Klimaattop van Parijs afspraken gemaakt om te voorkomen dat de gemiddelde temperatuur op aarde met meer dan twee graden stijgt, met als streven de temperatuurstijging onder de anderhalve graad te houden.

In het regeerakkoord van kabinet-Rutte III is deze afspraak voor Nederland vertaald in de doelstelling om de uitstoot van broeikasgassen in de periode tot 2050 met 95% te reduceren ten opzichte van 1990. Als tussendoel is gesteld dat de uitstoot in 2030 al met 49% moet zijn teruggedrongen.

Voor het behalen van de door Rutte III gestelde klimaatdoelen moet in de gebouwde omgeving de huidige warmte van fossiele bronnen, vooral aardgas, vrijwel volledig worden vervangen door warmte van duurzame energiebronnen. Zowel de aardgasgestookte cv-ketel als het aardgasfornuis zullen uit de huizen, bedrijfsgebouwen en kantoren in Nederland verdwijnen. De gebouwen zullen bovendien beter moeten worden geïsoleerd om zoveel mogelijke energie te besparen, waarmee andere, duurzame warmtebronnen mogelijk worden.

De noodzakelijke verbouwing of aanpassing van ruim zevenenhalf miljoen woningen en een kleine vierhonderdduizend gebouwen met een maatschappelijke of commerciële functie, is al vaker betiteld als de grootste

verbouwingsopgave van Nederland sinds de naoorlogse wederopbouw. Het aantal te verbouwen panden rechtvaardigt volgens de raad deze beeldspraak.

In het regeerakkoord is afgesproken dat tot aan het einde van de huidige kabinetsperiode (maart 2021) jaarlijks dertigduizend tot vijftigduizend woningen aangepast moeten worden. Dat zijn er tussen de honderd en tweehonderd per werkdag. In de periode daarna moeten er tot 2050 jaarlijks tweehonderdduizend woningen verduurzaamd worden. Dat komt neer op bijna achthonderd woningen op elke doordeweekse dag, dertig jaar lang. De komende decennia krijgt daarom vrijwel elk huishouden en iedere gebouweigenaar in Nederland hiermee te maken.

1.1 Adviesvraag

De energietransitie in de gebouwde omgeving blijkt weerbarstig en complex. Er is de afgelopen tijd beperkt voortgang geboekt, zeker in het licht van de opgave die voorligt. De raad richt zich in dit advies daarom op de volgende vragen:

- *Welke maatregelen moet de overheid treffen om te zorgen dat alle partijen zich kunnen en willen inzetten voor een voortvarende transitie naar een CO₂-arme warmtevoorziening in de gebouwde omgeving?*
- *Welke financiële maatregelen en welke afspraken over de rol en verantwoordelijkheden van overheden zijn nodig om de doelen uit het regeerakkoord voor 2030 en 2050 te halen?*

De raad geeft aan wat naar zijn oordeel aanvullend op reeds bestaande plannen gedaan kan of moet worden om de transitie naar een CO₂-arme warmtevoorziening in de gebouwde omgeving te versnellen en een zo groot mogelijke kans van slagen te geven. Het advies gaat daarbij uit van het perspectief van de burger.

1.2 Afbakening

Dit advies concentreert zich op de benodigde aanpassingen in, op en aan bestaande gebouwen en op het aanleggen van de infrastructuur voor de warmtevoorziening van woningen en utiliteitsgebouwen.¹ De *nieuwbouw* van gebouwen blijft buiten beschouwing omdat hierover al concrete afspraken zijn gemaakt (Tweede Kamer, 2018a). De *opwekking* van duurzame elektriciteit blijft eveneens buiten dit advies.

Het advies is gericht op *alle partijen* die zich zullen moeten inzetten voor een voortvarende transitie: marktpartijen en overheden, eigenaren en huurders. Omwille van de leesbaarheid van de tekst zal veelvuldig worden gesproken over de *eigenaren van woningen of andere gebouwen*. De raad is zich terdege bewust dat een groot deel van de woningvoorraad in het bezit is van woningcorporaties die bij grootschalige verbouwingen rekening dienen te houden met de stem van hun huurders. Daarnaast wordt een groot deel

¹ Het advies is daarmee een uitwerking van het spoor 'lagetemperatuurwarmte' uit de publicatie 'Rijk zonder CO₂' (Rli, 2015).



van de woningen in eigendom beheerd door VvE's. Andere betrokkenen zijn investeerders, bouwers, installateurs, architecten, financiers, netbeheerders en particuliere verhuurders. Ook op deze groepen richt dit advies zich.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk twee gaat over de overkoepelende opgaven waarvoor de overheden zich gesteld zien bij de transitie van de warmtevoorziening van gebouwen en woningen, en over suggesties voor uitgangspunten die daarbij volgens de raad zouden moeten worden gehanteerd. Hoofdstuk drie bevat de concrete aanbevelingen voor het bereiken van de gestelde doelen. Deze zijn gericht op de fasering van de transitie, op kosten en betaalbaarheid en op het maatschappelijk draagvlak voor de transitie. Het hoofdstuk sluit af met aanbevelingen die van belang zijn voor een goede voorbereiding op de volgende fasen in het uitvoeringsproces. Aanvullende (technische) achtergrondinformatie is terug te vinden in Deel 2 van dit advies.

2 GEEF DUIDELIJKHEID EN LEG VERBINDING

2.1 Inleiding

In zijn advies 'Rijk zonder CO₂' (Rli, 2015) concludeerde de raad dat de energietransitie in de gebouwde omgeving relatief snel moet kunnen verlopen, omdat de techniek beschikbaar is. Daarnaast is, in vergelijking met de andere energiebehoeften (bijvoorbeeld die voor mobiliteit of energie-intensieve industrie), veel minder sprake van verwevenheid met internationaal beleid of afhankelijkheid van internationale concurrentie. Toch wordt ook in de gebouwde omgeving nog altijd beperkt voortgang geboekt. De energietransitie in de gebouwde omgeving blijkt op een andere manier weerbarstig.

De voorlopige uitkomsten van de sectortafel Gebouwde omgeving in de onderhandelingen over een nieuw Klimaatakkoord, laten zien dat de transformatie van de warmtevoorziening in gebouwen technisch haalbaar is. De uitvoering levert weliswaar een forse kostenpost op – tegen verwarmen met goedkoop Gronings aardgas kan een duurzaam warmtenet of warmtepomp qua kostenefficiëntie op dit moment nog steeds niet op – maar de rekening is niet zo hoog dat hij vanuit macro-economisch perspectief niet betaald kan worden. Bovendien staat tegenover de kosten van de



energietransitie ook aanzienlijk maatschappelijk voordeel. Techniek en maatschappelijke kosten zijn echter maar een deel van de puzzel. Essentieel voor de energietransitie in de gebouwde omgeving is juist dat deze pas kan slagen indien acht miljoen huishoudens en gebouweigenaren bereid zijn zich daarvoor in te zetten. Het gaat dus om veel meer dan een technisch-rekenkundige exercitie.

De inzet en betrokkenheid vanuit de samenleving is niet op voorhand gegarandeerd. Veel Nederlanders zijn druk met heel andere problemen dan de verduurzaming van hun energiegebruik. De een worstelt met relatieproblemen of schulden, de ander richt zijn energie op een betere toekomst voor zijn kinderen en een derde probeert de klantenkring van zijn pas gestarte onderneming te verruimen. Te midden van al die beslommeringen, bezigheden en toekomstdromen moet de overheid ruimte vinden in de geesten en in de portemonnee voor een forse investering in tijd, aandacht en geld. En dat alles voor doelen die voor velen vanuit een kortetermijnperspectief geen prioriteit zijn, maar die vanuit het bredere publieke belang niet langer uitstel dulden.

Wat de energietransitie van andere grote economische veranderingen onderscheidt, is dat deze zich niet in de vrije markt voltrekt als gevolg van technologische ontwikkelingen, zoals de uitvinding van de stoommachine of de computer. De energietransitie wordt door de overheid, in het collectief belang van de samenleving, geïnitieerd en dat maakt het des te ingewikkelder om deze te doen slagen.

In 2014 adviseerde de raad in zijn advies 'Doen en laten, effectiever beleid door mensenkennis' over het beter benutten van de kennis over gedrag van mensen om doelen in het milieubeleid te verwezenlijken (Rli, 2014). Ook in de transitie naar CO₂-arme warmte is de toepassing van kennis uit de gedragswetenschappen noodzakelijk voor een effectieve beleidsuitvoering.

Omdat dit advies vooral is gericht op de start van de energietransitie in de gebouwde omgeving, vroeg de raad aan tal van betrokkenen wat naar hun oordeel op dit moment het allerbelangrijkste is om de samenleving en individuele burgers in beweging te krijgen. Uit de gevoerde gesprekken kwamen twee randvoorwaarden naar voren als allerbelangrijkste: *er is behoefte aan meer duidelijkheid en de transitie zal alleen slagen als er op effectieve(re) wijze verbinding met de samenleving wordt gelegd.*

Geef duidelijkheid

De sectortafel Gebouwde omgeving heeft een pakket aan maatregelen en een daarbij behorende fasering opgesteld, waarmee het gestelde kabinetsdoel voor 2030 in principe gehaald kan worden (Hekkenberg & Koelemeijer, 2018). De Regionale energiestrategieën (RES) en de gemeentelijke transitievisies en -plannen geven straks richting én zijn een belangrijke basis voor de uitvoering van de transitie. Het voorlopige 'Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord' laat echter ook nog veel vragen onbeantwoord. Het betreft vragen over de verdeling van verantwoordelijkheden, over de omvang en de verdeling van kosten, de mate waarin eerlijke besluitvormingsprocedures worden gevolgd, over de fasering – in ieder geval tot 2030 – en over de waarborgen dat de noodzakelijke verbouwing voor



iedereen haalbaar en betaalbaar is. Om de samenleving mee te krijgen in de transitie is het wenselijk dat zoveel mogelijk van deze openstaande vragen zo spoedig mogelijk van een antwoord worden voorzien.

Leg verbinding

De transitie zal alleen plaatsvinden als op effectieve wijze verbinding wordt gemaakt met de vragen, belangen en wensen van eigenaren. De raad heeft geconcludeerd dat dit alleen kan lukken als ook actief verbinding wordt gelegd met andere thema's die spelen in de wijk en bij de betrokken huishoudens. Pas wanneer deze andere thema's succesvol gekoppeld worden aan de vanuit techniek en beleidsdoelen opgestelde uitvoeringsstrategie, ontstaat uitzicht op een haalbare energietransitie. De raad constateert ook dat de behoefte aan meer duidelijkheid vooraf op gespannen voet staat met een uitvoeringsstrategie die uitgaat van verbinding met bewoners en wijken. Juist het vinden van een goede balans tussen deze twee aspecten is daarom naar het oordeel van de raad cruciaal. Om inhoudelijk invulling te kunnen geven aan de zoektocht naar deze balans, heeft de raad zich gebogen over drie uitgangspunten die in de discussie over de transitie van de warmtevoorziening een belangrijke rol spelen, maar die nog niet met zoveel woorden zijn besproken en vastgelegd. De raad heeft deze drie uitgangspunten als basis gebruikt voor de concrete aanbevelingen in het volgende hoofdstuk.

2.2 Drie uitgangspunten

2.2.1 Leg vast dat collectieve keuzes vooraf gaan aan individuele keuzes

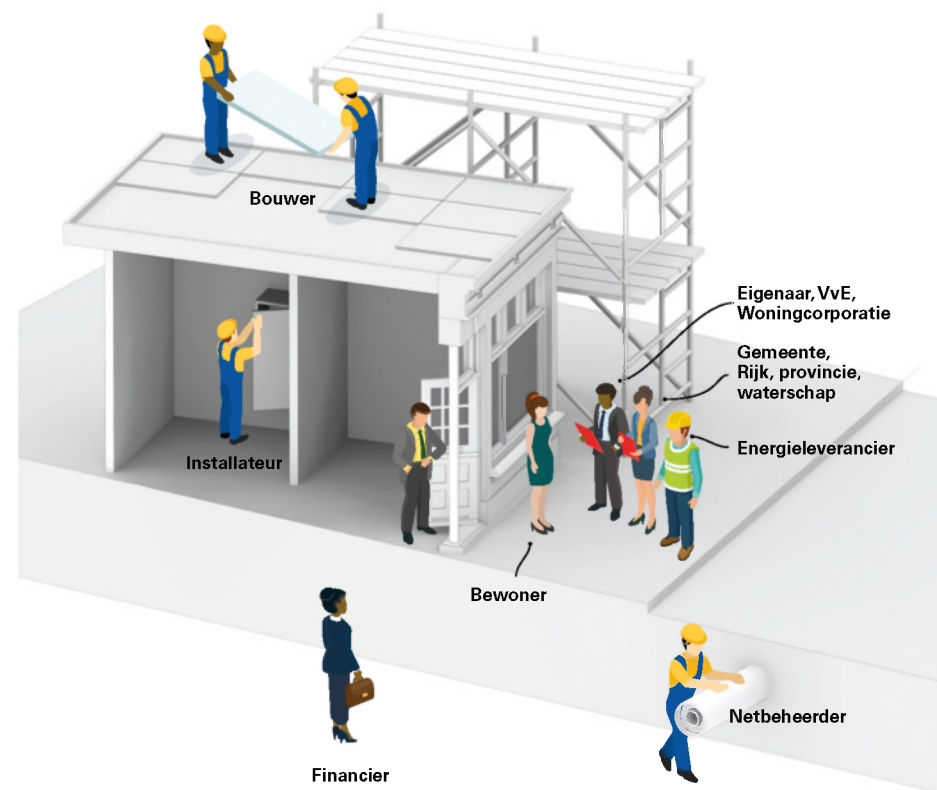
Nederlanders hechten er aan om in vrijheid keuzes te kunnen maken, zeker wanneer het om zaken in de privésfeer gaat zoals de inrichting van de eigen woning, of wanneer het investeringen betreft in de eigen onderneming. Voor de energietransitie in de gebouwde omgeving zullen echter op verschillende schaalniveaus samenhangende keuzes over de energiesystemen van de toekomst moeten worden gemaakt, op basis van technische mogelijkheden en kosten. Deze collectieve besluitvorming over de warmtevoorziening voor de wijk, de gemeente of de regio beperkt de keuzevrijheid van het individu in sterke mate. Daar tegenover staat dat eerbiediging van een recht op volledig vrije keuze zou leiden tot vertraging van de besluitvorming en tot suboptimale, kostenineffectieve oplossingen. In het uiterste geval leidt dit tot de economisch onverantwoorde aanleg van parallelle infrastructuren (én een warmtenet én een gasleiding én een verzaamd elektriciteitsnet). De raad adviseert het kabinet om hierin helder positie te kiezen en vast te leggen dat het collectieve belang van een tijdige en betaalbare transitie naar CO₂-arme warmte vooraf gaat aan individuele keuzes. De inperking van het recht op volledige individuele keuzevrijheid is echter alleen verdedigbaar indien de politieke besluitvorming transparant en democratisch gelegitimeerd is. Bij de start van deze besluitvorming dient daarom tegelijk ook het recht op inspraak en beroep helder geregeld te zijn.



2.2.2 Leg vooraf de verdeling van publieke en private verantwoordelijkheden vast

Welke verantwoordelijkheid dragen respectievelijk overheden, burgers en bedrijven in de transitie naar een CO₂-arme warmtevoorziening van de gebouwen in Nederland? Het is een eenvoudige vraag, maar ook deze is nog niet expliciet van een antwoord voorzien. Het antwoord bepaalt wie er moet investeren en hoe de kosten in principe verdeeld worden. Bij de aanleg van warmte-infrastructuur gaat het bovendien over de vraag hoe eindgebruikers van warmte kunnen worden beschermd tegen misbruik of negatieve effecten van monopolieposities.

Figuur 1: Actoren bij de energietransitie in de gebouwde omgeving



De raad vindt het van belang dat ook hierover van meet af aan heldere keuzes worden gemaakt en vastgelegd. Dat kan ook ingewikkelde discussies tijdens het proces van uitvoering helpen voorkomen. Het ligt volgens de raad voor de hand dat wordt gekozen voor de gangbare grens van de voordeur drempel van woningen en bedrijven als de grens tussen het publieke en het private domein. Dat betekent dat de aanleg en financiering van de nieuwe warmte-infrastructuur tot de voordeur tot de verantwoordelijkheid van de overheid behoort. De raad acht het verstandig dat deze nieuwe infrastructuur, vergelijkbaar met de infrastructuur voor fossiele energie, ook in eigendom komt van óf de overheid óf van ondernemingen waarvan het eigendom geheel of gedeeltelijk in overheidshanden is óf van publiek-private samenwerkingen (pps). Ook bij een uitwerking in een concessie-model kan overheidseigendom als randvoorwaarde gelden. De raad geeft in overweging om aanvullend een heldere keuze te maken over de wijze waarop de aanleg van de warmte-infrastructuur wordt bekostigd. De raad beveelt aan om deze aan alle burgers en ondernemingen in het leveringsgebied van een specifieke warmte-infrastructuur in rekening te brengen (zie ook aanbeveling 3.2.1).

De keuze om de grens tussen de publieke en de private verantwoordelijkheid op de drempel van de voordeur te leggen, impliceert dat eigenaren van woningen en utiliteitsgebouwen zelf verantwoordelijkheid dragen voor de aanpassing van de isolatie van het gebouw en voor de benodigde installaties in de woning. De rechtvaardiging daarvoor ligt onder meer in het feit dat de waardeverhoging van het onroerend goed ook ten goede komt aan de eigenaar (niet aan de huurder). Daarnaast heeft een flink aantal eigenaren in



het verleden, al dan niet gesteund met subsidie, al besloten om voor eigen rekening te investeren in de verduurzaming van hun woning of eigen bedrijfspand.

Deze keuze werpt echter de vervolgvraag op hoe ervoor gezorgd kan worden dat iedereen daadwerkelijk de benodigde investeringen zal kunnen doen. De raad meent dat de overheid als uitgangspunt moet kiezen dat iedereen toegang krijgt tot duurzame warmte en dus waar nodig deze investeringen moet faciliteren. Onzekerheid hierover zal het draagvlak voor de transitie ernstig ondermijnen.

2.2.3 Versnel de transitie naar CO₂-arme gebouwen in de aanvangsfase met extra maatregelen, maar beoordeel periodiek de haalbaarheid van de planning

Om uiterlijk in 2050 een CO₂-arme gebouwde omgeving te realiseren, is een enorme versnelling van de verduurzamingsoperatie nodig. De raad heeft zich gebogen over de vraag wanneer en hoe de versnelling het beste plaats kan vinden.

Daarbij oordeelt de raad dat vanwege de ongekend grote omvang van de verbouwingsoperatie geen tijd verloren mag gaan. Anders verdwijnt 2050 als haalbare einddatum uit zicht. Om de operatie in de beginfase versneld op gang te kunnen brengen, doet de raad in het volgende hoofdstuk enkele aanbevelingen voor een extra zware, publiek gefinancierde, startmotor. Deze is nodig om de verdere ontwikkeling van beschikbare technieken voor

duurzame verwarming van gebouwen te versnellen, zodat de kosten voor infrastructuur en apparatuur versneld lager worden.

Overigens concludeert de raad dat daarmee niet kan worden verzekerd dat de prijs van duurzaam opgewekte warmte zo snel zal dalen, dat deze tijdig voor alle eigenaren betaalbaar zal zijn. Bovendien is onvoorspelbaar hoe de economie en het daaraan verbonden vermogen van eigenaren om in hun bezit te kunnen investeren, zich in de loop van de transitie zal ontwikkelen. Op het niveau van de wijk en de gemeente zullen de kosten van nieuwe warmte-infrastructuur bovendien lager liggen indien deze kunnen worden gecombineerd met andere voorziene werkzaamheden in de openbare ruimte van wijk en gemeente. Daarom bepleit de raad niet alleen om zo snel mogelijk van start te gaan, maar ook om de haalbaarheid van de planning vervolgens scherp in het vizier te houden. Periodiek, bijvoorbeeld tweejaarlijks, zou moeten worden gezien of de planning van de transitie aanpassing behoeft tegen de achtergrond van ontwikkelingen in economie, maatschappij en technologie. Hiermee wordt het risico van wegvallend maatschappelijk draagvlak verkleind.



3 AANBEVELINGEN

3.1 Fasering

Om tegemoet te komen aan de in de samenleving gewenste duidelijkheid over het verloop van de energietransitie, doet de raad een aantal aanbevelingen waarmee de fasering verder kan worden verfijnd. Zo moet er in 2019 een leidraad zijn, zodat gemeenten kunnen bepalen wat er in welke wijk gebeurt, en wanneer. In 2020 moeten vervolgens de Regionale energie-strategieën beschikbaar zijn, zodat in 2021 de gemeentelijke transitievisies warmte kunnen worden vastgesteld. De aanbevelingen van de raad richten zich niet alleen op het bereiken van de doelstellingen voor 2030 en 2050, maar hebben ook betrekking op datgene wat in de huidige kabinetsperiode moet gebeuren, respectievelijk ultimo 2040.

3.1.1 Stel in 2019 een nationaal, richtinggevend verhaal op voor de energietransitie in de gebouwde omgeving dat kabinetsbreed uitgedragen wordt, en leg vast dat dit verhaal periodiek wordt herijkt

Het Klimaatakkoord van Parijs en de daarvan afgeleide afspraken in het regeerakkoord van het kabinet-Rutte III vormen de basis voor de afspraken in het nieuwe Klimaatakkoord. Een verwijzing naar de in Parijs gezette handtekening en het regeerakkoord biedt naar het oordeel van de raad nog onvoldoende basis voor een transitie waarvoor de participatie van alle huishoudens en gebouweigenaren is vereist. Om de Nederlandse samenleving

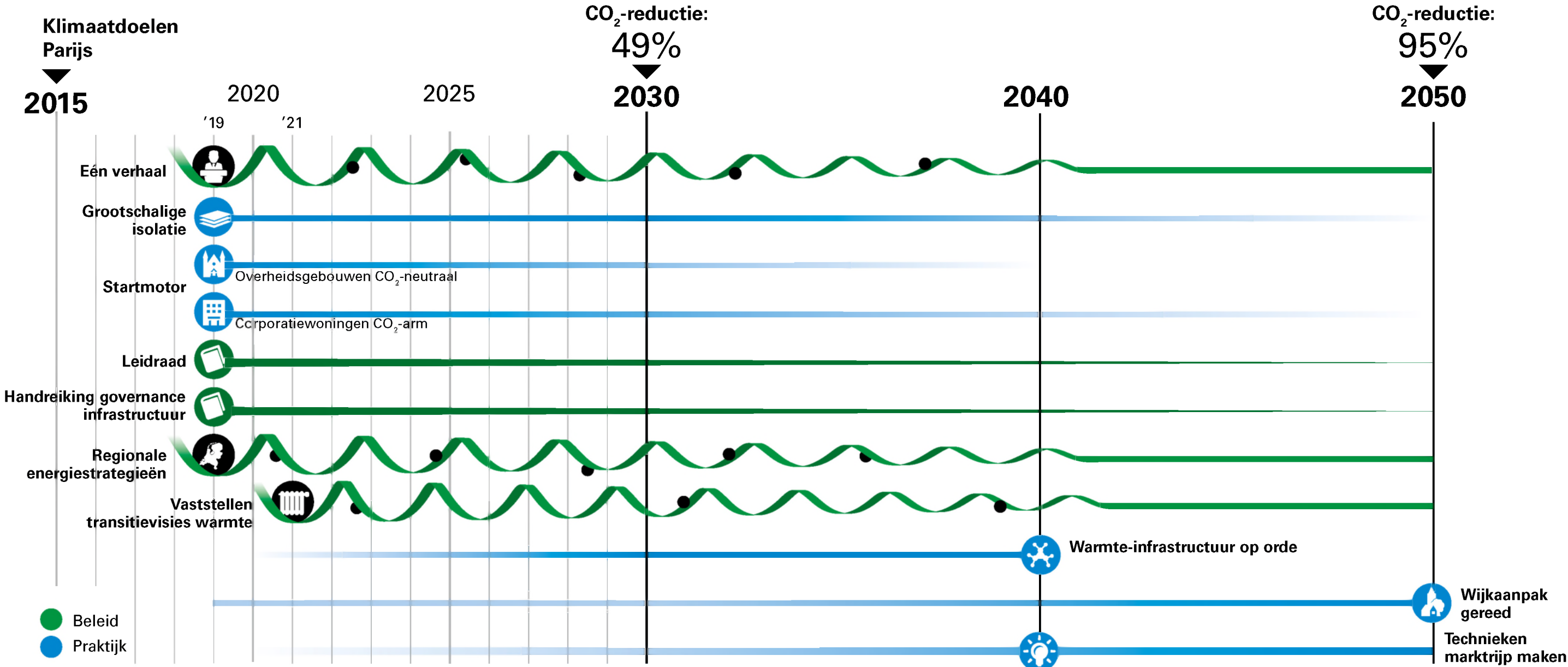
mee te krijgen in de door de overheid geïnitieerde transitie in de gebouwde omgeving, is naar het oordeel van de raad nodig dat het kabinet in dit dossier zelf meer politiek leiderschap toont. Daarom bepleit de raad dat binnen een jaar een nationaal, richtinggevend verhaal voor de energietransitie wordt opgesteld.

In dit verhaal zouden nut en noodzaak, evenals de kosten en opbrengsten op korte en langere termijn en het eindbeeld moeten worden beschreven. Daarnaast moet erin staan wat het beleidsmatig kader is en hoe de tijdsplanning eruit ziet waarbinnen de transitie zijn beslag dient te krijgen. Met het uitdragen van dit verhaal door het hele kabinet kan de importantie van de hele operatie aan de samenleving worden uitgelegd en aan het benodigde draagvlak worden gewerkt. Voor de omschakeling naar CO₂-arme warmtelevering in de gebouwde omgeving dient primair de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties invulling te geven aan deze taak. Duidelijkheid en draagvlak beginnen bij een overtuigend uitgedragen verhaal van het voltallige kabinet.

De minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties dient er naar het oordeel van de raad ook duidelijk over te zijn dat dit een transitie betreft die dermate complex en omvangrijk is dat noodzakelijkerwijs sprake is van een proces van vallen en opstaan. Daarom zal het richtinggevende verhaal ook periodiek, bijvoorbeeld elke twee jaar, bijgesteld moeten worden.



Figuur 2: Paden naar CO₂-arm



3.1.2 Stel een visie op voor de governance van nieuwe infrastructuur, en werk deze uit tot een handreiking waarmee de gemeenten hun verantwoordelijkheid kunnen invullen

Ervan uitgaande dat de nieuwe warmte-infrastructuur een publieke verantwoordelijkheid is (paragraaf 2.2.2 Deel 1), moeten gemeenten op wijkniveau hun transitievisie warmte uitwerken en deze infrastructuur realiseren.

Praktijkvoorbeelden laten zien dat warmtenetten moeilijk van de grond komen. Er is geen pasklare oplossing voorhanden, de gemeente kan een concessie verlenen, participeren in een warmtebedrijf, een publiek-private samenwerking starten et cetera.

De raad vindt dat het Rijk de gemeenten hierbij moet helpen. De raad beveelt daarom aan dat de minister van Economische Zaken en Klimaat in 2019 een visie opstelt met uitgangspunten voor de governance van nieuwe infrastructuur en deze vervolgens uitwerkt tot een praktische handreiking die de gemeenten houvast biedt bij alle mogelijke vormen van nieuwe infrastructuur: voor warmte, elektriciteit en duurzaam gas.

3.1.3 Reserveer bij de start van de transitie extra geld

De energietransitie in de gebouwde omgeving gaat zowel de overheid als de gebouweigenaren veel geld kosten. Er zijn overheidsmiddelen nodig, voor de verduurzaming van alle overheidsgebouwen, voor opleiding en omscholing van benodigde arbeidskrachten, voor de aanleg van infrastructuur et cetera. Dat kan via stimuleringsfondsen, subsidies of een investeringsinstelling als Invest-NL. De raad beveelt het kabinet daarom aan om de hiervoor benodigde middelen te reserveren op de rijksbegroting.

Dat is tegelijk een duidelijk signaal aan de samenleving over het commitment van het kabinet aan deze transitie.

3.1.4 Zet in de eerste fase van de transitie vol in op energiebesparing via gebouwisolatie en zet daarvoor een deel van de extra overheidsmiddelen in

Ook wanneer nog geen keuze is gemaakt voor een alternatief voor aardgas in een wijk, kunnen eigenaren aan de slag met isolatiemaatregelen. De raad ziet dit als een noodzakelijke stap die los van de toekomstige warmtevoorziening gezet kan worden (no regret) en die direct bijdraagt aan het verlagen van de warmtevraag in de woning en het bedrijfsgebouw, zodat deze klaar zijn voor de volgende stap in de warmtevoorziening. Om te stimuleren dat huiseigenaren dit soort maatregelen en de daarbij horende investeringen daadwerkelijk treffen, bepleit de raad het instellen van een subsidieregeling waarvan grootschalig en langjarig gebruik gemaakt kan worden. Naast subsidies is het van belang dat de financiering van isolatiemaatregelen in samenwerking met banken, pensioenfondsen en verzekeraars aantrekkelijker wordt gemaakt.

3.1.5 Verplicht gemeenten om hun transitievisie warmte uiterlijk in 2021 gereed te hebben

In de onderhandelingen over het Klimaatakkoord en in het interbestuurlijk programma (Tweede Kamer, 2018b) is afgesproken dat gemeenten hun transitievisie warmte én hun warmteplan in 2021 gereed hebben. De raad beveelt aan om deze afspraak een verplichtend karakter te geven. Om dit mogelijk te maken, moet overigens ook duidelijk zijn welke instrumenten de



gemeenten krijgen. Alleen zo kan worden verzekerd dat gebouweigenaren snel duidelijkheid krijgen over welke warmtevoorziening beschikbaar komt voor hun woning of bedrijfsgebouw. Die duidelijkheid is nodig om de particuliere eigenaar in staat te stellen goede investeringsbeslissingen te nemen. Indien geen zekerheid bestaat over het optimale alternatief voor aardgas, moet in 2021 in ieder geval aangegeven worden wanneer die duidelijkheid wel verkregen wordt. Een besluit over aard en datum van de toekomstige duurzame warmtevoorziening hangt nauw samen met een mogelijk besluit over de datum waarop een wijk van het aardgas wordt afgesloten (zie hiervoor aanbeveling 3.4a).

3.1.6 Verplicht alle overheden dat al hun gebouwen in 2040 CO₂-neutraal zijn

De raad adviseert om alle overheden de verplichting op te leggen dat hun vastgoed uiterlijk in 2040 CO₂-neutraal is, uitzonderingen daargelaten. In het interbestuurlijk programma (Tweede Kamer, 2018b) en aan de sectortafel Gebouwde omgeving bij het Klimaatakkoord (2018) zetten de overheden in op routekaarten voor het verduurzamen van het maatschappelijk vastgoed (Sectortafel Gebouwde omgeving, 2018). De raad adviseert om aan deze routekaarten een uiterste termijn van 2040 te koppelen. Hiermee wordt bereikt dat de overheid het goede voorbeeld geeft, hetgeen van belang is voor het verwerven van maatschappelijk draagvlak. Bovendien is de overheid als *launching customer* zelf een belangrijke startmotor van de transitie. Tezamen met de inzet van corporaties en een isolatieprogramma (aanbeveling 3.1.4) kan hiermee het doel voor 2030 gehaald worden. Doordat de overheid een koplopersrol pakt, zal versneld de benodigde

kennis en ervaring worden opgedaan en worden bijgedragen aan de ontwikkeling van technieken voor duurzame warmte tegen een lagere prijs. In het 'Voorstel voor hoofdlijnen voor het Klimaatakkoord' is een vergelijkbare rol aan woningcorporaties toegedicht. Omdat de overheid veel bezit heeft, meent de raad dat de overheid ook zelf initiatief behoort te nemen.

3.1.7 Zorg dat de publieke infrastructuur voor duurzame warmte uiterlijk in 2040 gereed is

De beschikbaarheid van infrastructuur voor de levering van duurzame warmte is een belangrijke voorwaarde voor de versnelling van de transitie. Deze infrastructuur komt niet vanzelf tot stand. Het gaat om grote, ingrijpende en complexe projecten. De raad heeft als uitgangspunt dat het realiseren van warmtenetten en het verzwaren van elektriciteitsnetten een collectieve, publieke taak is. Omdat er eerst een nieuwe warmte-infrastructuur moet zijn voordat gebouwen kunnen overschakelen op duurzame warmte, beveelt de raad aan om deze tien jaar eerder dan de geplande einddatum van 2050 gereed te hebben. Dit om te voorkomen dat reeds bij aanvang een vertraging aan het eind van het uitvoeringsproces wordt ingebouwd.

3.2 Kosten en betaalbaarheid

De kosten van de energietransitie zijn aanzienlijk. Een deel van de aanpassingen vormen voor eigenaren rendabele investeringen: via lagere energiekosten kunnen deze investeringen binnen een redelijke termijn



worden terugverdiend. Rendabel betekent niet dat deze kosten ook voor iedereen financierbaar zijn. Hiervoor dienen dan ook financiële producten beschikbaar te komen, om de voorfinanciering mogelijk te maken. Een ander deel van de investeringen voor aanpassingen zal zich niet laten terugverdienen. De financierbaarheid van dit deel van de benodigde investeringen is (nog) minder eenvoudig. De raad doet hierna enkele aanbevelingen met het oog op de rechtvaardige verdeling van kosten en de mate waarin eerlijke en transparante besluitvormingsprocedures worden gevolgd. Die kunnen ertoe bijdragen dat ieder huishouden en iedere gebouweigenaar in beginsel in staat is om de voor de verduurzaming benodigde investeringen te dragen.

3.2.1 Leg vast dat iedereen meebetaalt aan de collectieve infrastructuur

De aanleg van de infrastructuur in de openbare ruimte, zoals die voortvloeit uit het warmteplan, ziet de raad als een collectieve, publieke aangelegenheid. Het gaat om de verzwaring van het elektriciteitsnet, om de aanleg van een warmtenet of in de toekomst mogelijk het aanpassen van het aardgasnet voor waterstof. De raad beveelt aan om als uitgangspunt te hanteren dat, net als bij andere publieke infrastructuur, iedereen in een bepaald leveringsgebied meebetaalt aan de aanleg van deze voorziening, ook als individueel gekozen wordt voor een alternatief, bijvoorbeeld een warmtepomp. De eventuele meerkosten voor een individueel gekozen alternatief komen voor eigen rekening.

3.2.2 Wees transparant en leg uit dat de kosten voor warmte kunnen verschillen per wijk, gemeente en regio

Kosten voor de warmtevoorziening kunnen verschillen van plaats tot plaats, afhankelijk van de technische mogelijkheden. De kosten voor warmte bij aansluiting op een warmtenet zullen ook variëren al naar gelang de aard van de lokale bronnen. De raad acht het mogelijk dat bij het financieren van de aanleg van de warmte-infrastructuur gekozen wordt voor verevening op een lager schaalniveau. Of dat wenselijk is, is een politieke afweging op lokaal niveau. Ook de kosten voor de gebouwgebonden maatregelen die voor eigen rekening komen, zullen verschillen en afhankelijk zijn van het type woning. Verschillen in energiekosten zijn er nu ook, maar door de grotere differentiatie in warmtevoorzieningen zullen deze in het verdere verloop van de transitie mogelijk toenemen. De raad bepleit om dit al in het gemeentelijke warmteplan (onderdeel van het omgevingsplan) vast te leggen. Er moet helder gecommuniceerd worden over (verschillen in) kosten die voor eigen rekening komen. Tevens moet duidelijk gemaakt worden welke kosten voor verevening of compensatie in de vorm van bijvoorbeeld subsidies in aanmerking komen.

3.2.3 Garandeer een wettelijke maximumprijs voor verwarming

Iedereen heeft, ondanks de mogelijkheid van prijsverschil, recht op betaalbare warmte wat het alternatief voor aardgas ook wordt en waar iemand ook woont. Een maximumtarief voor warmte wordt op dit moment vastgesteld door de Autoriteit Consument en Markt (ACM) op basis van de aardgasprijs. De raad beveelt aan om een nieuw instrument te ontwikkelen voor het vaststellen van een maximumtarief voor het leveren van warmte



aan gebouwen afkomstig uit verschillende bronnen. Hiertoe moet het reguleringskader worden aangepast met een alternatief voor het op aardgas gebaseerde niet-meer-dan-anders-principe.² De raad vindt het wenselijk dat het hele spectrum voor warmtelevering (hogetemperatuur, midden-temperatuur, lagetemperatuur, all electric en duurzame gassen) onder één kostenreguleringssysteem wordt gebracht.

3.2.4 Maak gebouwgebonden financiering mogelijk

Veel investeringen die nodig zijn voor de CO₂-arme warmtelevering aan gebouwen hebben een lange terugverdientijd. Voor een succesvolle transitie waarbij hele wijken van het aardgas worden afgekoppeld, is het nodig dat iedere eigenaar in staat is de benodigde investering in zijn eigendom te doen. Om dit te mogelijk te maken, zijn nieuwe vormen van financiering vereist. De introductie van een gebouwgebonden financiering helpt het risico van uitsluiting te verkleinen. De raad beveelt daarom aan om deze nieuwe financieringsvorm met regelgeving mogelijk te maken en een convenant met de geldverstrekkers te sluiten, zodat zij deze financiering daadwerkelijk ruimhartig zullen aanbieden. Om het aflossingsrisico van banken weg te nemen, beveelt de raad het kabinet aan om de gebouwgebonden leningen ten behoeve van de duurzame warmte, naar analogie van de Nationale Hypotheekgarantie, te borgen via een Nationale Energieleningengarantie en bovendien de rente aftrekbaar te maken van de inkomstenbelasting.

² Niet-meer-dan-anders betekent dat de maxumprijs voor warmte is gebaseerd op de prijs van aardgas. Verbruikers van warmte betalen niet meer dan ze zouden betalen als ze een aardgasaansluiting zouden hebben, gebaseerd op een gemiddelde verbruiker.

3.3 Draagvlak in de wijk

De energietransitie in de gebouwde omgeving moet fasegewijs worden uitgevoerd, waarbij gebouwen per wijk aan de beurt zullen moeten komen. Weerstand in wijken vormt daardoor een substantieel afbreukrisico voor de transitie. Energietransitie heeft immers niet bij iedereen prioriteit, zeker niet als in de wijk tal van andere prangende zaken spelen, zoals problemen met wateroverlast of rond veiligheid en leefbaarheid. Ook is aandacht nodig voor individuele weerstand door schulden of andere problemen in de privésfeer. Omdat veel van de aanpassingen achter de voordeur moeten plaatsvinden, heeft de transitie alleen kans van slagen met medewerking van de wijkbewoners. De raad beveelt daarom aan om nauw aan te sluiten bij de dynamiek in de wijk en dit als verplicht onderdeel op te nemen in de gemeentelijke transitievisies warmte en warmteplannen.

Kennis van de wijk en gesprekken met bewoners maken het mogelijk om andere vraagstukken die spelen op wijkniveau aan de uitvoering van de energietransitie te verbinden. Hetzelfde geldt voor een combinatie met reeds voorziene werkzaamheden in de wijk, zoals het vervangen van de riolering of het vervangen van bestrating. Werk met werk maken is goedkoper. Bovendien leidt het tot minder overlast voor bewoners.

De raad beveelt aan om middelen ter beschikking te stellen aan gemeenten om een onafhankelijke procesmanager en buurtambassadeurs aan te stellen. Zij zouden als taak moeten krijgen om de belangen en zorgen van bewoners en eigenaren te verbinden met de nationale en gemeentelijke



doelen. De raad beveelt aan om hiermee direct te experimenteren in de eerste wijken die van het aardgas af zullen gaan.

3.4 Sturen met beleid

De raad acht het waarschijnlijk dat nog meer maatregelen en regulering nodig zullen zijn om de verbouwing van het vastgoed in Nederland op het gewenste ambitieuze pad te krijgen en te houden. Daarom beveelt de raad aan om nu al te studeren op de effectiviteit, doelmatigheid en uitvoerbaarheid van een aantal mogelijke maatregelen in de volgende fasen van de transitie. Als mogelijke opties noemt de raad:

a. verbodsbepalingen die het transitiepad een duidelijkere koers kunnen geven.

De raad denkt aan het vaststellen van een jaartal waarop de levering van aardgas in de gebouwde omgeving verboden wordt. De bevoegdheid van gemeenten om per wijk een jaartal te bepalen waarop de levering van aardgas stopt, sluit daar bij aan. Een andere maatregel die het verdient om onderzocht te worden, is een vervreemdings- of verhuurverbod van woningen en utiliteitsgebouwen met een lagere energieprestatie dan een nader vast te stellen minimum. Onderzoek tot slot of met een verkoop- of aanschafverbod van aardgasketels en aardgaskooktoestellen vanaf een nader vast te stellen jaartal effectief gestuurd kan worden op het uitsfaseren hiervan.

b. aanpassing van het huurrecht.

In het huurrecht, specifiek art. 7:220 BW, zijn de rechten vastgelegd van huurders en verhuurders bij renovatie en de daaruit voortvloeiende huurverhoging. Een belangrijk criterium hierbij is dat minimaal 70% van de huurders van een blok- of etagewoning moet instemmen met renovatie. Gevolg is dat investeringen in het kader van de energietransitie niet makkelijk tot stand komen. Onderzoek of het criterium van 70% moet komen te vervallen, voor zover het gaat om aanpassingen aan de woningen ten behoeve van de energietransitie.

c. een variabele overdrachtsbelasting, die gekoppeld is aan de energieprestatie van een woning of een gebouw.

In het verlengde van het hiervoor genoemde vervreemdingsverbod acht de raad het raadzaam om te onderzoeken wat het effect is van een variabele overdrachtsbelasting, waarbij de hoogte afhankelijk is van de energieprestatie. Daarbij is het van belang dat zowel verkoper als koper baat hebben bij het verbeteren van de energieprestatie van de woning. De raad denkt aan een voorziening voor teruggave van overdrachtsbelasting bij substantiële verbetering van de energieprestatie binnen een bepaalde periode na de overdracht.

d. een verplichting voor iedere taxateur om aan te geven wat het gaat kosten

om een woning naar een specifieke energieprestatie of energielabel te krijgen. Deze verplichting geeft de koper inzicht in de verduurzamingskansen van de woning en de kosten daarbij. Deze taxatie kan gekoppeld



worden aan de bepaling van de (variabele) overdrachtsbelasting. Hogere overdrachtsbelasting bij een lagere energieprestatie kan zo afgewogen worden tegen de kosten van maatregelen die de energieprestatie verhogen.

e. het aanpassen van de differentiatie in energiebelasting in de utiliteitssector.

De huidige differentiatie in de energiebelasting zorgt ervoor dat in de utiliteitsbouw de heffing voor aardgas en elektriciteit per energie-eenheid lager is bij groter verbruik. Onderzocht zou moeten worden wat het verminderen van deze differentiatie voor effect heeft op het draagvlak voor de transitie bij huiseigenaren en op de bereidheid bij eigenaren van utiliteitsgebouwen voor het doen van de nodige investeringen. Daarnaast moet een antwoord worden gevonden op de vraag of de middelen die beschikbaar komen bij het verhogen van de energiebelasting, effectief kunnen worden ingezet om de energietransitie te bekostigen.

f. de verplichting tot het nemen van maatregelen ter verduurzaming, koppelen aan de vergunning voor een verbouwing.

Verduurzamingsmaatregelen kunnen het meest efficiënt worden getroffen op het moment dat er al werkzaamheden in de woning worden gedaan. Zo kan werk met werk gemaakt worden, wat kostenverlagend uitpakt. Bovendien is sturing (door de overheid) vooral kansrijk op momenten van contact met de bewoner. Er is onderzoek nodig naar de mogelijkheid om concrete eisen voor het verduurzamen van een woning te verbinden aan specifieke verbouwingsplannen in een vergunningsaanvraag.

g. de beschikbaarheid van voldoende arbeidskrachten voor de transitie naar CO₂-arme gebouwen in de periode voor en na 2030.

Het tempo van de transitie hangt voor een belangrijk deel af van de beschikbaarheid van personeel bij overheden, bouwbedrijven, installateurs en netwerkbedrijven. De raad beveelt aan om in 2019 een studie uit te voeren naar de personele behoefte (in capaciteit, kennis en ervaring) en op basis hiervan een beleidsplan op te stellen. Dat plan moet perspectief bieden op de beschikbaarheid van voldoende arbeidskrachten voor de periode tot 2030 en de periode 2030-2050.



DEEL 2 | ANALYSE

Hoofdstuk een gaat over de opgave, begrippen, de afbakening en over technieken. Hoofdstuk twee gaat nader in op de fasering. Hoofdstuk drie gaat over de kosten van de transitie. Hoofdstuk vier beschrijft factoren die gedrag verklaren en op welke manier daarbij op wijkniveau aangesloten kan worden. Hoofdstuk vijf sluit af met een uitwerking van een aantal voorstellen voor het sturen met beleid.





1 AANLEIDING EN OPGAVE

1.1 Opgave

Het doel van een CO₂-arme warmtevoorziening in de gebouwde omgeving komt voort uit verschillende afspraken. In 2015 is het Klimaatakkoord van Parijs gepresenteerd, waarin wordt gesteld dat de gemiddelde temperatuur wereldwijd niet meer dan twee graden mag stijgen, waarbij het streven is om de opwarming van de aarde zelfs beperkt te houden tot anderhalve graad. Om deze beperking van de stijging van temperatuur te bereiken is in het regeerakkoord van kabinet-Rutte III (Tweede Kamer, 2017a) opgenomen dat het kabinet streeft naar een reductie van 49% CO₂-uitstoot in 2030. Om vast te leggen hoe het Nederlandse beleid invulling geeft aan het Klimaatakkoord van Parijs, is de Klimaatwet in de maak. Hierin wordt vastgelegd dat de uitstoot van broeikasgassen in 2050 met 95% moet zijn afgenomen ten opzichte van 1990 en daarnaast dat de energieproductie in 2050 CO₂-neutraal is. Het wetsvoorstel voor de Klimaatwet is op dit moment in behandeling bij de Tweede Kamer (2018c).

De energietransitie is een complexe operatie met een lange doorlooptijd. Het is ondenkbaar dat een routekaart die nu wordt geformuleerd de hele operatie tot 2050 uitstippelt. De transitieroute is afhankelijk van veranderende lokale omstandigheden en technische mogelijkheden. Er is niet één allesomvattende oplossing en er komen nog nieuwe technieken

beschikbaar. Niemand weet hoe het economisch tij over pakweg vijf, tien of twintig jaar zal zijn. Op dit moment pieken bijvoorbeeld de prijzen op de woningmarkt, maar nog geen vijf jaar geleden was een derde van de woningen belast met een hypotheek groter dan de marktwaarde van de woning. Het hoeft geen betoog dat in een economische crisis of een vastgoedcrisis het op grote schaal verbouwen van woningen veel moeilijker kan worden gefinancierd.

1.1.1 Begrippen

Van al het finaal verbruik van energie in Nederland gaat 53% naar warmte. Van dit finale energieverbruik voor warmte gaat 48% naar de gebouwde omgeving (Menkveld et al., 2017). De gebouwde omgeving is verantwoordelijk voor 15% van de totale CO₂-emissies in Nederland, wanneer alleen de directe emissie van aardgasverbruik wordt meegenomen. Wanneer ook indirecte CO₂-emissies van het elektriciteitsverbruik worden meegeteld dan heeft de gebouwde omgeving een aandeel van 33% in de totale emissies (Schoots et al., 2017). Bij het verwarmen en koelen van gebouwen (zowel woningen als utiliteit) en het verwarmen van tapwater wordt veelal gebruik gemaakt van aardgas. Om te zorgen dat Nederland de doelstellingen voor 2050 haalt, moeten de verwarming, de koeling en het gebruik van tapwater in de gebouwde omgeving CO₂-arm worden. In het advies 'Rijk zonder CO₂' (Rli, 2015) concludeerde de Rli dat de transitie in de gebouwde omgeving relatief snel kan verlopen. Dit omdat er technisch al veel mogelijk is en omdat de verduurzaming van de gebouwde omgeving minder afhankelijk is van internationaal beleid en internationale concurrentie. Toch wordt er nog altijd beperkt voortgang geboekt, dat wil zeggen dat de gewenste

en noodzakelijke versnelling niet wordt bereikt. De energietransitie in de gebouwde omgeving blijkt weerbarstig en complex. In Kader 1 staan een aantal begrippen die vaak worden gebruikt in de discussie over de energietransitie in de gebouwde omgeving.

Kader 1: Begrippen

Energieneutraal

Een gebouw is energieneutraal wanneer er jaarlijks net zoveel energie door of aan het gebouw geproduceerd wordt als er verbruikt wordt. Het begrip 'energieneutraal' wordt op diverse wijzen gebruikt, namelijk de woning of het gebouw heeft:

- Een Energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van precies nul: alleen het gebouwgebonden energieverbruik (dus verwarmen en koelen van het binnenklimaat, warm tapwater en verlichting) op jaarbasis telt mee.
- Op jaarbasis een totaal energieverbruik van precies nul. Naast het gebouwgebonden energieverbruik wordt hier ook het gebruikersgebonden energieverbruik (energie voor apparaten) meegenomen. 'Energieneutraal' in deze betekenis komt overeen met het begrip 'nul-op-de-meter'.
- Energienota-nul: deze woning heeft op jaarbasis per saldo een energienota van gemiddeld nul euro. Hierbij wordt niet alleen gerekend met de kosten voor het totale energieverbruik, maar ook met de kosten voor vastrecht en met de teruggave van de energiebelasting (RVO, 2018a).



Energieleverend

Een gebouw is energieleverend als er jaarlijks meer energie door of aan het gebouw wordt geproduceerd dan er wordt gebruikt. Hoe groot het positieve saldo moet zijn, is nergens (officieel) omschreven. Het begrip wordt niet eenduidig gebruikt, maar het ligt voor de hand om uit te gaan van het saldo van het woning- of gebouwgebonden energieverbruik plus gebruikersgebonden energieverbruik minus de opbrengst van lokale duurzame energie (RVO, 2018a).

Aardgasvrij

De eerste stap in het energieneutraal maken van een gebouw is het aardgasvrij maken. Verwarming van gebouw en tapwater, evenals koken gebeurt dan met behulp van warm water (bijvoorbeeld een warmtenet) en elektriciteit. De aardgasaansluiting is overbodig, maar het gebouw is niet per se CO₂-neutraal. De warmte en elektra hebben mogelijk nog steeds een fossiele oorsprong.

CO₂-neutraal

Een gebouw is CO₂-neutraal als de CO₂ die bij de energieproductie wordt uitgestoten, gecompenseerd of afgevangen wordt of als bij de energieproductie geen CO₂ wordt uitgestoten. Daarmee is een gebouw nog niet energieneutraal.

CO₂-arm

Bij een CO₂-arm gebouw wordt nog een heel kleine hoeveelheid van de CO₂-uitstoot niet gecompenseerd of afgevangen. Reden om uit te gaan

van CO₂-arm in plaats van CO₂-neutraal is dat juist de laatste loodjes veel extra moeite en geld kosten. Dit geldt zowel voor de CO₂-emissie bij verwarming als bij de productie of sloop.

1.1.2 De gebouwenvoorraad

Woningen

Gebouwen gaan lang mee. Dit betekent dat het overgrote deel van de transitie in de gebouwde omgeving gaat over gebouwen die er al staan en voorlopig nog in gebruik blijven. In 2016 gaat het om ruim 7,7 miljoen woningen, onderverdeeld in 56% koopwoningen, 29% woningen van corporaties en 13% woningen van andere verhuurders. Van de huurwoningen bij overige verhuurders is 62% in handen van natuurlijke personen en 35% in handen van bedrijven (BZK, 2017). Van de 56% koopwoningen is een kwart onderdeel van een Vereniging van Eigenaren (VvE) (Platform31 & Stroomversnelling, 2018).

Daarnaast is een indeling in zeven woningtypen mogelijk: vrijstaande woning, twee-onder-een-kapwoning, rijtjeswoning, maisonnettewoning, galerijwoning, portiekwoning en (overig) flatwoning (AgentschapNL, 2011).



Tabel 1: Aantallen woningen gerangschikt naar bouwjaar in de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG)

Laagbouw				
t/m 1945	1946-1964	1965-1974	1975-1991	1992-heden
1.163.110	867.733	935.416	1.506.712	1.496.656
Hoogbouw				
t/m 1945	1946-1964	1965-1974	1975-1991	1992-heden
289.789	273.476	350.039	384.229	446.651

Bron: Kadaster, 2018

Verhuisgedrag huishoudens

Huishoudens met een laag inkomen verhuizen veel vaker dan huishoudens met een middeninkomen en die verhuizen weer vaker dan die met een hoger inkomen. Verhuisgedrag is echter meer afhankelijk van andere kenmerken van het huishouden (huishoudensamenstelling, bron van inkomen) dan van de hoogte van het inkomen. Zo is de leeftijd een belangrijke factor bij verhuizen. Jonge mensen verhuizen vaker dan oudere mensen. Na het 35e levensjaar en helemaal na het 65e levensjaar is het aantal verhuizingen erg laag (BZK, 2017).

Energieprestatie woningen

In 2016 hebben ruim 3,2 miljoen woningen een definitief energielabel gekregen (zie Kader 2), waarin naast openbare ook specifieke gegevens

van de woning zijn verwerkt. Dat is 42% van de totale woningvoorraad. Dit betreft voornamelijk het corporatiebezit, al neemt het aantal geregistreerde labels onder eigenaar-bewoners toe. Bijna zes op de tien woningen met een definitief label, heeft in 2016 een label A, B of C. Tegelijkertijd kan worden geconcludeerd dat nog voor ruim drie miljoen woningen actie van eigenaren-bewoners, corporaties en particuliere verhuurders is vereist om tot de situatie te komen dat bijvoorbeeld alle woningen in Nederland minimaal label C hebben (BZK, 2017).

Ongeveer 85% van de huishoudens had in 2015 centrale verwarming op aardgas. Slechts 4% van het verbruik betreft warmtelevering door derden via stadsverwarming. In 2016 werd gemiddeld 16% van de nieuwbouwwoningen aangesloten op een warmtenet. Driekwart van de warmte die wordt geleverd aan de grote netten komt van aardgas- en kolencentrales en aardgas gestookte hulpwarmteketels. Hernieuwbare energie was goed voor ongeveer 15% van de geleverde warmte in 2015 (BZK, 2017).

Kader 2: Het energielabel

Sinds 2008 moeten woningen een energielabel hebben bij verhuur of verkoop. Ook voor utiliteitsgebouwen is een energielabel verplicht. Op het label staat vermeld wat de energie-index van het gebouw is en wat het jaarlijks energieverbruik is. Het energielabel geeft ook aan welke energiebesparende maatregelen nog mogelijk zijn. Op basis van de energie-index worden woningen ingedeeld in klassen van A (zeer energiezuinig) tot en met G (zeer onzuinig) (AgentschapNL, 2011).



Er worden wel vraagtekens geplaatst bij de effectiviteit van energielabels. Zo twijfelt de Algemene Rekenkamer (2016) aan de betrouwbaarheid van het label omdat de woningeigenaar zelf de gegevens aanlevert en er geen controle ter plaatse is. Ook concludeert de Rekenkamer dat het effect van het energielabel vooralsnog gering is omdat het label niet aanzet tot het nemen van extra energiebesparende maatregelen en weinig inzicht biedt in de energiezuinigheid van de woning.

Koudevraag in woningen

Door onder andere klimaatverandering, sterk verbeterde luchtdichtheid en thermische isolatie, evenals hogere verwachtingen van comfort door gewenning aan een gekoelde auto en werkplek, wordt een toenemende behoefte aan koudelevering verwacht, aldus de RVO (2018b). Tegelijkertijd is er nog heel veel onduidelijk, omdat nauwelijks is onderzocht wat consumenten van temperatuuroverschrijding in de zomer vinden.

Utiliteitsgebouwen

In het 'Energieakkoord voor duurzame groei' (SER, 2013) staan afspraken om te komen tot een energieneutrale gebouwde omgeving in 2050. Voortvloeiend uit deze afspraken geldt vanaf 1 januari 2023 een huur- of gebruiksverbod voor kantoren die niet minimaal label C hebben (Staatsblad, 2018a). Verwacht beleid voor 2030 is dat alle kantoren verplicht een energielabel A dienen te hebben (Dutch Green Building Council, 2017). Aan de sectortafel Gebouwde omgeving wordt verkend of routekaarten een goede

aanvulling zijn voor de route naar 2050. De routekaarten voor maatschappelijk vastgoed (RVB, VNG, IPO, Politie, PO en VO, mbo, hbo en WO, zorg- en sportvastgoed en monumenten) moeten 1 mei 2019 gereed zijn. Deze routekaarten geven inzicht in hoe de genoemde sectoren een CO₂-neutrale portefeuille in 2050 realiseren waarbij er geïnvesteerd wordt op natuurlijke investerings- en renovatiemomenten (SER, 2018a).

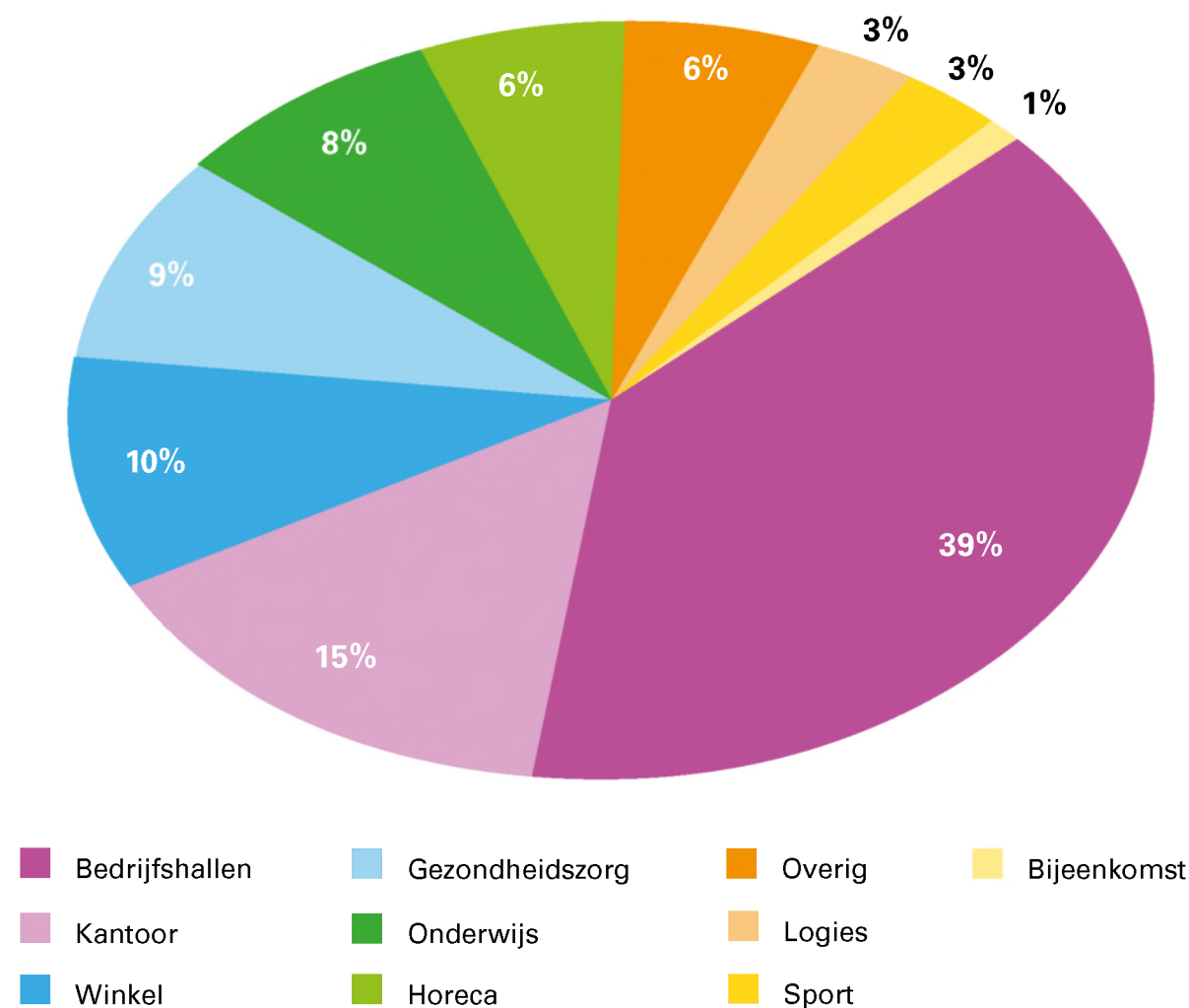
370.000 utiliteitsgebouwen naar CO₂-arm

Er zijn circa 1,1 miljoen gebouwen die geen woningen zijn (Kadaster, 2018). Dat betreft ook gebouwen in de industrie en landbouw en gebouwen als elektriciteitshuisjes die geen 'verblijfsobjecten' zijn. De energietransitie in de gebouwde omgeving gaat over woningen en utiliteitsgebouwen in de dienstensector. De dienstensector betreft alle economische activiteiten die vallen onder de SBI³ hoofdklassen G tot en met U. Gebouwen in de industrie en de landbouw, delfstoffenwinning, energiebedrijven, afval en waterbeheer vallen daarbuiten. De dienstensector omvat een grote diversiteit aan activiteiten en typen gebouwen: kantoren, winkels, scholen, zorginstellingen, sporthallen, hotels, restaurants, zwembaden, theaters en musea, maar ook bedrijfshallen van datacentra, garages en groothandel. De dienstensector omvatte in 2015 circa 370.000 gebouwen met een gezamenlijk gebruiksoppervlak van zo'n 504 miljoen m² (Niessink et al., 2017).

³ SBI staat voor Standaard Bedrijfsindeling, een hiërarchische indeling van economische activiteiten die onder andere door het Centraal Bureau voor de Statistiek wordt gebruikt.



Figuur 3: Vloeroppervlak in de dienstensector naar gebruiksfunctie



Bron: Niessink et al., 2017

Dienstensector naar vloeroppervlakte

In de dienstensector vormen bedrijfshallen met 39% van het gebruiksoppervlak de grootste groep. Het gaat dan om opslaghallen, groothandels, auto-handels en datacenters. Kantoren volgen met 15%. Winkels, zorg, onderwijs en horeca beslaan elk tussen de 6 en 10% van het oppervlak. Het resterende

deel zijn sportgebouwen, logies, cellen en overige gebouwen (onder andere stations, parkeergarages, overslagplaatsen) (Niessink et al., 2017).

Veel aardgas en elektra in horeca, zorg en winkels

In de horeca, de zorg en gevangenissen wordt relatief veel aardgas verbruikt per vierkante meter in vergelijking tot de andere bouwtypen. Dit kan deels worden verklaard door de langere gebruikstijden. Horeca, winkels en kantoren verbruiken relatief veel elektriciteit per vierkante meter (Niessink et al., 2017).

Bedrijven moeten energie besparen

De Wet milieubeheer bepaalt dat bedrijven alle energiebesparende maatregelen met een terugverdientijd van vijf jaar of korter moeten realiseren. De energiebesparingseisen gelden alleen voor bedrijven en instellingen met een aardgasverbruik van meer dan 25.000 m³/jaar of een elektriciteitsverbruik van meer dan 50.000 kWh/jaar. In Tabel 2 staat het aandeel van elk van de sectoren dat onder deze categorie valt (Niessink et al., 2017). De differentiatie in energiebelasting beïnvloedt de terugverdientijd van energiebesparende maatregelen (zie paragraaf 5.2 Deel 2).

Roadmap voor kantoren

De Dutch Green Building Council (DGBC) werkt aan een roadmap om kantoren in 2050 en mogelijk al in 2040 'Paris proof' te maken. Om de door de DGBC gestelde doelstelling van 50 kWh/m² te kunnen halen, zal het energieverbruik van gebouwen met 75% gereduceerd moeten worden. Hiervoor is de analyse van elk gebouw op basis van het werkelijke

energieverbruik cruciaal. Eenduidig inzicht in de werkelijke energieprestatie en het energiebesparingspotentieel van gebouwen ontbreekt in veel gevallen nog, maar is te verkrijgen door het gemeten energieverbruik te vergelijken met het normverbruik, bijvoorbeeld door het hanteren van een operationeel energielabel. In de gebouwde omgeving wordt zowel door installaties als door gebruikers veel energie verspild; eliminatie van deze verspilling levert naar schatting al een besparing op van maximaal 30% (De Jong et al., 2018).

Tabel 2: Aandeel gebouwen en vloeroppervlak dat onder de Wet milieubeheer (WMB) valt

	Aandeel aantal gebouwen onder WMB	Aandeel oppervlakte onder de WMB
Kantoren	32%	87%
Ziekenhuizen	77%	100%*
Tehuis met overnachting	48%	91%
Dagopvang	27%	74%
Medische praktijken	9%	66%
Basisscholen	23%	50%
Voortgezet onderwijs	88%	98%
MBO, HBO, Universiteiten	85%	99%
Datacenters	100%	100%
Garages/showrooms	24%	67%
Autoschadeherstelbedrijven	28%	66%
Supermarkten	57%	96%

Winkels	14%	67%
Café restaurants	44%	85%
Hotels	50%	92%
Musea	32%	84%
Theaters	60%	94%
Binnensportaccommodaties	50%	90%
Buitensportaccommodaties	28%	84%
Zwembaden	66%	98%
Sauna's	44%	91%
Vakantieparken	15%	48%
Gevangenis	94%	100%*
Bedrijfshallen industrie	Afhankelijk van de branche	
* Door afronding 100%.		

Bron: Niessink et al., 2017

1.2 Afbakening

In dit advies richt de raad zich op de verduurzaming van de bestaande woningen en utiliteitsgebouwen en laat daarbij de nieuwbouw buiten beschouwing. Over het aanpassen van de bestaande bouw zijn nog veel vragen, terwijl over de nieuwbouw al concrete afspraken gemaakt zijn: wijziging van de Elektriciteitswet 1998 en de Gaswet en het Bouwbesluit 2012. De wijzigingen in de Elektriciteitswet 1998 en de Gaswet houden in dat nieuwbouw in principe niet meer aangesloten wordt op een gastransportnet

(Tweede Kamer, 2018a).⁴ Bij het Bouwbesluit 2012 gaat het om een technische afstemming op de Elektriciteitswet 1998 en de Gaswet. Daar waar vanuit de Elektriciteitswet 1998 en de Gaswet geen verplichting meer is om een distributienet aan te leggen, is er vanuit het Bouwbesluit 2012 geen verplichting meer om een voorziening voor gas aan te sluiten op een gasdistributienet. Er is dus geen verplichting meer tot aansluiting op het net wanneer de netbeheerder op grond van de Elektriciteitswet 1998 en de Gaswet ook geen taak heeft bij het voorzien in die aansluiting (Staatsblad, 2018b).

Bovendien gelden na 2020 BENG-eisen voor nieuwbouw.⁵ Nieuwbouw moet dan bijna energieneutraal zijn (Tweede Kamer, 2017b). Daarbij worden eisen gesteld aan de maximale energiebehoefte, het maximale fossiele energieverbruik en het minimale aandeel hernieuwbare energie (RVO, 2018c).

1.3 Technieken voor een CO₂-arme gebouwde omgeving

Verwarming van de gebouwde omgeving vindt nu voornamelijk plaats met behulp van aardgas. Voor de vervanging van aardgas is er een groot aantal verschillende technieken of energieconcepten beschikbaar. Dat maakt het voor de gemiddelde woningeigenaar lastig om een goed onderbouwde keuze te maken, omdat kennis over de verschillende alternatieven vaak onvoldoende is. Daarnaast is het maken van een keuze lastig zolang er

⁴ Tenzij er sprake is van zwaarwegende redenen van algemeen belang.

⁵ BENG staat voor 'Bijna Energieneutrale Gebouwen'.

onduidelijkheid is over de beschikbaarheid van collectieve voorzieningen. Sterker nog, het gevaar ligt op de loer dat eigenaren nog even afwachten, want het financiële aspect speelt ook een rol en wellicht dalen de kosten nog. Als iedereen dat doet, gebeurt er niets. Als er niets gebeurt, wordt er ook niet geleerd, niet ontwikkeld en vindt er geen opschaling plaats. Tegelijkertijd wacht men op een kostenverlaging door diezelfde opschaling. In deze paragraaf komen technische aspecten aan de orde die helpen bij het nadenken over het meest kansrijke alternatief voor aardgas.

Een belangrijk principe bij de keuze voor CO₂-arme alternatieven is de 'trias energetica' (SenterNovem, 2008):

1. Beperk het energieverbruik;
2. Gebruik duurzame energiebronnen;
3. Maak efficiënt gebruik van eindige energiebronnen.

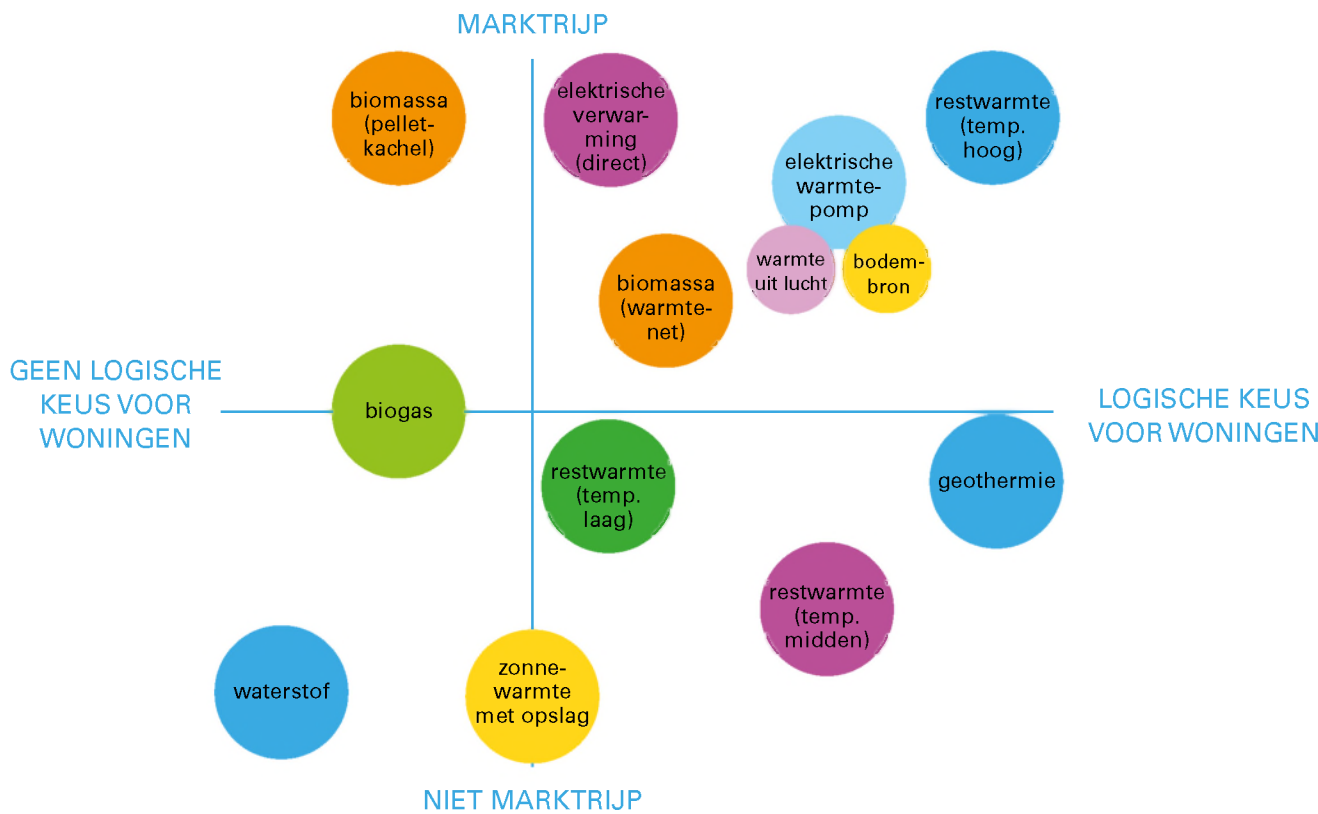
1.3.1 Marktrijpe technieken

Een praktische afweging bij de keuze voor een specifiek energieconcept is welke technieken marktrijp zijn en welke daarvan bruikbaar zijn voor specifieke woningtypes. Figuur 4 laat zien we dat de meest kansrijke opties voor duurzame verwarming van woningen gebaseerd zijn op aansluiting op een warmtenet of volledige elektrificatie van de warmtevoorziening. Dit plaatje is ook van toepassing op de utiliteitsbouw, waarbij geldt dat de warmtepomp met bodembron nog wat gunstiger is voor utiliteitsbouw dan voor woningen. Onder elektrificatie, all electric, vallen alle energieconcepten waarbij de enige infrastructuur naar een pand toe elektriciteit is. Warmte op woningniveau opwekken met een warmtepomp gevoed door een



bodemlus, een gesloten buizensysteem in de grond waarmee warmte en koude met de bodem uitgewisseld kunnen worden, hoort daar ook bij.

Figuur 4: Marktrijpheid en bruikbaarheid



Bron: De Bruin et al., 2018a

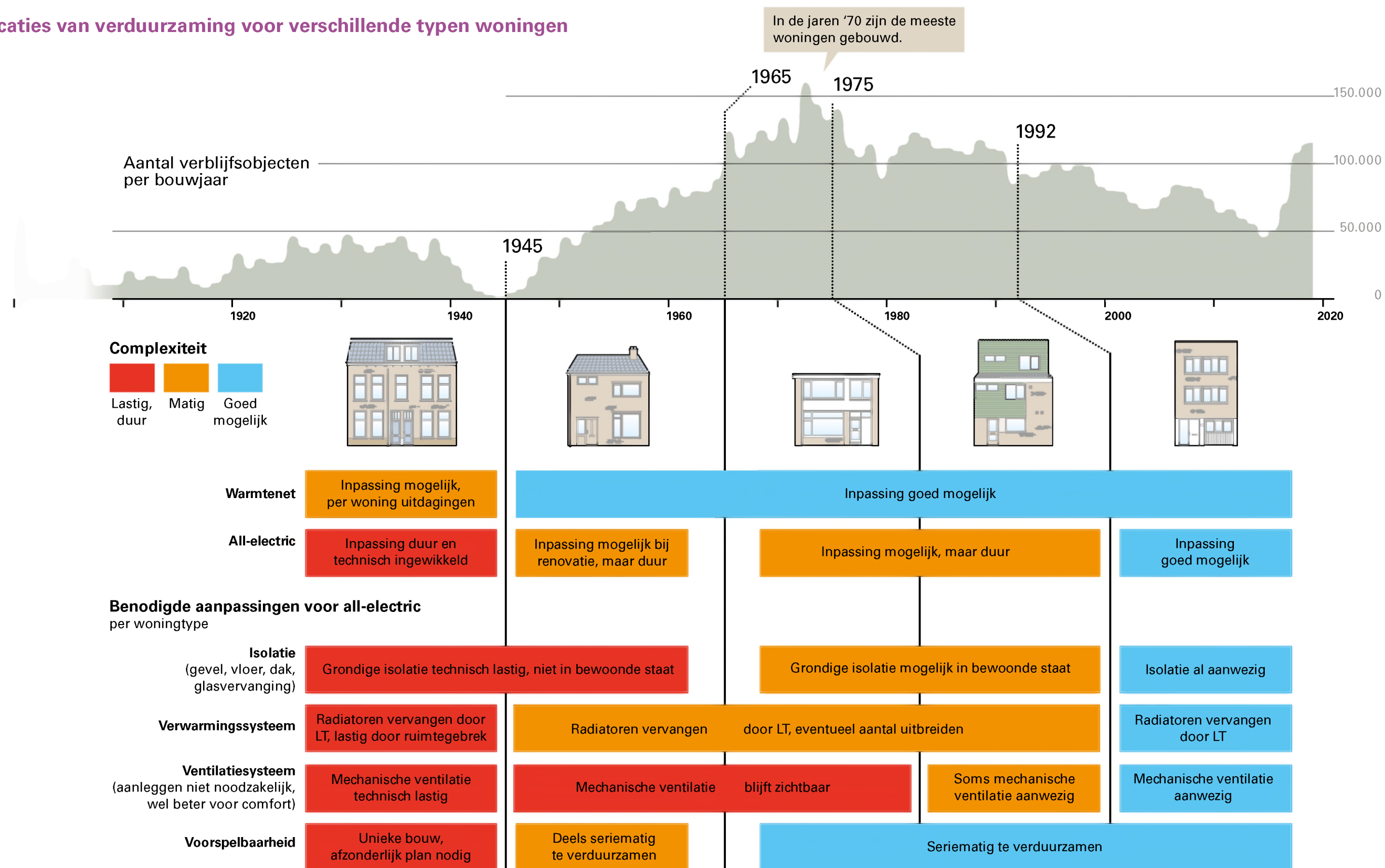
Maatregelen afhankelijk van de aard van de woning

Het woningtype bepaalt sterk hoe de warmtevraag kan worden beperkt en bepaalt daarmee mede de keuze voor de techniek. In het algemeen is het voor nieuwere woningen gemakkelijker om CO₂-arm te worden dan voor oudere woningen, zie Figuur 5.

Over het algemeen heeft een (collectieve) hogetemperatuuroplossing, met aansluiting op een warmtenet, de laagste investeringskosten en de laagste maatschappelijke kosten (Schilling et al., 2018; Hoogervorst, 2017). Een warmtenet dat uitgevoerd is op hoge temperatuur is in na-oorlogse woningen goed toepasbaar met een paar kleine aanpassingen. Een voorbeeld van zo'n aanpassing is de plaatsing van de warmte-afleverset (op zolder of bij de meterkast). Na-oorlogse bouw is vaak seriematig uitgevoerd en is dus geschikt voor het ontwikkelen van standaardoplossingen voor deze aanpassingen. In vooroorlogse bouw is het lastiger een warmtenet op seriematige manier in te passen, elke woning is uniek. De cv-installaties zijn later aangebracht, op een manier die in die specifieke woning goed uitkwam. Met name in oude binnensteden is dit een uitdaging en is maatwerk nodig om aan te kunnen sluiten op een warmtenet. Desalniettemin is een warmtenet op hoge temperatuur een oplossingen die relatief goed past bij vooroorlogse bouw.

De benodigde hogetemperatuurbron is echter voor een substantieel deel van de woningvoorraad niet voorhanden of niet elke buurt heeft voldoende dichtheid. Het toepassen van individuele lagetemperatuurverwarming (zoals een warmtepomp plus eventueel een ondergrondse warmte-koudeopslag) is ingewikkelder en is sterker afhankelijk van het woningtype: nieuwe woningen (vanaf 1992), naoorlogse woningen (tussen 1945 en 1992) en vooroorlogse woningen, gebouwd voor 1945 (De Bruin et al., 2018b). Hieronder wordt bij het beschrijven van het handelingsperspectief voor lage temperatuuroplossingen onderscheid gemaakt tussen no-regret

Figuur 5: Implicaties van verduurzaming voor verschillende typen woningen



Bron: De Bruin et al., 2018b

maatregelen⁶ en maatregelen die ‘op een natuurlijk moment’ genomen kunnen worden: bij vervanging, verbouwing of verhuizing. In Figuur 5 zijn deze geïllustreerd.

Nieuwe woningen (vanaf 1992)

Deze zijn doorgaans voldoende geïsoleerd om met een lagere temperatuur te gaan verwarmen. No-regret maatregelen voor deze relatief nieuwe woningen zijn het controleren van de kierdichting en koudebruggen, het plaatsen van zonnepanelen en het plaatsen van een hybride warmtepomp. Overgaan naar een elektrische warmtepomp kan dan op een natuurlijk moment gebeuren, evenals het glas vervangen door HR++-glas. Verder moet het afgiftesysteem geschikt gemaakt worden voor lage temperatuur, dus radiatoren vervangen door convectoren of vloerverwarming. Daarna kan een warmtepomp geplaatst worden.

Naoorlogse woningen (1945-1992)

Hier ligt de zaak complexer. No-regret maatregelen voor dit type huizen zijn: het plaatsen van zonnepanelen, oriënteren op de mogelijkheden tot na-isoleren en kierdichting. Er zal grondig na-geïsoleerd moeten worden om naar lagetemperatuurverwarming te kunnen gaan. Hoe beter de isolatie, hoe minder aanpassingen nodig zijn aan het warmteafgiftesysteem. Als de schil niet voldoende te isoleren is, moet ter compensatie meer vermogen opgesteld worden. Denk aan vloerverwarming plus convectoren in plaats

⁶ No-regret maatregelen zijn maatregelen die nu al genomen kunnen worden zonder achteraf spijt te krijgen. Het gaat dan om maatregelen die verstandig zijn onafhankelijk van het toekomstige energiesysteem, dus verstandig zijn bij zowel bij een warmtenet, een all electric-oplossing als bij verwarming met groen gas.

van één van beiden. Van te voren moet bepaald worden hoe goed er na-geïsoleerd kan worden. Vervolgens kan op een natuurlijk moment een hybride warmtepomp⁷ geplaatst worden, het glas vervangen worden door HR++-glas, eventueel kozijnen vervangen worden en isolatiemaatregelen uitgevoerd worden. Wanneer schil en afgiftesysteem aangepast zijn kan een elektrische warmtepomp geplaatst worden.

Vooroorlogse woningen

Hier zijn niet altijd mogelijkheden om te isoleren en gaat het vaak om woningen die gevoelsmatig of officieel beschermd stadsgezicht zijn. No-regret maatregelen voor deze woningen zijn: het plaatsen van zonnepanelen (waar mogelijk), na-isoleren en kierdichting. Op een natuurlijk moment kunnen meer ingrijpende maatregelen worden genomen. Zoals het plaatsen van HR++-glas, waarbij in sommige gevallen ook de kozijnen vervangen moeten worden of meer ingrijpende gevelisolatie of het plaatsen van een hybride warmtepomp. Als de schil aangepast is, kan er gezocht worden naar implementatie van een afgiftesysteem en verwarmings-techniek zonder aardgas, die past bij de kwaliteit van de schil.

Utiliteit

Net als bij bestaande woningen, wordt bij bestaande utiliteitsbouw overwegend gebruik gemaakt van hogetemperatuurverwarming, bijvoorbeeld met een gasverwarmingsketel. Ook in de utiliteit kan het kostbaar zijn om naar lagetemperatuurverwarming over te gaan. Echter, het is in sommige

⁷ Een hybride warmtepomp is een combinatie van een elektrische warmtepomp met een kleine gasketel.



gevallen wel makkelijker dan bij woningen. Een deel van het verwarmingsvermogen komt het pand binnen via de ventilatielucht. In een luchtbehandelingskast is de verwarmingsbatterij in veel gevallen relatief makkelijk te vervangen door een lagetemperatuurvariant. In relatief jonge kantoorgebouwen is het afgiftesysteem in het pand nu al vaak een lagetemperatuurvariant, zoals vloerverwarming.

In hun aard zijn utiliteitsgebouwen onderling zeer verschillend. Zo gaat het om gebouwen met alleen een warmtevraag en panden met zowel een warmte- als een koude-vraag. Hotels, kantoren en zorgcentra hebben een heel ander gebruik dan bijvoorbeeld bedrijfspanden met grote productiehallen of winkels. Voor utiliteit met vooral een grote warmtevraag zijn stadsverwarming of lokale aardgasvrije warmteconcepten kansrijke alternatieven voor aardgas. Een kansrijke oplossing voor utiliteit met ook een koelvraag is een warmte-koudeopslag (wko) gecombineerd met een warmtepomp. Voor de warmtevraag wordt dan gebruik gemaakt van de warmtepomp met als bron de wko en de koeling kan direct uit de wko betrokken worden zonder gebruik van de warmtepomp. Dit is in veel gevallen zelfs een rendabele optie tegenover aardgas in combinatie met conventionele koeling. Wat verduurzaming bij utiliteit een lastige opgave maakt, is dat ondernemers over het algemeen een kortere tijdshorizon hebben dan bewoners. Een stip op de horizon van 2030 of zelfs 2050 ligt buiten het zicht van de gemiddelde ondernemer (Heijboer & Koop, 2018).

1.3.2 Technieken voor de toekomst

Een aantal technieken voor de verduurzaming van de gebouwde

omgeving is in ontwikkeling en lijkt kansrijk, maar is op dit moment nog niet op grote schaal beschikbaar (zie Figuur 4). Voor die technieken is verdere innovatie noodzakelijk. Ze zijn op de korte termijn nog niet inzetbaar, denk aan duurzaam gas of er is nog een verdere ontwikkeling te verwachten, denk aan toepassen van restwarmte en aquathermie voor middentemperatuurwarmte.

Er is nog veel innovatie mogelijk bijvoorbeeld op het gebied van midden- en lagetemperatuurverwarming en de toepassing van duurzame gassen. Dat zijn nu (nog) geen logische keuzes. Duurzaam gas is schaars, ook in de toekomstige warmtevoorziening. Voor midden- en lagetemperatuurverwarming zijn veel aanpassingen nodig aan de gebouwen en ook de bronnen zijn nog niet allemaal marktrijp. Mogelijk zijn er nog alternatieven die nu nog niet bedacht zijn, maar na 2030 wel toegepast kunnen worden. Over de rol van waterstof bij de verwarming van de gebouwde omgeving is veel discussie, daarom een korte toelichting in de volgende paragraaf.

1.3.3 Rol van waterstof en andere duurzame gassen

Groen gas uit biomassa is schaars en de transportsector lijkt op termijn de meest kansrijke afzetroute (De Gemeynt et al., 2014). Tot 2030 wordt dan ook nog geen inzet van duurzame gassen verwacht voor verwarming van de gebouwde omgeving.

Bij waterstof is de vraag of er voldoende duurzame waterstof geproduceerd kan worden om aan de toekomstige vraag te voldoen (Hers et al., 2018; De Gemeynt et al., 2014). Duurzame gassen zijn geen bronnen, maar



energiedragers die het mogelijk maken om energie op te slaan of te transporteren.

Er worden drie productieroutes voor duurzame gassen onderscheiden die geen CO₂-emissie veroorzaken (De Gemeynt, 2018):

1. *Groene waterstof*: waterstof die via elektrolyse uit duurzame elektriciteit wordt geproduceerd of waterstof gewonnen uit organische koolstofverbindingen (biomassa);
2. *Biogas*: koolwaterstofverbindingen (zoals methaan, syngas (of synthesegas), methanol, ethanol, mierenzuur) op basis van 'kort cyclische koolstof' uit biomassa;
3. *Blauwe waterstof*: waterstof uit fossiele brandstoffen, waarbij de CO₂ wordt afgevangen en wordt opgeslagen.

Grijze waterstof is waterstof die nu industrieel wordt geproduceerd op basis van aardgas. Hierbij komt veel CO₂ vrij, vandaar de naam grijze of fossiele waterstof.

Momenteel wordt elektrolyse van water bij uitstek beschouwd als de technologie voor de productie van duurzame waterstof (groene waterstof). Voorwaarde voor groene waterstof is dan wel de inzet van duurzame elektriciteit. Het rendement van die elektrolyse is nu 61% en zal naar verwachting stijgen naar minimaal 67% (Gigler & Weeda, 2018). De waterstof kan vervolgens benut worden om elektriciteit en/of warmte te leveren, via een warmtekrachtkoppeling of via een brandstofcel. Ook bij deze stappen is er sprake van rendementsverlies. Vanwege het rendements-

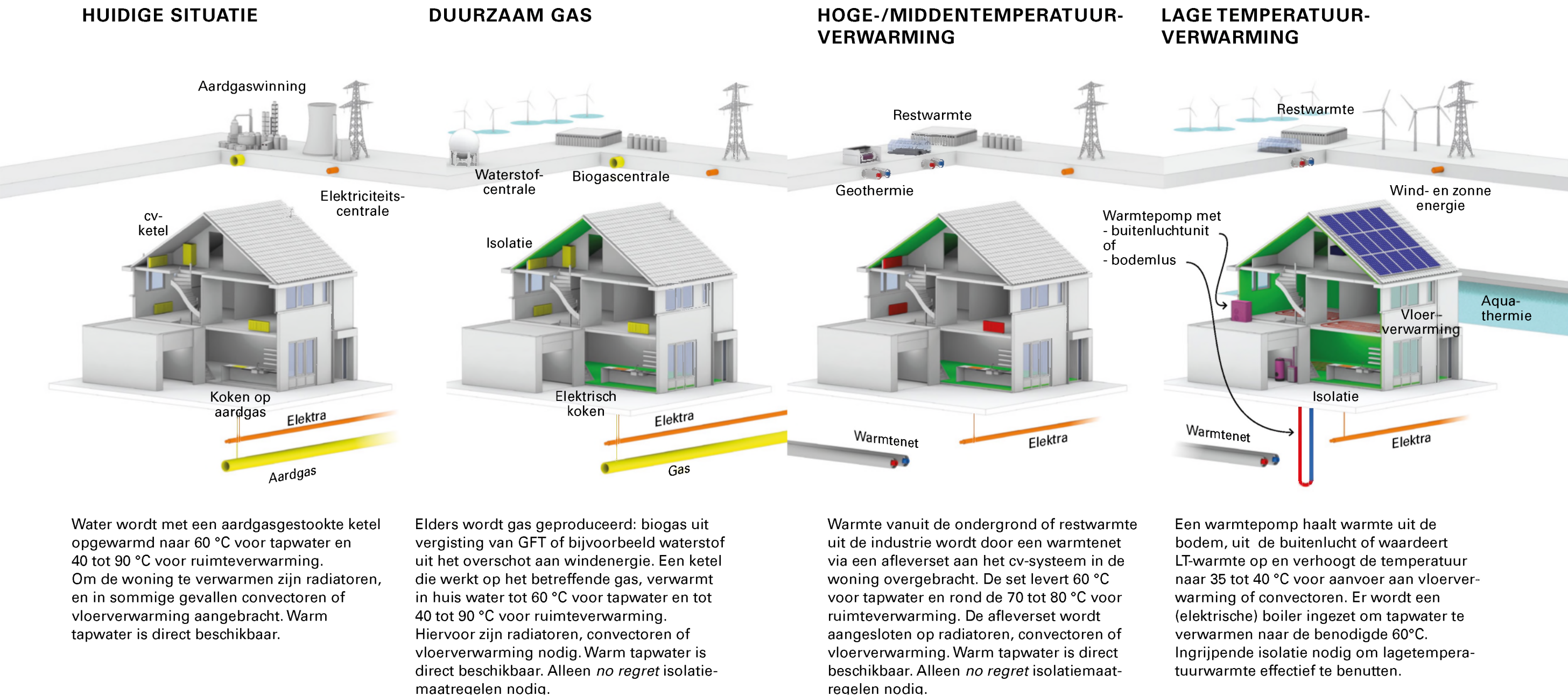
verlies is het qua energiekosten goedkoper en efficiënter om duurzame elektriciteit direct te benutten. Met een efficiënte warmtepomp kan uit 1 GJ elektriciteit 2,5 tot 4 GJ warmte geproduceerd worden (CBS, 2015). Waterstof kan op termijn mogelijk een manier zijn om een energieoverschot van wind of zon op te slaan. Energie die later weer kan worden benut in de warmtevoorziening van de gebouwde omgeving.

Bij blauwe waterstof wordt de CO₂ die vrijkomt bij de productie van waterstof uit aardgas volledig afgevangen en opgeslagen in bijvoorbeeld lege aardgasvelden. Blauwe waterstof is dus klimaatneutrale waterstof door de toepassing van 'carbon capture and storage' (CCS, CO₂-afvang en -opslag). De vraag is of grootschalige ondergrondse opslag van CO₂ in Nederland van de grond komt en of hier maatschappelijk draagvlak voor is.

Naar schatting kan bij maximale omzetting van biomassa naar biogas in circa 5% van de huidige vraag naar aardgas worden voorzien (De Gemeynt et al, 2014). Dat is veel minder dan het huidige aardgasverbruik, en vooral: het is een hoogwaardige brandstof die in het energiesysteem wellicht beter gebruikt kan worden voor andere toepassingen dan om woningen te verwarmen. Denk aan de (zware) industrie en mobiliteit. Voor woningen zijn immers ook andere oplossingen beschikbaar. Hetzelfde geldt feitelijk voor waterstof: beperkt beschikbaar en met een hoger maatschappelijk rendement in te zetten in andere sectoren dan in de gebouwde omgeving. In Figuur 6 zijn marktrijpe technieken en technieken voor de toekomst gecombineerd in vier voorbeelden. Van links naar rechts worden de gebouwgebonden maatregelen steeds ingrijpender.



Figuur 6: Verschillende technieken en hun implicaties voor de gebouwgebonden maatregelen



Bron: naar De Bruin et al., 2018b



2 FASERING

De transitie in de gebouwde omgeving is een grote, complexe opgave met een tijdshorizon tot 2050. Dat maakt een fasering onontbeerlijk. Als eerste is er vanuit de overheid één verhaal nodig dat duidelijkheid geeft over de eerste stappen in de fasering en waarin in de loop van de tijd de volgende fasen verder worden ingevuld. Dit hoofdstuk beschrijft een aantal van de eerste stappen in de fasering die de raad in Deel 1 bepleit. In paragraaf 2.2 wordt beschreven welke ruimte er nog is om in de bestaande gebouwen-voorraad de energievraag te beperken. In paragraaf 2.3 wordt beschreven waarom het van belang is dat gemeentelijke transitievisies warmte tijdig worden vastgesteld. Het pleidooi om het overheidsvastgoed in de eerstkomende jaren als startmotor in te zetten, wordt, in paragraaf 2.4 uitgewerkt. Tot slot wordt in paragraaf 2.5 beschreven hoe de overheid verantwoordelijkheid kan nemen bij het op orde brengen van de warmte-infrastructuur, geïnspireerd door de lessen van Wind op zee.

2.1 Eén verhaal

Op dit moment ontbreekt volgens de raad een eenduidig en richtinggevend verhaal op nationaal niveau. Eigenaren, huurders, maar ook investeerders en installateurs hebben wellicht kennis van de nationale (en lokale) ambities, maar voelen zich niet gebonden aan welke gezamenlijke,

ationale opgave dan ook. Dat de transitie uiterst moeilijk wordt en dat het veel geld gaat kosten, wordt door opiniemakers net zo hard benadrukt als dat het maatschappelijk gezien kostenneutraal kan en dat de techniek hiervoor al klaarligt. Niet vreemd dat de burger – niet alleen de eigenaar of huurder van een woning, maar ook de werknemer of eigenaar, bestuurder of investeerder – nog even wacht met het ondernemen van actie.

Een duidelijk overheidskader en het verbinden van verschillende belangen zijn beiden nodig. Het is van belang dat de aanleiding en het doel van de transitie verbonden worden met de praktische vragen van partijen in de samenleving. Het is belangrijk om uit te leggen hoe verschillende, soms tegenstrijdig lijkende onderdelen uit het overheidskader daarin passen.

In dit overkoepelende verhaal zal niet het precieze eindplaatje – dat is er simpelweg nog niet – maar de beleving van de burger centraal moeten staan. Er zal daarbij rekening gehouden moeten worden met verschillende doelgroepen en leefstijlen.

Ook belangrijk:

- Neem de burger serieus, betrek hem bij de keuze voor het alternatief en luister;
- Communiceer op tijd. Zorg dat de burger meegenomen wordt in het proces en niet voor voldongen feiten wordt gesteld;
- Zorg dat de gemeente aansluit bij de redenen waarom bewoners al dan niet van het aardgas af willen (zie ook paragraaf 4.1 Deel 2);

- Zorg dat de communicatie eenduidig is en dat externe communicatie ook intern geborgd is (De Ridder & Gorter, 2017).

In alle gevallen waarbij het aardgas uit de woning verdwijnt, zal het kooktoestel vervangen worden door een elektrisch alternatief, zoals koken op inductie. Het kan dan ook nodig zijn om nieuwe pannen te kopen. Koken op inductie in plaats van op een aardgastoestel vergt aanpassing van gewoontes. Dit lijken triviale zaken, zeker als er ook grote bouwkundige aanpassingen in en om de woning nodig zijn. Toch kunnen deze zaken belangrijk zijn bij de keuzes die mensen maken. Ze moeten dan ook onderdeel vormen van het verhaal over de transitie.

2.2 Inzetten op energiebesparing met extra overheidsmiddelen

In de transitie naar een CO₂-arme warmtevoorziening is het reduceren van de energievraag een belangrijke stap.⁸ De energie die niet gebruikt wordt, hoeft ook niet opgewekt te worden. Vanuit maatschappelijk perspectief is energiebesparing van belang om de kosten voor opwekking van duurzame energie en de aanleg van infrastructuur te beperken. Andere argumenten zijn het efficiënt benutten van schaarse restwarmte en het beperken van het ruimtebeslag door zon- en windenergie. Vanuit het perspectief van

⁸ In deze paragraaf wordt alleen gekeken naar energiebesparing in de vorm van isolatie, ook wel gebouwgebonden energiebesparing. Besparende maatregelen door investering in energiezuinigere apparatuur wordt hier buiten beschouwing gelaten.



eigenaren kunnen energiebesparende maatregelen technisch noodzakelijk zijn, bijvoorbeeld omdat de nieuwe installatie met lagetemperatuurwarmte een hogere isolatiegraad vereist. Ook het beperken van de energierekening kan een argument zijn, als daarmee de investering binnen acceptabele tijd wordt terugverdiend. Tot slot kunnen ook comfort, sociaal-maatschappelijke normen of overheidsnormen een rol spelen. Bijvoorbeeld wanneer een gebouw door veranderende maatschappelijke normen of een wettelijk vervreemdingsverbod lastig te verkopen of te verhuren is (zie ook hoofdstuk 5, Deel 2).

Met verschillende overheidsprogramma's is er in de afgelopen tijd gestuurd op energiebesparing, maar er is nog steeds veel potentieel (zie Kader 3).

Kader 3: Stand van zaken isolatiemaatregelen

Woningen

- Het meeste enkelglas is vervangen door dubbelglas, maar in bijna 25% van de woningen is nog op bepaalde plaatsen enkel glas aanwezig.
- In 70% van de woningen kan gewoon dubbelglas vervangen worden door HR++-glas (met tweemaal hogere isolatiewaarde).
- In bijna de helft van de woningen met hellende daken kan nog extra dakisolatie worden toegepast.
- In twee derde van de woningen kunnen vloeren worden na-geïsoleerd.
- In ruim 1,5 miljoen woningen kan nog spouwmuurisolatie worden aangebracht.

- In ruim 1,5 miljoen woningen kan met binnen- of buitenisolatie de massieve gevel worden na-geïsoleerd.

Utiliteitsgebouwen

- Bij 19% van de gebouwen is het dak niet geïsoleerd. Voor kantoren en zorginstellingen ligt dat percentage op 22%, voor winkels en onderwijs op circa 15%.
- Van een op de drie gebouwen is de gevel niet geïsoleerd, bij winkels gaat het om 43%.
- Bij 51% van de gebouwen is de vloer niet geïsoleerd, bij zorginstellingen ligt dit percentage lager: 35%.
- Het glas in de gevels is bij 21% van de gebouwen nog enkel glas en bij 18% HR++-glas.

Bron: RVO, 2017

Meters maken met het isoleren van woningen en utiliteitsgebouwen is al in de eerste fase van de transitie van belang. Het betekent dat eigenaren moeten bepalen welke maatregelen nu al genomen kunnen worden zonder achteraf spijt te krijgen. Het gaat dan om maatregelen die verstandig zijn onafhankelijk van het toekomstige energiesysteem, dus zowel bij een warmtenet, een all electric-oplossing als bij verwarming met groen gas. Dit vereist helderheid over het effect van de maatregelen op de energiebesparing en zicht op de te verwachten besparing in energiekosten.



Normering

Om te kunnen beslissen over te nemen isolatiemaatregelen, heeft een eigenaar betrouwbare informatie nodig. Er zijn per type maatregel (gevel, glas, dak of vloer) betrouwbare cijfers nodig over de verwachte energiebesparing. Het gaat dan om specificatie van de isolatiewaarde die ook verifieerbaar is door een onafhankelijke partij of toetsbaar door middel van een meting. Een optie is te werken met RC-waardes, een maat voor de warmteweerstand of de warmtedoorlatendheid van een specifiek onderdeel van het gebouw. De huidige energielabels zijn een maat voor de energiebehoefte van een woning. Daarbij worden het energieverbruik en de eigen opwekking gecombineerd. Dit maakt ze ongeschikt voor het sturen op energiebesparing van het gebouw. Het kabinet onderschrijft op dit punt ook het voorstel van de klimaattafels voor een nieuwe norm voor zowel woningen als utiliteitsbouw uitgedrukt in kWh/m²/jaar (Tweede Kamer, 2018d).

Kosten

De terugverdientijd is een belangrijk criterium bij de beslissing om wel of niet te investeren in isolatiemaatregelen. ECN berekende de terugverdientijden (de tijd tussen het tijdstip waarop de investeringsuitgaven worden gedaan, en de tijd waarop deze uitgaven terug ontvangen zijn door besparingen op energiekosten) van een pakket maatregelen tot label B voor een gemiddelde tussenwoning. Onder de condities uit het regeerakkoord gaat het om 25 jaar en bij het verschuiven van de energiebelasting (20 cent/m³ op aardgas en 9,79 cent/kWh op elektriciteit) wordt dit negentien jaar. De cijfers zijn vergelijkbaar voor een gemiddelde hoekwoning,

2-onder-1-kap of vrijstaande woning. Bij maatregelen tot label C of juist A++ liggen de terugverdientijden in dezelfde bandbreedte. De berekeningen zijn gedaan voor een representatieve steekproef van woningen in 2012, met circa 20% woningen met een label F of G. (Menkveld & Tigchelaar, 2018a).

Deze lange terugverdientijden vormen voor heel veel eigenaren een drempel, die slechts beperkt wordt verlaagd door de voorgestelde verschuiving in de energiebelasting. Er is langjarige financiering nodig, zoals de gebouwgebonden financiering. Een alternatief of een aanvulling hierop is een forse subsidieregeling. Sturing in de vorm van een vervreemdingsverbod of een verhuurverbod vergt nader onderzoek (zie hoofdstuk 6, Deel 2). Een dergelijk verbod kan al ruim voor de betreffende datum invloed hebben op de marktprijs en daarmee het keuzegedrag van eigenaren mede bepalen.

2.3 Besluiten over gemeentelijke transitievisies uiterlijk in 2021

De besluitvorming over de energiesystemen per wijk of gebouw is in de fase van een urgente stap. Heel Nederland wacht op duidelijkheid: gemeenten, bedrijven en niet in de laatste plaats eigenaren van woningen en gebouwen. In het interbestuurlijk programma is afgesproken dat de gemeentelijke transitievisies warmte in 2021 zijn vastgesteld. In samenhang daarmee moeten de Regionale energiestrategieën al in 2020 beschikbaar zijn (Tweede Kamer, 2018b).



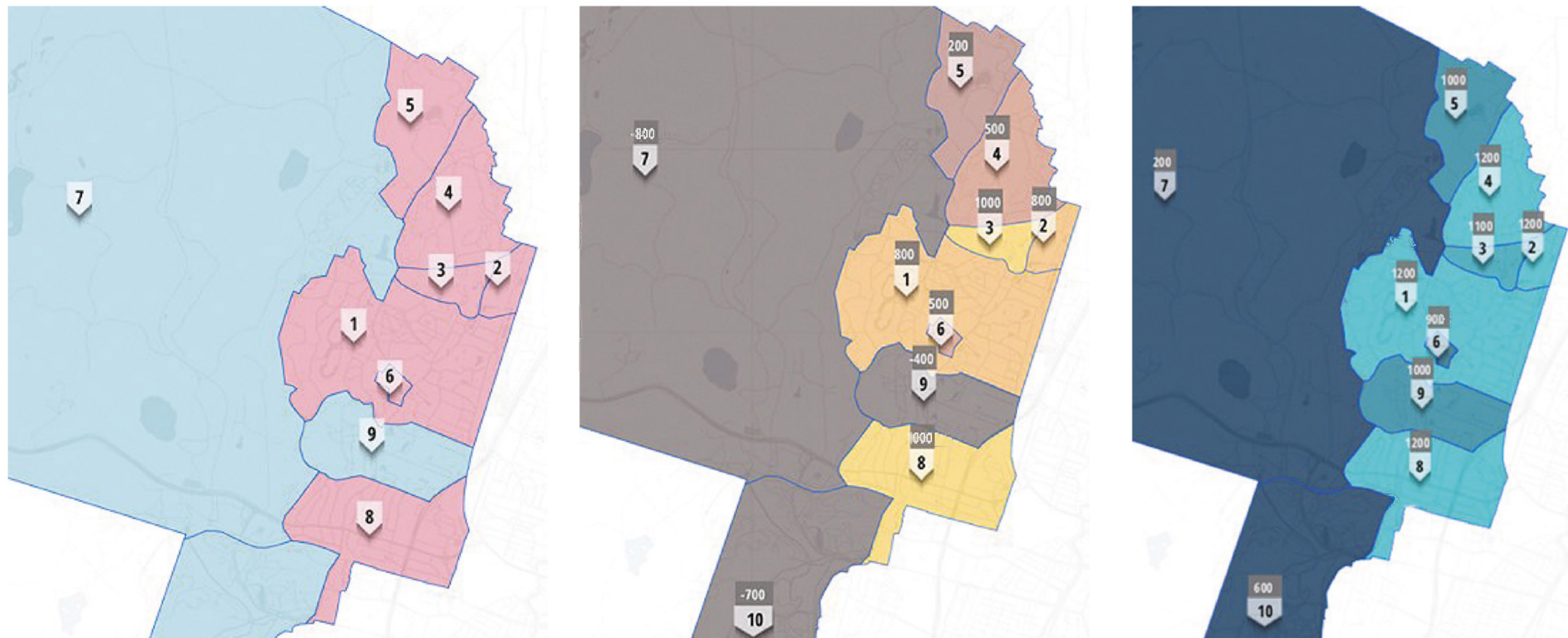
In elke gemeente wordt eerst in een transitievisie warmte en vervolgens in gemeentelijke warmteplannen bepaald wat de kansrijke opties zijn. Binnen een gemeente kunnen de keuzes voor de toekomstige warmtevoorziening gemaakt worden in samenhang met andere belangen die in een gemeente aan de orde zijn. Denk daarbij aan klimaatadaptatie, stedelijke verdichting of bereikbaarheid. De toekomstige warmtevoorziening heeft ook ruimtelijke consequenties en de gemeentelijke warmteplannen zullen daarom onderdeel moeten zijn van de gemeentelijke omgevingsvisies. De inbedding in het omgevingsbeleid geeft belanghebbenden de mogelijkheid voor inspraak, zienswijzen en beroep. Een transparant en democratisch gelegitimeerd besluit over de warmteplannen is van belang, met name voor eigenaren van gebouwen in de betreffende wijken. De plannen geven immers richting aan de collectieve voorzieningen en hebben consequenties voor de keuzemogelijkheden van eigenaren over de warmtevoorziening voor een specifiek gebouw.

Een landelijke leidraad is ondersteunend bij het vergelijken van verschillende opties en bij het bepalen van de maatschappelijk optimale keuze. Per gemeente kan vervolgens een afweging worden gemaakt omdat er gezocht wordt naar maatwerk. In wijken met een grotere bebouwingsdichtheid zal het maatschappelijk optimum doorgaans uitkomen op een warmtenet (Schilling et al., 2018; Hoogervorst, 2017). In de dunner bebouwde gebieden ligt een oplossing op basis van elektriciteit (all electric) voor de hand, zie het voorbeeld in Figuur 7.

De gemeentelijke plannen moeten op regionale en landelijke schaal tot samenhangende energiesystemen leiden. Een belangrijk instrument daarvoor zijn de Regionale energiestrategieën. Voor zowel de all electric-oplossingen als de warmtenetten en de gasnetten moet er samenhang zijn met de benodigde infrastructuur voor het transport en met de productie of opwekcapaciteit van energie of energiedrager. Ook straks zal de energievraag in veel gevallen niet binnen de gemeentegrens gedekt kunnen worden. Er is samenwerking nodig met aangrenzende gemeenten, met private partijen en met het Rijk. Dan gaat het om het slim benutten van kennis en capaciteit, maar ook fysiek over het benutten van restwarmte (Schuurs & Schwencke, 2017).



Figuur 7: Voorbeeld van een studie naar het optimale energieconcept per buurt in een willekeurige gemeente



Toelichting bij Figuur 7: kaart 1 geeft aan het voorkeursalternatief per buurt (rood is warmtenet, blauw is all electric), kaart 2 geeft het verschil in jaarlasten van all electric ten opzichte van een warmtenet, kaart 3 geeft het verschil in jaarlasten van het all electric-alternatief ten opzichte van de referentie aardgas. Figuur 7 illustreert dat in de buurt met nummer 1 het maatschappelijk optimum ligt bij de aanleg van een warmtenet (kaart links) en dat de jaarlasten voor all electric-oplossingen € 800 per jaar hoger liggen (kaart midden). Het verschil tussen aardgas en het all electric-alternatief is daar € 1.200 op jaarbasis (kaart rechts). Ten opzichte van all electric is een warmtenet in dit geval een aantrekkelijke optie. De gemeente kan naast kosten ook andere factoren meewegen en bijvoorbeeld wijk nummer 9 ook aansluiten op een collectief warmtenet.

Bron: De Bruin et al., 2018c



De gemeentelijke warmteplannen en in het verlengde daarvan de Regionale energiestrategieën zijn cruciaal voor alle betrokken partijen. In de plannen zal een fasering zichtbaar moeten zijn, met op de korte termijn (tot 2030) meer detail en op de langere termijn (tot 2050) meer richtinggevende plannen. De plannen moeten helderheid geven over de meest kansrijke opties. Daarnaast moeten ze ook al aangeven in welke wijken als eerste de benodigde collectieve voorzieningen zullen worden aangelegd. De plannen moeten bijvoorbeeld voor alle eigenaren voldoende duidelijkheid geven om te bepalen welke no-regret maatregelen alvast genomen kunnen worden (zie het voorbeeld in Kader 4).

Op nationaal niveau zijn kaders nodig die helderheid geven over het verplichtende karakter van de gemeentelijke warmteplannen, zowel richting gemeenten als richting eigenaren van gebouwen. Dit geldt voor bevoegdheden van gemeenten om burgers mee te laten betalen aan collectieve voorzieningen en voor de verplichting (afdwingbaar) om de plannen tijdig vast te stellen. Een landsdekkend beeld van de warmteplannen is van belang om onder andere te toetsen of het einddoel voor 2050 daarmee wordt gehaald. Ook eigenaren zijn gebaat bij een landsdekkend beeld. Het geeft immers duidelijkheid over wat er gebeurt als iemand naar een andere gemeente verhuist, een huis koopt of verkoopt.

Kader 4: Voorbeeld van vooronderzoek voor transitievisie warmte in Amsterdam

De gemeente Amsterdam vormt met 750.000 inwoners onderdeel van de metropoolregio met 2,1 miljoen inwoners. In het City-zen project is voor Amsterdam en twee andere Europese steden een roadmap gemaakt voor de energietransitie naar een CO₂-vrije energievoorziening. De stad heeft de ambitie om in 2025 de CO₂-uitstoot met 40% te verminderen en in 2040/2050 zoveel mogelijk zelfvoorzienend te zijn. Uit het City-zen-onderzoek blijkt dat dit zeer lastig is en op onderdelen zelfs niet mogelijk. Met name de elektriciteitsvraag is groter dan de energiepotentie voor hernieuwbare energie. De warmtevraag kan wel binnen de regio worden opgelost, mits een veel groter deel van de warmtevoorziening via warmtenetten wordt geleverd. De huidige verhouding in het energieverbruik is 24,3% elektriciteit, en voor de warmtevoorziening 39,1% aardgas en 3,0% warmtenetten. De energiepotentie voor lage-, midden- en hogetemperatuurwarmte (totaal circa 85 PJ) is ruim voldoende om aan de warmtevraag (25 PJ) te voldoen. Er is daarnaast ook 64 PJ energiepotentie voor de koudevraag.

Een onderdeel van de roadmap is de transitie van de warmtevoorziening in de bestaande gebouwen. Twee sterk verschillende voorbeeldwijken zijn daarin uitgewerkt: Slotermeer en Brouwerskruis. De wijk Brouwerskruis ligt in het centrum, met vooral panden van voor 1945, waarvan veel monumentaal. Uit het onderzoek blijkt dat de energievraag, met name elektriciteit, gereduceerd moet worden om zoveel mogelijk aan te sluiten bij de ambitie om zelfvoorzienend te zijn. De beschikbare



hogetemperatuurwarmte zal bij voorkeur niet gebruikt moeten worden in nieuwbouw, maar in de oudere panden in de binnenstad. Het betekent aanleg van een warmtenet in delen van de stad met een relatief hoge dichtheid. Het alternatief is om in de oudste delen van de stad te kiezen voor groen gas. Het gaat dan om monumentale panden waar de mogelijkheden voor bouwkundige aanpassingen voor isolatie zeer beperkt zijn. Het onderzoek laat zien hoe verduurzaming van de warmtevoorziening en het vervoer de luchtkwaliteit in de stad sterk kan verbeteren, en dat er daarnaast ook kansen zijn om de oppervlaktewaterkwaliteit in de stad te verbeteren (Van den Dobbelsteen, 2018).

2.4 Overheid zelf startmotor

Aan de sectortafel Gebouwde omgeving wordt gesproken over voorstellen die van corporatiewoningen een startmotor voor de transitie maken (SER, 2018a). Ook in de corporatie-sector zelf is discussie over deze rol en de benodigde randvoorwaarden (WSW, 2018). Het kabinet geeft aan dat de woningvoorraad van de corporaties, met veel onderling vergelijkbare woningtypen, zich goed leent voor opschaling (Tweede Kamer, 2018d). Het opschalen van marktrijpe technieken is immers in deze fase belangrijk. Bij de kostenraming van het PBL is gerekend met 0 tot 15% kostendaling in warmtenetten en 25 tot 50% in warmtepompen (Hekkenberg & Koelemeijer, 2018). De kostendaling waarop wordt geanticipeerd is substantieel en dat geldt ook voor de onzekerheidsmarge. De cijfers illustreren het belang van opschaling en het bewerkstelligen van een productiviteitsverhoging.

Naast de corporatiewoningen kan vooral ook het overheidsvastgoed als een belangrijke startmotor dienen. De partijen hebben aan de klimaat Tafel afgesproken dat voor het overheidsvastgoed en verschillende categorieën maatschappelijk vastgoed, routekaarten zullen worden opgesteld die de route schetsen naar duurzaam overheidsvastgoed in 2040 en 2050 (Sectortafel Gebouwde omgeving, 2018). Zie paragraaf 1.1.2 van Deel 2. In deze routekaarten kunnen afspraken worden vastgelegd over hoe gebruik wordt gemaakt van de potentie van overheidsvastgoed als startmotor. Dit betekent dat er ook een strenge deadline aan gekoppeld moet worden, waarmee de overheid als aanjager van deze transitie voorop loopt en dus ruim voor 2050 al CO₂-arm is.

Vanuit eigen projecten van bijvoorbeeld het Rijksvastgoedbedrijf (RVB) kan de overheid innovaties stimuleren en zo de markt beïnvloeden in de gewenste richting. Het rijksvastgoed omvat alleen al twaalf miljoen vierkante meter gebouwoppervlak. Het totale overheidsvastgoed is veel groter en omvat ook het vastgoed van provincies en gemeenten en daarnaast het publiek gefinancierde vastgoed zoals onderwijs-, zorg- en sportvastgoed en monumenten. Provincies en gemeenten vervullen een voorbeeldrol veel dieper in de haarvaten van de samenleving. Publiek gefinancierd vastgoed als gemeentehuizen, zwembaden, sportaccommodaties en bibliotheken, kan in elke wijk een voortrekkersrol vervullen.

Met een strenge deadline en een actieve opstelling bij gebiedsgerichte verduurzaming, kunnen overheden initiatieven voor collectieve warmte-koudeopslag, geothermie of warmtenetten van de grond krijgen



(zie Kader 5). Hiermee speelt de overheid een voortrekkersrol in de verduurzaming van de betreffende wijk.

Kader 5: EnergieRijk Den Haag

De overheid wil koploper zijn en onderzoeken hoe en of de ambitieuze doelstellingen haalbaar zijn. Dat gebeurt in het programma EnergieRijk Den Haag (ERDH). In ERDH werken de gemeente Den Haag, het directoraat-generaal Overheidsorganisatie van het ministerie van BZK en het Rijksvastgoedbedrijf samen. Onlangs liet ook de provincie Zuid-Holland weten zich als partner aan te willen melden. Bedoeling: het energieverbruik van zestien overheidsgebouwen in een straal van 1 km² rondom station Den Haag Centraal de komende jaren zó verduurzamen, dat de gebouwen in 2040 klimaatneutraal zijn en dit stukje Den Haag als voorbeeld kan dienen voor andere gebieden (Rijksvastgoedbedrijf, 2018).

Er ontbreken op dit moment accurate data over de stand van zaken rond het overheidsvastgoed en er is een aangepaste labelsystematiek nodig om de energieprestatie van een gebouw op basis van het werkelijk verbruik (kWh/m² of GJ/m²) te bepalen.

2.5 Warmte-infrastructuur op orde

Gemeenten maken in de warmteplannen een eigen afweging over energieconcepten per wijk. Voor de toekomstige CO₂-arme warmtevoorziening zijn

aanpassingen nodig in de infrastructuur. Zo kan er in een all electric-wijk een verzwaring van het elektriciteitsnet nodig zijn en is in een andere wijk op termijn misschien een aanpassing nodig om het bestaande aardgasnet geschikt te maken voor groen gas. Voor de wijken waar een warmtenet nodig is, ligt dat anders. Daar is een nieuwe infrastructuur nodig en de verantwoordelijkheden daarbij moeten nog worden bepaald. Op landelijke schaal wordt aan warmtenetten een grote potentie toegedicht voor de transitie. Door sommigen wordt een vertienvoudiging gezien, van 5% nu naar 35 tot 50% aandeel van warmtenetten in de totale verwarming van de gebouwde omgeving in 2050 (Hoogervorst, 2017; Hocks et al., 2018). De aanleg van de benodigde warmtenetten zal niet vanzelf tot stand komen, vandaar het advies om dit als een publiek belang te zien. Het is niet gezegd dat de overheid de aanleg voor haar rekening moet nemen. Wel moet de verantwoordelijkheid voor de besluitvorming en realisatie bij de overheid liggen. Voor de rol van de overheid bij de realisatie zijn verschillende mogelijkheden: een participatie of deelneming, een subsidie, het uitgeven van concessies of garant staan voor een investeerder. De overheid zal ervoor moeten zorgen dat in 2040 de hoofdinfrastructuur voor de warmtevoorziening in orde is. Zonder dat net is het aansluiten van miljoenen woningen en gebouwen immers niet mogelijk. Bij de aanleg van nieuwe infrastructuur kan de overheid leren van de ervaringen bij het programma Wind op zee (zie Kader 6).

Er is niet één aanpak voor alle verschillende soorten warmtenetten. De bestaande warmtenetten, met name de grotere, zijn in eigendom van een energieproducent. Het netwerk en de levering is in één hand. Het gaat



om hogetemperatuurnetten en de primaire energiebron is in bijna alle gevallen fossiel. De huidige omvang van een warmtenetten in Nederland varieert van enkele aansluitingen tot circa veertigduizend aansluitingen (Hoogervorst, 2017). De warmtewet kent een vergunningplicht voor warmtenetten met meer dan tien verbruikers of levering van meer dan 10.000 GJ aan zakelijke of kleinverbruikers. De gewijzigde Warmtewet (Staatsblad, 2018c) kent uitsluitingsbepalingen voor warmteleveranciers die ook verhuurder zijn, zoals voor VvE's of blokverwarming. Toekomstige duurzame warmtenetten, zullen gevoed worden door respectievelijk bronnen van hoge temperatuur (70 tot 90 °C), middentemperatuur (40 tot 70 °C) of lage temperatuur (30 tot 40 °C). Daarbij kan één net op termijn door meerdere bronnen en verschillende producenten worden gevoed. De gewijzigde Warmtewet regelt het overleg over de toegang van producenten tot een bestaand warmtenet (Staatsblad, 2018c).

Als in de toekomst meerdere warmteproducenten op één warmtenet worden aangesloten zal dit consequenties hebben voor de infrastructuur. Zo zal bij het verbinden van meerdere warmtenetten een grotere rol komen voor transportnetten die verschillende distributienetwerken koppelen (Hoogervorst, 2017). Er zal nooit sprake zijn van één landsdekkend warmtenet. Wel kunnen de warmtenetten groter worden, zowel het aantal aansluitingen per net als de grootte van het leveringsgebied. Het warmtenet in de regio Rotterdam strekt zich inmiddels al uit over meerdere gemeenten.

Bij de evaluatie van de Warmtewet in 2016 kwam naar voren dat de verplichte scheiding van productie en transport van warmte, niet maakt dat

warmtenetten versneld tot ontwikkeling komen (Haffner et al., 2016). In de toekomst kunnen andere argumenten mogelijk toch aanleiding zijn om de warmteproductie juridisch te scheiden van het netwerkbeheer. Het kan dan gaan om het beschermen van producenten tegen het bevoordelen van één producent door de netwerkbeheerder. Het kan ook gaan om bescherming van afnemers tegen monopoliemacht (Hoogervorst, 2017).

Kader 6: Publieke infrastructuur – lessen van Wind op zee

Wind op zee

Bij de recente kostenverlaging voor de ontwikkeling van Wind op zee was een nieuwe verdeling tussen publieke en private taken cruciaal. Het ministerie van EZK bracht in kaart dat in de periode tot 2015 de totale maatschappelijke kosten onnodig hoog waren (Tweede Kamer, 2014). Tot 2015 gingen investeerders zelf op zoek naar geschikte plekken op de Noordzee. Vervolgens werd na een lang MER-traject in slechts 10% van alle aanvragen een vergunning afgegeven. Over de onderzochte periode zijn met behulp van SDE-subsidie uiteindelijk slechts drie projecten gerealiseerd.

In 2014 is in de Structuurvisie Wind op zee (Tweede Kamer, 2014) een nieuw systeem voor de realisatie van windenergie op zee aangekondigd om de doelstellingen te bereiken van 40% kostendaling in tien jaar en groei van duurzame energie naar 16%. Belangrijk is helderheid over ontwikkeling van wind op zee over lange termijn (tot 2023), waardoor



de markt zicht krijgt op het aantal aanbestedingen. Daarnaast kiest de overheid de gebieden en de kavels voor wind op zee. Daarbij neemt de overheid een aantal taken op zich die onzekerheden en risico's voor marktpartijen verminderen en die tot verlaging van de maatschappelijke kosten leiden. De overheid heeft TenneT de taak gegeven om de verbinding te verzorgen van de betreffende kavels op zee naar het landelijke transportnetwerk ('Net op zee'). Daarmee haalt de overheid dit onderdeel uit de markt en het besluit over het tracé en de uitvoering zijn in handen van de overheid. TenneT kan makkelijker dan een marktpartij ook de ruimte nemen om op tijd met de voorbereiding te beginnen. Zekerheid over de voorziening van het 'stopcontact op zee' en de verbinding met het TenneT netwerk aan land geeft marktpartijen duidelijkheid. Deze nieuwe aanpak voor wind op zee heeft het risico voor de marktpartijen verkleind en de financieringsmogelijkheden verbeterd en heeft gezorgd voor innovatie, schaalvergroting en prijsdaling van grondstoffen. Dit heeft geleid tot een substantiële kostenverlaging (40 tot 70%) voor aanleg en exploitatie van de windparken (Algemene Rekenkamer, 2018; Minister van EZK, 2018).





3 KOSTEN EN BETAALBAARHEID

In Deel 1 beveelt de raad aan om een deel van de kosten van deze transitie te laten landen in het publieke domein en een deel in het private domein. Dit hoofdstuk geeft inzicht in de geschatte kosten van de transitie, met een deel achter de voordeur (gebouwgebonden) en een deel voor de voordeur (infrastructuur). Vervolgens wordt ingegaan op mogelijkheid van een wettelijke maximum prijs voor warmte bij toepassing van meerdere energie- en infrastructuurconcepten voor de warmtevoorziening en op de gebouwgebonden financiering.

3.1 Schatting kosten transitie

Totale kosten

De totale investering voor het realiseren van de 2030-doelstelling voor de Nederlandse woningvoorraad is geschat op € 80 miljard. Als in datzelfde jaar de gehele bestaande woningvoorraad energieneutraal wordt, is nog eens € 175 miljard extra nodig. Deels gaat het daarbij om bouwkundige werkzaamheden en deels om installatietechnische voorzieningen (Van Hoek et al., 2017; Taskforce Bouwagenda, 2017).

CE Delft laat zien dat de jaarlijkse kosten (inclusief investeringen) van de energievoorziening, waaronder ook de warmtevoorziening voor de gebouwde omgeving, in alle scenario's zal stijgen. De huidige jaarlijkse kosten werden in 2017 geraamd op € 30 miljard. Bij voortzetten van het huidige energiesysteem voorziet CE Delft een stijging naar circa € 60 miljard per jaar, met name door een verwachte stijging van energieprijzen. In verschillende verduurzamingsscenario's naar een CO₂-neutrale energievoorziening in 2050 berekende CE Delft een stijging van de jaarlijkse energiekosten naar € 52 tot € 59 miljard per jaar (Afman & Rooijers, 2017).

Het PBL analyseerde de afspraken uit het 'Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord' van de klimaattafels en berekende de extra kosten van deze afspraken bovenop het bestaande beleid ('referentiescenario').⁹ De afspraken aan de klimaattafels zijn erop gericht om, samen met het reeds vastgestelde en voorgenomen beleid in het referentiescenario, de nationale broeikasgasemissie in 2030 met 49% te reduceren ten opzichte van 1990. PBL berekende de extra kosten voor de bestaande gebouwen-voorraad op € 15,3 tot € 20,5 miljard tot 2030. De spreiding in de berekening wordt verklaard door de onzekerheid over de te verwachten kostendaling in technieken en werkprocessen (Hekkenberg & Koelemeijer, 2018).

In de berekeningen van zowel PBL als CE Delft zijn de indirecte kosten en externe effecten niet meegenomen, zoals effecten op ruimtelijke kwaliteit of

milieukwaliteit, leveringszekerheid of werkgelegenheid. Het zijn bovendien macroberekeningen, de kosten voor de individuele eigenaren kunnen sterk verschillen.

De schatting over de verdeling van de kosten in de categorieën 'achter de voordeur' (gebouwgebonden aanpassingen en apparatuur) en 'daarbuiten' (infrastructuur en opwekking) lopen ook sterk uiteen.¹⁰ In de analyse van het PBL (Hekkenberg & Koelemeijer, 2018) zijn de kosten achter de voordeur niet meer dan 18 tot 34% van de totale kosten. Dit relatief lage percentage is verklaarbaar door de afspraken in het klimaatakkoord over een relatief grote bijdrage van warmtenetten en daarmee beperkte kosten voor isolatie van de woningen. In veel andere berekeningen is het percentage van de kosten achter de voordeur veel hoger. Ter illustratie Figuur 8, waarin de totale kosten voor een specifieke wijk zijn weergegeven. Daarin zijn verschillende alternatieven voor aardgas doorgerekend. De totale kosten kunnen per locatie sterk verschillen, maar de kostenverdeling per alternatief is steeds vergelijkbaar.

De verdeling tussen leverancierskosten (productie en levering), netwerk-kosten (aanleg, gebruik en onderhoud van infrastructuur) en gebouwgebonden kosten (aanpassingen achter de voordeur) is vooral afhankelijk van het gekozen energieconcept.¹¹ Stedin berekende voor een specifieke situatie deze kostenverdeling voor de huidige situatie, de all electric-optie

⁹ PBL berekende de nationale kosten: saldo van directe kosten en baten vanuit maatschappelijke kostenperspectief (kapitaalkosten, bedienings- en onderhoudskosten, baten van vermeden energiegebruik en effect aan- en verkoop van CO₂-rechten).

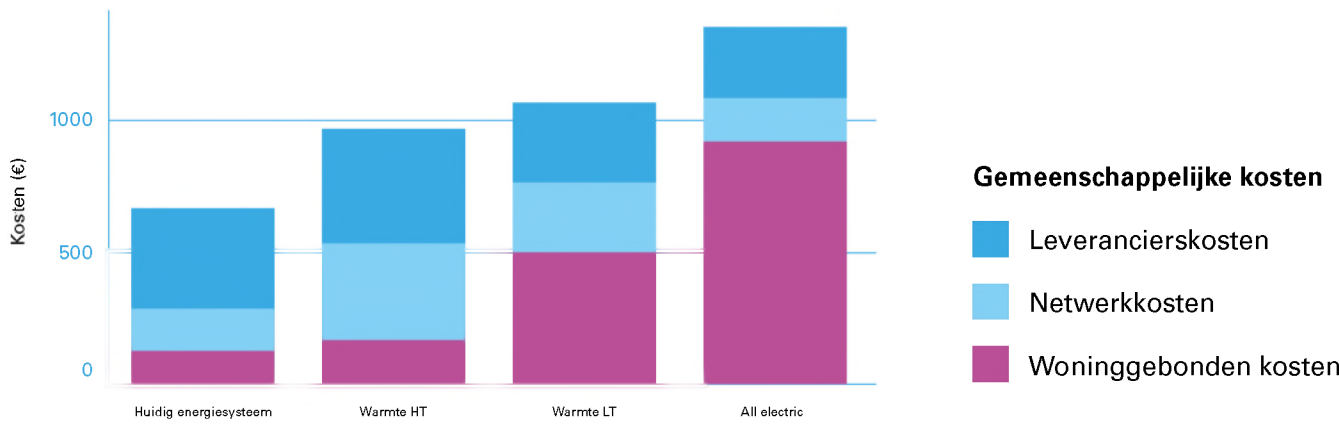
¹⁰ Preciezer geformuleerd is de grens feitelijk de 'afleverset' van de infrastructuur, die veelal achter de voordeur zit.

¹¹ Op verzoek aangeleverd aan de Rli door S. de Boer: Berekening op basis van Infrastructurele Footprint-tool van Stedin Rotterdam.



en de warmtenetoptie (HT en LT). Bij toepassen van hogetemperatuurwarmte, aanleg van een nieuw warmtenet en geen enkele isolatie in de woning, beslaan de kosten voor infrastructuur ongeveer 35%, gebouwgebonden kosten 15% en de overige 50% zijn kosten voor productie van de energie. Van die 35% infrastructuurkosten is ongeveer 10% voor verzwaring van het elektriciteitsnet, 10% betreft verwijderkosten van het gasnet en de overige 80% zijn de kosten voor aanleg van het warmtenet. Bij lagetemperatuurwarmte en bij all electric-oplossingen vormen de kosten voor infrastructuur respectievelijk 25 en 10% van het totaal. Voor de totale transitie in de gebouwde omgeving zijn de kosten voor aanpassing van de infrastructuur substantieel.

Figuur 8: Totale kosten¹² per woning per jaar voor een specifiek praktijkvoorbeeld¹³



Bron: S. de Boer, Stedin

¹²De totale kosten zijn hier gebaseerd op de financiële maatschappelijke kosten (operationele en investeringskosten), effecten van verandering luchtkwaliteit of wooncomfort zijn niet gemonetariseerd.

¹³Het betreft een woonwijk met een gevarieerd woningbestand, zowel grondgebonden als gestapeld, zowel corporatiebezit als particulier. Afbeelding op verzoek aangeleverd aan de Rli door S. de Boer. Stedin Rotterdam. Berekening op basis van Infrastructurele Footprint-tool van Stedin Rotterdam.

De schatting van de totale kosten van de transitie in de gebouwde omgeving gaat gepaard met grote onzekerheden. In de analyse van PBL (Hekkenberg & Koelemeijer, 2018) wordt de marge in de geschatte kosten bepaald doordat er gerekend wordt op een productiviteitsverhoging en daarmee gepaard gaande kostendaling. Voor de aanleg van warmtenetten gaat het om een kostendaling tot 15% en voor de aanschaf van warmtepompen (nu circa € 9.000) om circa 50% kostendaling. Een andere onzekerheid is de ontwikkeling van de energieprijzen. De prijzen voor elektriciteit en groen gas (inclusief waterstof) worden op de internationale handelsmarkten bepaald. Het Amerikaanse EIA kijkt niet verder dan 2040 en verbindt de ontwikkeling van energieprijzen en energievraag met name aan economische ontwikkeling en bevolkingsgroei (EIA, 2018). De prijzen voor warmte, restwarmte of aardwarmte, worden minder door internationale ontwikkelingen bepaald. Onzekerheden hierbij zijn de beschikbaarheid van de restwarmte, met name midden- en lagetemperatuurwarmte en de mogelijkheden van geothermie. Onzeker is ook wat de ontwikkeling zal zijn van de prijs voor groen gas, wanneer dat naast grond- en brandstof voor de industriële toepassingen en als brandstof voor goederen- en personenvervoer, ook ingezet wordt als brandstof voor de warmtevoorziening van gebouwen. Tot slot is het onzeker wat de invloed zal zijn van de energieprijs op de huizenprijzen. In de bestaande voorraad is nu al een prijsverschil merkbaar van 5% voor woningen met een label A ten opzichte van een label D en van 10% voor woningen met een label A ten opzichte van een label G (Aydin & Brounen, 2016).



Schatting gebouwgebonden kosten

Een deel van de kosten voor de verduurzaming heeft betrekking op het gebouw of de woning. De eigenaar is hiervoor verantwoordelijk, maar de overheid kan er voor kiezen om een stimulerende rol te spelen. Denk bijvoorbeeld aan het subsidiëren van bepaalde ingrepen aan het pand of installaties. Het is dan wel belangrijk om zicht te hebben op die kosten, zodat onderzocht kan worden welke stimuleringsmaatregelen het meeste effect hebben.

De gebouwgebonden kosten, zelfs voor vergelijkbare woningen, verschillen afhankelijk van de locatie, van de aard en de staat van de woning. Sterk bepalend is welk energieconcept in een wijk wordt gekozen. Bijvoorbeeld of een wijk in de toekomst aangesloten kan worden op een warmtenet of niet. In het meest gunstige geval woont iemand in een relatief nieuw en goed geïsoleerd huis, is er restwarmte van hoge temperatuur in de buurt beschikbaar en hoeft er niets aan de isolatie en de radiatoren gedaan te worden. Kostbaarder wordt het isoleren en aanpassen van installaties in een oud en slecht geïsoleerd huis, waar de enige optie een all electric-oplossing is. De voorbeelden in Tabel 3 laten zien hoe de kosten per woningtype kunnen verschillen en ook dat de kosten per maatregel sterk verschillen. Bij een all electric-oplossing is de isolatie de grootste kostenpost. Tegenover de kosten staan verschillende baten. Als eerste is dat de lagere energierekening, maar daarnaast gaat het ook om baten in de vorm van comfort of een hogere vastgoedwaarde.

Schatting van niet-gebouwgebonden kosten

De additionele investeringen voor het aanpassen van de infrastructuur worden door het PBL geschat op € 14 miljard tot 2030, gebaseerd op de afspraken in het hoofdlijnenakkoord. De schatting is gebaseerd op het verzwaren van elektriciteitsnetten (€ 0,5 miljard), de aanleg van nieuwe warmtenetten (€ 9,6 miljard), winnen van geothermie (€ 3,3 miljard) en het verwijderen van het aardgasnet (€ 0,9 miljard). Voor de bestaande koopwoningen schat het PBL de additionele kosten voor de aanleg van warmtenetten op € 4 tot € 4,5 miljard, voor ontwikkeling van geothermie € 1,1 miljard, voor netverzwaring bij all electric-woningen op € 0,4 miljard en voor verwijdering van het aardgasnet op € 0,4 miljard. Het aansluiten van bestaande utiliteitsgebouwen op warmtenetten vergt tot en met 2030 een additionele investering van € 0,3 tot € 0,4 miljard en € 0,3 miljard aan investeringen in geothermie (Hekkenberg & Koelemeijer, 2018).

De niet-gebouwgebonden kosten omvatten infrastructuur en productie of opwekking, dit advies beperkt zich tot de kosten voor infrastructuur. Voor een CO₂-arme warmtevoorziening van de gebouwde omgeving zijn grote ingrepen nodig in de infrastructuur waarmee energie naar (en van) de woning wordt getransporteerd. Het type aanpassingen is vanzelfsprekend afhankelijk van de keuzes per gemeente, per regio en landelijk. Daarbij gaat het niet alleen om de keuzes voor het type warmtevoorziening (al of niet all electric), het gaat zeker ook om de plaatsing van decentraal opwekvermogen in de vorm van zonnepanelen en om het oplaad- en leveringsvermogen voor de mobiliteit.



Tabel 3: Schatting gebouwgebonden kosten bij all electric-oplossing en aansluiting op hogetemperatuurwarmtenet voor twee type hoekwoningen (jaren '70 en 2009)

Hoekwoning jaren '70		Hoekwoning 2009		In beide gevallen	
All electric-oplossing		All electric-oplossing		Warmtenet HT	
Verbetering	Kosten (€)	Verbetering	Kosten (€)	Verbetering	Kosten (€)
Spouwmuurisolatie	2.200				
Zeer goede vloerisolatie	1.800				
Zeer goede dakisolatie	6.150				
HR++-glas	4.900				
Warmtepomp buitenlucht 10 kW	9.000*	Warmtepomp buitenlucht 10 kW	9.000*	Warmte-afleverset	1.645**
Infraroodpanelen in zithoek en badkamer	1.000				
Lagetemperatuur-radiatoren in woonruimtes	2.500				
In woonruimtes ventilatie-units per kamer met warmteterugwinning	3.850			Aanpassen leidingwerk van HR-ketel boven naar afleverset beneden	p.m. (enkele honderden tot ruim 1.000)
Inductiekookplaat (inclusief elektrische aansluiting)	1.500	Inductiekookplaat (inclusief elektrische aansluiting)	1.500	Inductiekookplaat (inclusief elektrische aansluiting)	1.500
10 zonnepanelen 2700 Wattpiek	4.400	10 zonnepanelen 2700 Wattpiek	4.400		
Terug: subsidie warmtepomp	- 2.050	Terug: subsidie warmtepomp	- 2.050		
Terug: btw zonnepanelen	- 750	Terug: btw zonnepanelen	- 750		
Totale kosten	34.500		12.100		3.145
* gemiddeld bedrag. Prijzen liggen doorgaans tussen € 6.500 en € 14.000.					
** Maximumtarief dat ACM hanteert; afleverset is eigendom van leverancier, de bewoner betaalt een vastrechttarief.					
In deze tabel zijn posten als aansluitkosten (voor warmte), afsluitkosten (van aardgas), kosten voor een nieuwe pannenset en de kosten voor werkzaamheden als het aanleggen van kabelgoten en sleuven niet meegenomen.					

Bron: gebaseerd op Milieu Centraal (2018) en aangevuld door de Rli



Kosten voor de infrastructuur zijn ook sterk afhankelijk van de investeringen die gedaan worden in de flexibiliteit van het totale energiesysteem. Het gaat dan om de mate waarin het mogelijk is om pieken en dalen te accommoderen, wat grote invloed heeft op de benodigde netverzwaring. Denk daarbij aan de opslagcapaciteit, de interconnectie met het buitenland, het regulerend vermogen en de vraagsturing. Een bijzondere vorm van opslag is het omzetten van elektriciteit naar waterstofgas (en vice versa). Bij overaanbod van elektriciteit kan productie van waterstof een manier zijn om overbelasting van het netwerk te voorkomen. De waterstof kan worden opgeslagen en eventueel op een later moment weer gebruikt worden om elektriciteit te produceren.

De netbeheerders geven aan dat zolang er geen duidelijke richting wordt gegeven zij met alle mogelijke scenario's rekening moeten houden. Dit leidt tot onzekerheden wat kostenverhogend werkt. Netbeheerders moeten dan immers risico's afdekken en worden daar ook op beoordeeld door de toezichthouder Autoriteit Consument & Markt (ACM). De netbeheerders wijzen erop dat er gezocht moet worden naar een juiste balans tussen het streven naar de laagste kosten, het behouden van snelheid en het creëren van keuzevrijheid (Netbeheer Nederland, 2018). De ervaring met het programma Wind op zee toont de meerwaarde van een dergelijke balans (zie paragraaf 2.5 Deel 2). De Algemene Rekenkamer berekende dat de nieuwe aanpak bij Wind op zee het risico voor de marktpartijen heeft verkleind en tot een kostenverlaging van 40 tot 70% heeft geleid (Algemene Rekenkamer, 2018; Minister van EZK, 2018). De looptijd voor aanleg van een nieuwe infrastructuur kan soms wel tien jaar zijn. Een goede planning is van

belang om te zorgen voor betrouwbare infrastructuur tegen zo laag mogelijke kosten.

3.2 Wettelijke maximumprijs voor verwarming

Een maximumprijs dient ter bescherming van de consument. Als het gaat om warmtenetten kent die bescherming op dit moment de vorm van het niet-meer-dan-anders-principe (NMDA), met als referentie de aardgasprijs. Er wordt nagedacht over een alternatief, zoals een opslag op de kostprijs (Haffner et al., 2016; Tweede Kamer, 2017c). In de nabije toekomst gaat een aantal verschillende energieconcepten naast elkaar bestaan en is aardgas niet langer de referentie. Het is belangrijk om met die variatie van concepten – warmte, elektra, duurzame gassen – op een vergelijkbare manier om te gaan en in ieder geval te voorkomen dat, los van lokale prijsverschillen die tot op zekere hoogte acceptabel zijn, er verschillen ontstaan die niet gerechtvaardigd kunnen worden. Netbeheerders van elektriciteit en aardgas vallen op dit moment onder het regime van de ACM, die de tarieven toetst die de netbeheerders in rekening brengen. Voor warmte is doorgaans sprake van een warmtebedrijf dat de hele keten van productie, transport en levering in handen heeft. De ACM toetst hierbij de totale kosten (transport en levering) met de aardgasprijs als referentie. Wanneer het advies van de raad wordt gevolgd en warmte-infrastructuur als een publieke taak wordt opgepakt, ligt het voor de hand om ook het beheer van warmtenetten onder een meer gedetailleerd regime te brengen, waarin toezicht mogelijk is op bijvoorbeeld kosten van aanleg, transport, onderhoud en



levering. Dat maakt het mogelijk voor de ACM om er op termijn voor te zorgen dat consumenten, of ze hun warmte nu uit een warmtenet halen of gebruik maken van elektriciteit, beschermd zijn tegen monopolies.

3.3 Gebouwgebonden financiering

De financiering van maatregelen die genomen moeten worden om de woning te verduurzamen, is niet voor elke woningeigenaar even gemakkelijk. Bovendien is het voor een eigenaar onzeker waar de baten van de investering terecht komen. Er zijn verschillende vormen van split incentives. Voor de eigenaar-bewoner is de vraag hoe lang hij verwacht te blijven wonen en welke waarde resteert bij de verkoop. Een instrument om dit voor iedereen bereikbaar te maken, is een lening die niet gekoppeld is aan een persoon, maar aan de woning. Dat is een logische keuze omdat het doorgaans gaat om (gebouwgebonden) maatregelen met een lange terugverdientijd. Dit betekent dat de lening inclusief restschuld en de nog resterende betalingsverplichting bij verkoop automatisch overgaat op de volgende eigenaar. Met een dergelijke lening kunnen de financieringslasten over een lange termijn worden uitgesmeerd, passend bij de levensduur van de genomen maatregelen. Met een dergelijke lange looptijd worden de maandelijkse kosten van de lening (grotendeels) betaald uit de verlaging van de energierekening.

Gebouwgebonden financiering is een nieuwe manier van financieren in Nederland. Dat vraagt om verschillende aanpassingen. In de eerste plaats is er een aanpassing nodig in het Burgerlijk Wetboek om het mogelijk te

maken dat financiering direct wordt gekoppeld aan de woning. Aan de klimaattafels zijn hierover voorlopige afspraken gemaakt (SER, 2018a). Ten tweede moet onderzocht worden of een financieringstoets nodig is bij de doelstelling om deze financiering voor iedereen mogelijk te maken. Het vraagt mogelijk om een garantiefaciliteit om de risico's van de kredietverstrekker te beperken en om de consument te beschermen. De raad doet de suggestie om daarvoor een 'Nationale Energieleningengarantie' in het leven te roepen.

Tot slot moeten de kredietverstrekkers ook bereid zijn de gebouwgebonden lening te verstrekken. Daarover is nog discussie. Banken stellen fiscale aftrekbaarheid van de rente als voorwaarde, omdat het gelijktrekken van de fiscale regels voor de hypotheekrente voordelen biedt. Juist in de uitvoerbaarheid van die fiscale maatregelen ziet het kabinet problemen ontstaan: er moet sprake zijn van een nieuw af te sluiten lening, los van de (persoonsgebonden) hypotheek, zodat een aparte looptijd afgesproken kan worden. Daarnaast ligt het voor de hand om de aftrek te beperken tot het basistarief van de hypotheekrenteaftrek (zie Kader 7) en zo aan te sluiten bij het beleid voor aanpassing van de hypotheekrenteaftrek.



Kader 7: Hypotheekrenteaftrek

In de loop van de tijd zijn diverse aanpassingen gedaan aan de regels rond de hypotheekrenteaftrek. Dit heeft geresulteerd in een tweevoudige beperking: de looptijd en het aftrekpercentage. Sinds 2001 is er maximaal dertig jaar recht op hypotheekrenteaftrek, gerekend vanaf het afsluiten van de eerste hypotheek. Als de hypotheek verhoogd wordt door de aankoop van een duurdere woning is de extra hypotheekrente ook weer dertig jaar aftrekbaar gerekend vanaf het afsluiten van de nieuwe hypotheek.

Daarnaast wordt het percentage van de maximale hypotheekrenteaftrek verlaagd van 52% naar het basistarief van 37,05%. Vanaf 2023 mag maximaal 37,05% van de betaalde hypotheekrente afgetrokken worden van de inkomsten bij de berekening van de inkomstenbelasting (Belastingdienst, 2018; Vereniging Eigen Huis, 2018).





4 DRAAGVLAK IN DE WIJK

De aanpak in een specifieke wijk sluit aan bij een richtinggevend verhaal op nationaal niveau (paragraaf 2.1, Deel 2). Op dit moment zijn er veel spelers met belangen bij de energietransitie: eigenaren en huurders, producenten, leveranciers, installateurs, woningcorporaties en niet in de laatste plaats de overheid zelf. Al die partijen communiceren over de transitie en het is aan burgers om daar een eigen beeld van te vormen. Om door de bomen het bos te kunnen blijven zien, zouden alle spelers in de transitie moeten kunnen aansluiten bij één nationaal, herkenbaar verhaal. In het nationale verhaal voor deze transitie en in de gemeentelijke plannen moeten bewoners in een wijk zich kunnen herkennen en moet het langetermijndoel verbonden worden aan eerste concrete stappen die mensen kunnen zetten.

Een groot deel van de maatregelen moet achter de voordeur plaatsvinden. Dat is het private domein, waar eigenaren zelf over gaan. Zij spelen daarom een cruciale rol in deze transitie. Naast de oproep van de raad aan het Rijk om eigenaren duidelijkheid te bieden, adviseert de raad om op zoek te gaan naar verbinding tussen de belangen van individuele eigenaren en de grote collectieve opgave van deze transitie.

Het is belangrijk om inzicht te hebben in de factoren die het gedrag en de gedragsverandering van eigenaren bepalen. Er wordt van hen immers een belangrijke bijdrage in tijd en geld gevraagd. Hun keuzes worden in

belangrijke mate bepaald door motieven en drijfveren en de meerwaarde die ze daarbij voor ogen hebben. Met hun inzet, keuzes en creativiteit wordt de energietransitie in de gebouwde omgeving mede vormgegeven.

De neiging bestaat, zowel bij beleidsmakers als de politiek, om financiële drijfveren als dominante factoren te zien in de energietransitie. Denk aan betaalbaarheid en terugverdientijd. Eigenaren zullen bij een grotendeels rationele afweging veel meer factoren meenemen. Inzichten vanuit de psychologie, de gedragseconomie en vanuit pilots in de gebouwde omgeving laten zien dat financiële argumenten op zichzelf niet bepalend zijn voor het gedrag. Dit betekent dat alleen een zak met geld of alleen een drastische kostenverlaging deze transitie niet gaat bewerkstelligen (zie Kader 8). Er zal bijvoorbeeld ook gestuurd moeten worden op de actuele problemen waar mensen in een wijk last van hebben zoals criminaliteit, eenzaamheid en benodigde zorg. Maatregelen in het kader van de energietransitie zou men moeten zien te combineren met de aanpak van problemen die spelen in de wijk.

In dit hoofdstuk beschrijft de raad actuele inzichten over factoren die het gedrag van mensen bepalen. De raad illustreert aan de hand van een aantal Nederlandse pilots in de gebouwde omgeving de belangrijkste lessen over processen om eigenaren bij de besluitvorming te betrekken.

Kader 8: Programma in Den Haag voor straten met verkeershinder

De gemeente Den Haag biedt de bewoners van huizen in een bepaalde straat een pakket aan, waarbij de ramen aan de straatkant worden voorzien van geluidsisolerend glas. De gemeente financiert het project en zorgt voor de uitvoering. Alles wordt in één dag en in goed overleg met de bewoners uitgevoerd. De praktijk van dit voorbeeld leert dat niet meer dan een derde van de bewoners in de straat daadwerkelijk meedoet aan het programma 'Aanvragen geluidwerende maatregelen'.

4.1 Factoren die het keuzegedrag bepalen

Verschillende factoren bepalen samen het gedrag van mensen. Dan gaat het bijvoorbeeld om factoren die mensen wegen als ze denken over een investering in de eigen woning of het vervangen van de aardgasketel. Sommige besluiten worden heel bewust genomen, andere meer onbewust. Over de verschillende typen factoren die het keuzegedrag bepalen zijn psychologen en economen het eens. In 2014 bundelde de Rli deze inzichten in een analysekader, waarmee kennis over gedrag gekoppeld kan worden aan keuzes voor beleid (zie Figuur 9). Bij sturing door de overheid is kennis over gedrag van belang en het analysekader biedt daarvoor een handreiking.

Bekwaamheden

Bij de energietransitie is kennis nodig over de verschillende opties om de woning te verduurzamen, evenals informatie over het waarom van



de transitie. Het gaat ook om vaardigheden om verschillende informatiebronnen te vergelijken en beslissingen te nemen. De benodigde kennis en inzichten over de verschillende alternatieven zullen in de komende jaren veranderen. De overheid moet daarom zorgen dat kennis en vaardigheden die diverse actoren helpen bij het maken keuzes beschikbaar zijn.

Motieven

Motieven geven richting aan gedrag, het zijn de drijfveren achter de keuzes die mensen maken. Voordelen in termen van beter comfort of lagere kosten zijn belangrijke motieven. Het gaat in bredere zin om veronderstellingen die in de loop van de tijd zijn gevormd, maar ook om emoties die mensen verbinden aan situaties. Soms op basis van eerdere ervaringen, persoonlijke of sociale normen, probleembesef en waarden die voortkomen uit persoonlijke overtuigingen. Ter illustratie: naarmate in de afgelopen periode de aardbevingsproblematiek in Groningen groter werd, verschoven de motieven voor de energietransitie bij burgers en ook bij politici. Het centrale motief was (en is) het beperken van de temperatuurstijging, maar er kwam een motief bij om de Groningers te helpen (Grol & Hoeks, 2018). Zogenoemde ‘altruïstische’ waarden, de drijfveer om in het belang van anderen te handelen, legden een groter gewicht in de schaal. De energietransitie ging niet meer alleen over het beperken van de klimaatverandering of over comfort of kosten, het ging ook over het beperken van de ellende voor de Groningers.

Als de waarden achter verduurzaming van de gebouwde omgeving aansluiten bij die van de eigenaren, zal men meer gemotiveerd zijn om de

Figuur 9: Spectrum van gedragsbepalende factoren bij keuzeprocessen



Bron: Rli, 2014

benodigde maatregelen aan de woning te treffen. Er is nu een kloof tussen de ingrijpende maatregelen die individuen moeten treffen en de collectieve winst door het beperken van de mogelijke gevolgen van klimaatverandering in de toekomst. Het broeikaseffect en de CO₂-reductie is voor velen abstract en ver weg. Verschillende psychologische barrières belemmeren het overbruggen van die kloof. Daarnaast voeden ideologisch gedreven

wereldbeelden het vertrouwen dat de mensheid ook deze bedreigingen zal weerstaan (Gifford, 2011). Anderen spreken over een psychologische afstand zowel in tijd, sociaal, geografisch als over de onzekerheden over de oorzaak-gevolgrelatie tussen klimaatverandering en het eigen handelen (Spence et al., 2011). Dit kan betekenen dat men het effect van het eigen handelen ziet als dat van een druppel op een gloeiende plaat. Dan gaat het bijvoorbeeld om het effect van handelen van een individuele gebouweigenaar tegenover dat van een groot bedrijf of de CO₂-reductie in een klein land tegenover de CO₂-reductie mondiaal. Een rechtvaardige verdeling van lusten en lasten en een transparant en eerlijk besluitvormingsproces kunnen helpen de motivatie om te handelen te versterken (Steg, 2018).

Omstandigheden

De omstandigheden waarin mensen zich bevinden, sturen ook het gedrag. De financiële armslag of de overzichtelijkheid van het financiële risico (terugverdientijd of meerwaarde) heeft daarom een belangrijke invloed bij de overweging om een aardgasketel te vervangen of grootschalig te isoleren. Het type woning en de locatie bepalen mede of de benodigde maatregelen meer of minder ingrijpend zijn. Sociaal-culturele omstandigheden, zoals ervaringen in het sociale netwerk en bij de burens, blijken soms doorslaggevend (zie Kader 9 in de volgende paragraaf). Daarnaast zijn er ook fysieke omstandigheden die drempelverlagend (of -verhogend) kunnen werken. Tot slot creëert een duidelijk kader vanuit de overheid omstandigheden waarbinnen partijen keuzes kunnen maken. Het gaat dan bijvoorbeeld om helderheid over het tijdspad en de keuzes die per wijk in de gemeentelijke warmteplannen worden gemaakt.

De transitie in de gebouwde omgeving vergt inzet van veel verschillende partijen en niet in het minst van de gebouweigenaren. Bovengenoemde factoren zijn bepalend voor hun keuzegedrag en daarmee voor het draagvlak voor de transitie. De aanbevelingen in dit advies richten zich daarom op al deze factoren.

Kennis over keuzeprocessen benutten

Het eerdergenoemde richtinggevende nationale verhaal over de transitie moet de motieven voor de grote collectieve opgaven verbinden met motieven van individuele burgers en uitleggen waar collectieve keuzes de keuzevrijheid van het individu ondergeschikt maken en waar het mogelijk is om juist ruimte te bieden voor individuele keuzes. Dit verhaal zal periodiek herijkt moeten worden.

Om binnen een wijk invulling te kunnen geven aan maatwerk zijn onafhankelijke procesmanagers en buurtambassadeurs nodig. Zij zouden als taak moeten krijgen de belangen en zorgen van bewoners en eigenaren te verbinden met de nationale en gemeentelijke doelen. Ze zullen zich daarbij moeten verdiepen in de drijfveren van bewoners en eigenaren bijvoorbeeld om maatregelen anders of op een later tijdstip uit te voeren. En ze kunnen een intermediair zijn bij het verbinden van verschillende partijen in een wijk.

Er zal gaandeweg meer duidelijk worden over technieken die nu nog niet marktrijp zijn. De transitie zal gepaard gaan met vallen en opstaan en er zal gaandeweg worden bijgestuurd. Er zijn risico's van kostenstijging, bijvoorbeeld bij stijgende arbeidslonen door tekort aan arbeidskrachten of van



negatieve ervaringen bij toepassing van nieuwe technieken. Het draagvlak voor de transitie kan in de loop van de tijd sterk veranderen en de overheid moet hier op voorbereid zijn. Het draagvlak zal immers ook bepaald worden door hoe de overheid communiceert over gemaakte fouten of verkeerde inschattingen en hoe klachten worden opgelost.

4.2 Leren van ervaringen uit pilots in de gebouwde omgeving

In de afgelopen jaren zijn ervaringen opgedaan in diverse pilotprojecten bij de verbouw van bestaande woningen. Van dit soort projecten moet geleerd worden voor de toekomst (zie kaders 9 en 10: twee voorbeelden).

Kader 9: Project blok voor blok

Tussen 2012 en 2014 werden in het kader van het programma blok voor blok dertien projecten met subsidie van het Rijk uitgevoerd. De subsidie was bestemd voor de begeleiding bij deze projecten en niet voor de aanpassingen in en om de woningen. Doel was om enerzijds leerervaringen op te doen met grootschalige energiebesparing in de bestaande woningbouw en anderzijds te onderzoeken of het mogelijk is om via een marktaanpak de aanpassingen uit te voeren en eigenaren van koopwoningen te verleiden om hun woning energiezuiniger te maken. In totaal werden meer dan twintigduizend woningen energiezuinig gemaakt, waarvan 87% sociale huurwoningen en 11% koopwoningen.

Met name bij de koopwoningen werd echter in verschillende projecten het oorspronkelijk beoogde aantal woningen niet gehaald. Uit de evaluatie bleek verder dat in de sociale huursector het succes van een project afhankelijk is van de mate waarin de planning aansluit op natuurlijke momenten van onderhoud en van de investeringsmogelijkheden bij de corporaties. In de koopsector bleek een uniforme aanpak van een wijk of een woningblok niet goed mogelijk. Eigenaren kiezen niet snel voor een seriematige aanpak, maar kiezen graag een eigen moment. Zij besluiten binnen een bepaalde context bovendien graag zelf over het type maatregelen dat getroffen wordt.

Zonder persoonlijke communicatie en begeleiding lijkt georganiseerde publiciteit eigenaren nauwelijks te verleiden om deel te nemen. De projecten waar de communicatie via een loket of via algemene wijkcommunicatie plaatsvond, zijn gestopt vanwege gebrek aan deelnemers. De procesaanpak waarbij eigenaren werden benaderd door buurtambassadeurs, bij voorkeur andere eigenaren uit de wijk, zorgde voor het hoogste percentage deelnemers aan een project. Deze persoonlijke communicatie vergde verschillende herhalingsbezoeken. De investering in tijd en geld kon niet binnen de reguliere projecten worden gedekt en werd gefinancierd vanuit de subsidiegelden (RVO, 2014).

Kader 10: Project Meer Met Minder

Meer Met Minder is een nationale energiebesparingsaanpak voor bestaande woningen en andere gebouwen. Het is een gezamenlijk initiatief van de overheid, woningcorporaties, bouw-, installatie- en



energiebedrijven. Doel van de aanpak is om bestaande woningen en gebouwen gemiddeld 20 tot 30% energiezuiniger te maken. Meer Met Minder wil dit bereiken door de drempels voor energiebesparing weg te nemen en energiebesparing gemakkelijk en aantrekkelijk te maken.

Een belangrijke les die is opgedaan, is dat energiebesparing door bewoners veel minder belangrijk gevonden wordt dan professionals vaak denken. Er kan eigenlijk niet voor bewoners worden gedacht. In plaats daarvan moet heel grondig worden onderzocht wat bewoners in een specifiek project bezighoudt om hen enthousiast te krijgen voor duurzame ingrepen. Dat vereist vrijwel altijd maatwerk (Meer Met Minder, 2010).

De lessen van deze pilots illustreren hoe verschillende factoren het keuzegedrag van eigenaren bepalen. Ze laten zien dat motieven van individuen niet zonder meer hetzelfde zijn als de motieven voor de collectieve aanpak. Ze illustreren ook dat het mogelijk is om binnen een bepaalde collectieve aanpak ruimte te creëren voor maatwerk. De rol van procesbegeleiders, onafhankelijk en met kennis van de buurt, is cruciaal.





5 STUREN MET BELEID

De energietransitie in de gebouwde omgeving vereist een goede balans tussen de centrale thema's duidelijkheid en verbinding. De overheid die stuurt op deze transitie moet invulling geven aan deze balans. Een veelgehoorde verzuchting als het gaat over de energietransitie is: "Vertel me nu maar gewoon wat ik moet doen en wanneer". Om die duidelijkheid te verschaffen, helpt het als de kaders van het speelveld scherp neergelegd worden. Hierbij moet de balans tussen duidelijkheid en verbinding met de burgers niet uit het oog verloren worden. In dit hoofdstuk zijn verschillende van de te onderzoeken maatregelen voorzien van een toelichting.

5.1 Verbodsbepalingen

5.1.1 Uitfasering aardgas en bevoegdheid gemeente

Het is belangrijk om een jaartal te kunnen verbinden aan het verbod voor toepassen van aardgas bij de warmtevoorziening in de gebouwde omgeving. Op nationaal niveau wordt een stip op de horizon gezet in het wetsvoorstel voor een Klimaatwet: in 2050 broeikasgasreductie tot 95% ten opzichte van 1990 en 100% CO₂-neutrale elektriciteitsproductie (Tweede Kamer, 2018c). Daarmee is er nog geen zicht op een nationaal verbod op de levering van aardgas voor de verwarming van gebouwen in 2050. Een dergelijk expliciet verbod dat duidelijkheid geeft over het tijdstip en over

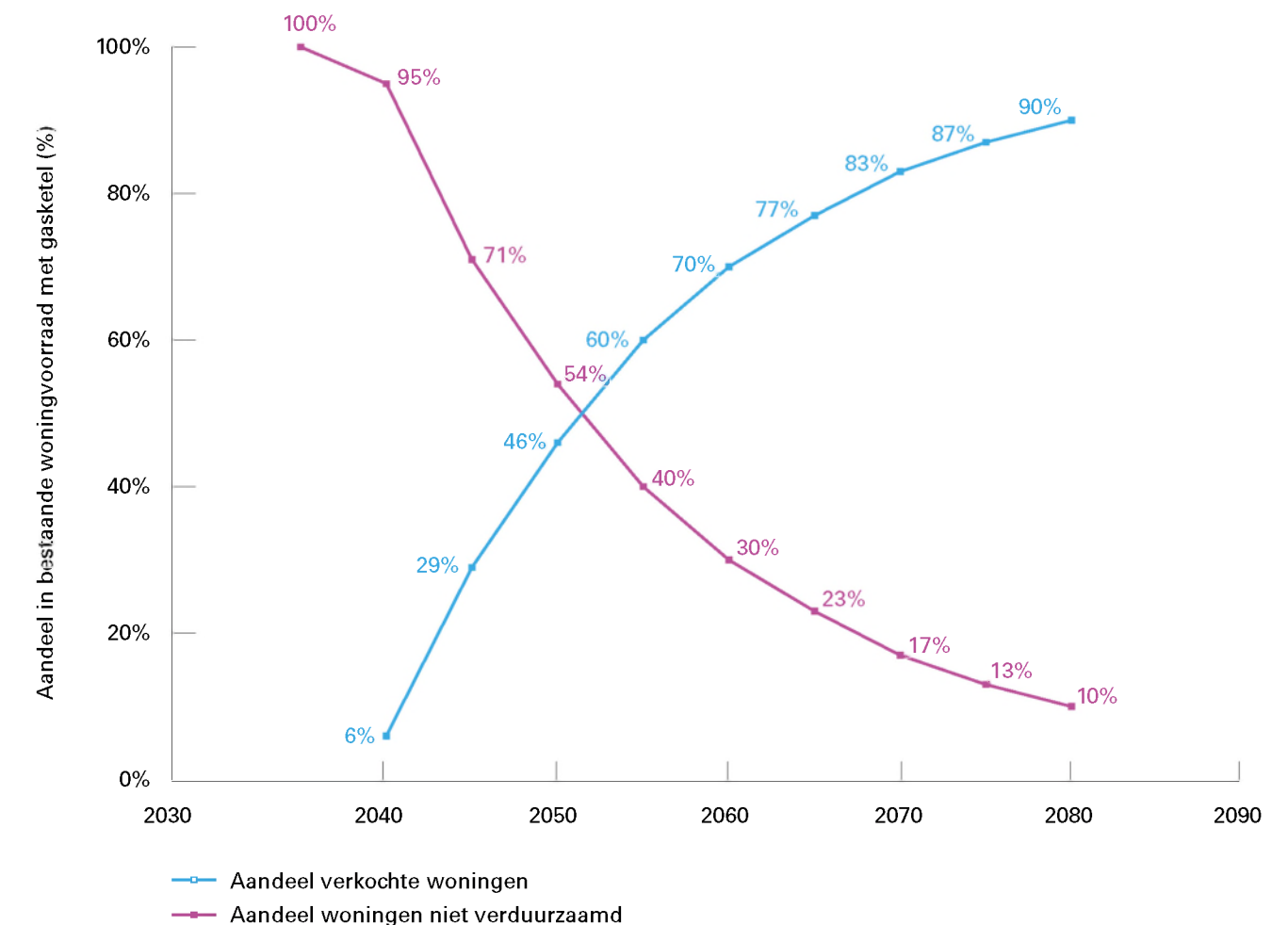
de condities voor de uitfasering, kan gemeenten helpen bij het uitfaseren van aardgas. Gemeenten moeten daarvoor de aanvullende bevoegdheid krijgen om op basis van de warmteplannen en de fasering in de afzonderlijke wijken een besluit te kunnen nemen over het afsluiten van de aardgasvoorziening op een eerder moment dan het nationale verbod. Het gaat om vergaande besluiten met consequenties voor eigenaren. Verankering in een wet, met alle mogelijkheden tot bezwaar en beroep, helpt daarbij.

5.1.2 Verplichte maatregelen koppelen aan verkoop- of verhuurmoment

Het aankoop- of verkoopmoment is bij uitstek een moment waarop eigenaren of verkopers bereid zijn om grootschaliger werk te doen aan de woning, bijvoorbeeld in de hoop op een hogere verkoopprijs. Ook voor een verhuurder is een nieuwe verhuring vaak een geschikte gelegenheid om grootschalige werkzaamheden te doen. De vraag ligt voor of het (stimulerend) werkt als een woning met een aardgasgestookte ketel per – bijvoorbeeld – 2040 niet verkocht of verhuurd mag worden of als een woning met een lagere energieprestatie dan een bepaald minimum per 2040 niet verkocht of verhuurd mag worden.

Voorwaarde daarbij is een goede benchmark voor de energieprestatie (zie ook paragraaf 2.2 Deel 2). De huidige energielabels zijn beperkt bruikbaar, omdat de labels vaak gebaseerd zijn op zelfrapportage van een beperkt aantal technische kenmerken met zeer beperkte administratieve controle op afstand. Dergelijke labels zijn niet precies genoeg om een zwaar beleidsinstrument als een verbod op verkoop of verhuur van een woning op te baseren. Bovendien zou dat met de huidige labels zeer fraudegevoelig zijn.

Figuur 10: Ontwikkeling aandeel woningen dat één of meerdere keren verkocht wordt en het aandeel woningen dat niet bereikt wordt door een verbod op verkoopmomenten

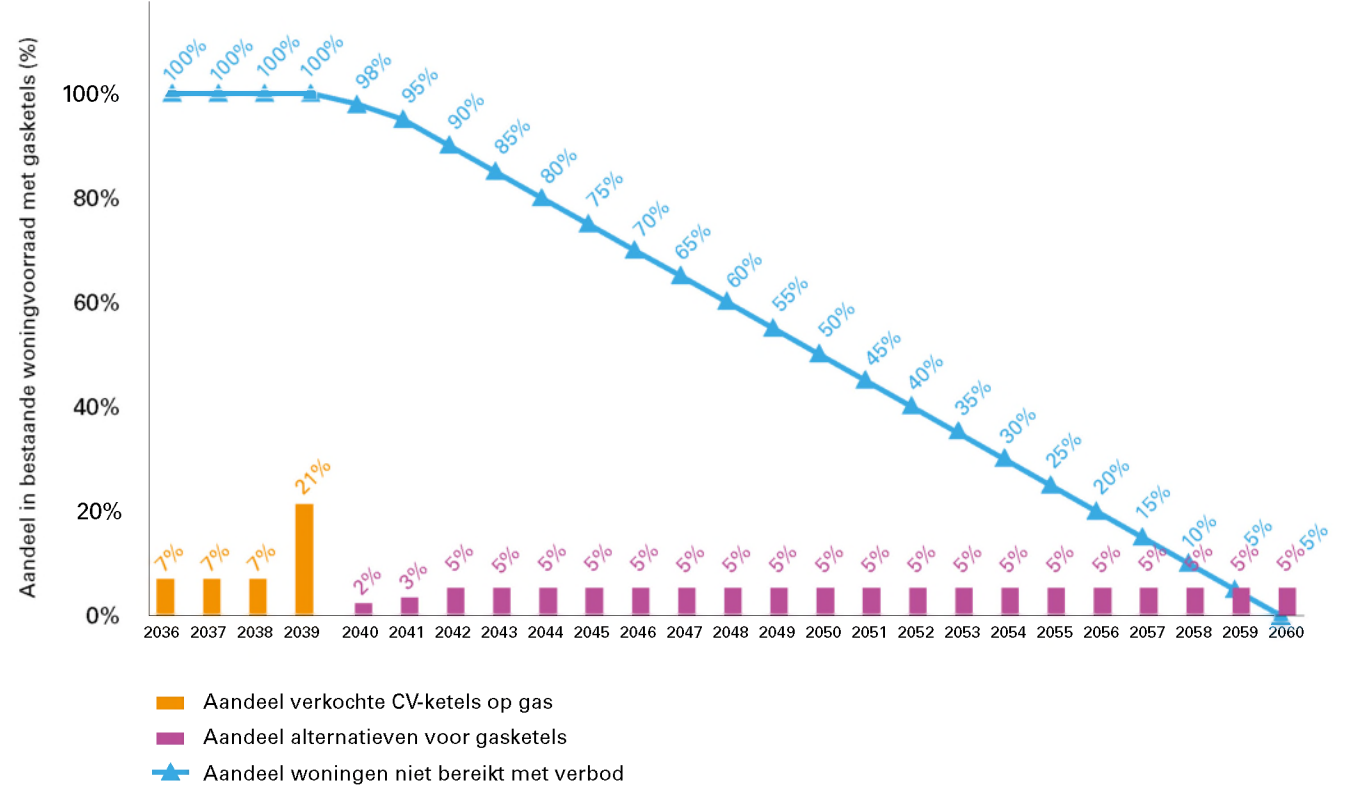


Bron: Menkveld & Tigchelaar, 2018b

De verwachte werking van een dergelijk verbod is daarmee op zichzelf onvoldoende om de doelstelling voor 2050 te halen. De aanpassingen zijn gekoppeld aan het moment van verkoop of verhuur en het is niet te verwachten dat tussen nu en 2040 alle woningen in Nederland minimaal een keer zijn overgedragen aan een nieuwe eigenaar of huurder. Het aantal verkochte woningen per jaar ligt in Nederland gemiddeld op 5,5% van de woningvoorraad. Sommige woningen, bijvoorbeeld voor starters, worden binnen een dergelijke periode heel vaak verkocht, andere woningen nooit, zoals woningen die van ouder op kind worden overgeërfd. Figuur 10 laat zien dat 46% van de woningen in 2050 nog niet direct is geraakt door een dergelijke verbodsbepaling. Zelfs in 2080 is 10% van de woningen nog nooit verkocht (Menkveld & Tigchelaar, 2018b).

Een alternatief aangrijpingspunt is de verkoop, de aanschaf of het bezit van aardgasgestookte (HR-)ketels. Bij een verbod op de verkoop van aardgasgestookte ketels, zal op vervangingsmomenten van de ketel een alternatief gezocht moeten worden. Gemiddeld worden ketels na vijftien jaar vervangen. Elk jaar gaat het om ongeveer 6,6% van het totaal aantal ketels in Nederland. Als de verkoop van nieuwe aardgasgestookte ketels verboden wordt, zullen mensen proberen de ketel langer werkend te houden, zodat de levensduur wat oploopt. Ook is in het jaar voorafgaand aan het verbod een hausse aan verkopen niet uitgesloten. Niettemin levert een dergelijke maatregel duidelijkheid, waarop zowel bezitters als de markt kunnen voorsorteren. Figuur 11 laat dit effect zien. Omdat aardgasketels twintig jaar mee kunnen gaan, zullen in 2060 alle woningen bereikt zijn door een verbod. Hetzelfde geldt voor een kooktoestel op aardgas (Menkveld & Tigchelaar, 2018b).

Figuur 11: Aandeel verkochte gasketels en alternatieven en het aandeel woningen dat niet bereikt wordt door een verbod op het moment van ketelvervanging



Bron: Menkveld & Tigchelaar, 2018b

5.1.3 Overwegingen bij verbodsbepalingen

Dwingende maatregelen en deadlines bieden eigenaren duidelijkheid en daarmee een handelingsperspectief. Zij zullen zich bij een verbod dat gekoppeld is aan het verkoopmoment beraden op vragen als: "Hoe groot is de kans dat ik mijn woning na 2040 ga verkopen?" en "Wat zijn de kosten en andere gevolgen als mijn woning niet voldoet aan de eisen?"



Tegelijkertijd ziet taxateur Calcasa (2018) op dit moment al een positief prijs-effect van 2% voor woningen met een beter label. Dit verschil tussen labels zal toenemen bij een verbod. In het ideale geval wordt de waarde van de woning net zo veel hoger als de kosten die gemaakt moeten worden om die woning tot het gestelde minimum te verduurzamen. Doet een eigenaar dat niet, dan wordt de woning feitelijk minder waard. De zittende eigenaar heeft daar geen last van totdat de woning daadwerkelijk verkocht wordt. Integendeel: een lagere WOZ-waarde betekent ook lagere gemeentelijke belastingen en een lager eigenwoningforfait. De waardedaling zelf is dus slechts in beperkte mate een prikkel voor vervroegd investeren.

De markt zal ook reageren. De aanbodkant, zoals aanbieders van warmtepompen of installateurs, zal reageren op de ontwikkelingen aan de vraagzijde van de markt. De aanbodzijde zal bij toenemende vraag aanleiding zien om productiecapaciteit uit te breiden, personeel op te leiden en nieuwe aanbieders zullen de markt betreden vanwege gunstigere perspectieven.

Banken, tot slot, kijken naar de waarde van het onderpand en naar de totale woonlasten. Om de waarde van hun onderpand te garanderen, kan het zijn dat banken eisen gaan stellen aan de energetische kwaliteit van de woning bij het verstrekken van hypotheek, of positiever geformuleerd: dat banken het aanmoedigen of mogelijk maken om maatregelen te gaan nemen binnen de te verstrekken hypotheek. Voor banken geldt dat financiering van de verbouwing naar CO₂-arm aantrekkelijk is mits de woning hiermee ook in waarde stijgt. In een goede markt (grote steden, Randstad) zal dat wel het geval zijn. Voor krimpgebieden geldt dat zeker niet. Daar zou een

aanvullende maatregel kunnen helpen, zoals een fonds waaruit de woning-eigenaar een lening kan krijgen.

5.2 Aanpassing van de differentiatie in energielasting in de utiliteitssector

De 'grootverbruikerskorting', in de volksmond, is feitelijk een differentiatie van de energielasting (EB) en de Opslag Duurzame Energie (ODE).

De ODE is een bestemmingsheffing en wordt gebruikt om de SDE+-regeling te financieren, maar is in euro per vierkante meter of kilowattuur veel lager dan de energielasting. De verschillen tussen groot- en kleinverbruikers in de ODE zijn kleiner dan bij de energielasting (zie Tabellen 4, 5 en 6).

De reikwijdte van deze aanbeveling is de utiliteitssector, de industrie valt hier buiten. Onderzoek moet duidelijk maken of een aanpassing van de differentiatie in EB en ODE betreffende bedrijven stimuleert om energie te besparen en het energieverbruik te verduurzamen. Daarbij zal ook gekeken moeten worden naar de uitvoerbaarheid. Er zal immers bij de belastingheffing onderscheid gemaakt moeten worden tussen de utiliteitsbouw in de dienstensector en de utiliteitsbouw in de industriële bedrijven. Ook moet onderzocht worden of de aanpassing het draagvlak voor de energietransitie onder burgers door deze maatregel vergroot, doordat de verdeling van lusten en lasten gevoelsmatig beter aansluit bij het principe 'vervuiler betaalt'.

In de volgende paragrafen worden enkele effecten van het aanpassen van de differentiatie in energielasting verkend.



5.2.1 Verdeling gas- en elektriciteitsverbruik binnen de dienstensector

Tabel 4 geeft een beeld van het gas- en elektriciteitsverbruik van de dienstensector verdeeld over energiebelastingsschijven. De staffels gelden per aansluiting. Een groter gebouw kan in principe meerdere aansluitingen hebben. Daarnaast komt het ook voor dat een complex van gebouwen onder één aansluiting valt, bijvoorbeeld omdat dit historisch zo is gegroeid.

Tabel 4: Verdeling gas- en elektriciteitsverbruik dienstensector 2016

Categorieën op basis van gasverbruik	Omvang gasverbruik per categorie (in mln m³)	Verhouding op basis van verbruik (in %)
0 - 170.000 m³	3.285	79%
meer dan 170.000 m³	898	21%
Totaal Dienstensector	4.183	100%
Categorieën op basis van elektriciteitsverbruik	Omvang elektriciteitsverbruik per categorie (in mln kWh)	Verhouding op basis van verbruik (in %)
0-10.000 kWh	4.891	14%
10.000-50.000 kWh	6.321	18%
meer dan 50.000 kWh	24.695	69%
Totaal Dienstensector	35.907	101% ¹⁴

Bron: Holtkamp et al., 2017

¹⁴ Door afrondingsverschillen telt dit niet op tot 100%.

Aardgas

Van het gasverbruik in de dienstensector zit 79% in de eerste schijf, deze schijf is ook vrij groot. Deze cijfers geven aan dat over 21% van het gasverbruik in de utiliteit (dienstensector) een lager tarief betaald wordt dan de eerste schijf. Voor gasverbruik geldt dat de meeste gebouwtypen in de dienstensector een verbruik hebben onder de 170.000 m³/jaar. Gebouwtypen waar een substantieel deel van de branche wel een hoger gasverbruik heeft dan 170.000 m³/jaar zijn: ziekenhuizen, verpleeghuizen, universiteiten, musea, voetbalstadions, schaatshallen, zwembaden en sauna’s (Menkveld & Tigchelaar, 2018c).

Elektriciteit

Deze cijfers geven aan dat 86% van het elektriciteitsverbruik in de dienstensector buiten de eerste schijf valt. Uitgedrukt als percentage van het aantal gebouwen zal het percentage lager zijn. Voor elektriciteitsverbruik geldt dat bijna alle gebouwtypen in de dienstensector een elektriciteitsverbruik hebben hoger dan 10.000 kWh/jaar. Gebouwtypen die daar vaak onder blijven zijn: lagere en middelbare scholen, kleine winkels en horeca, dagopvanglocaties en medische praktijken (Menkveld & Tigchelaar, 2018c).

5.2.2 Verandering kostprijs energie bij afschaffen differentiatie

In de dienstensector zijn energielasten gemiddeld een klein deel van de bedrijfskosten, veel belangrijker zijn bijvoorbeeld de personeelskosten. De kostenverhouding verschilt per branche. Met name in de zorg, voor ziekenhuizen en verpleegtehuizen en ook bij datacenters of koelhuizen,



zwembaden, schaatshallen en sauna’s is energie een relatief grote kostenpost (Menkveld & Tigchelaar, 2018c).

Wanneer de differentiatie in energielasting volledig zou worden afgeschaft, betekent dit een geschatte stijging van de energiekosten tot ruim 100% voor de grootste verbruikers (al zijn dat er maar enkele), zie Tabel 5. Tabel 6 laat zien dat afschaffing van de differentiatie in de elektriciteitsprijs kan leiden tot een verdubbeling of verdrievoudiging van energielasten voor grootverbruikers in de gebouwde omgeving. Een deel van deze grootverbruikers heeft overigens via de Meerjarenafpraak energie-efficiëntie (MJA) in ruil voor deelname aan dit energieconvenant recht op teruggave van de energielasting (RVO, 2018d).

Tabel 5: Marginale gasprijs (exclusief btw) in 2018 afhankelijk van schijf energielasting

euro/m³	0-170.000 m³	170.000-1 mln m³	1-10 mln m³
Groothandelsprijs (plus marge energieleverancier)	0,24	0,22	0,21
Energielasting (EB)	0,26	0,06	0,02
Opslag duurzame energie (ODE)	0,03	0,01	0,004
Totaal prijs aardgas	0,53	0,29	0,23
Verskil in energielasting met eerste staffel		0,20	0,24
Procentuele stijging totaalprijs aardgas ten opzichte van eerste staffel (zonder 'korting')		67%	101%

Bron: Menkveld & Tigchelaar, 2018c

Tabel 6: Marginale elektriciteitsprijs (exclusief btw) in 2018 afhankelijk van schijf energielasting

euro/kWh	0-10.000 kWh	10.000-50.000 kWh	50.000-10 mln kWh	>10 mln kWh
Groothandelsprijs (plus marge energieleverancier)	0,07	0,05	0,05	0,05
Transporttarief netwerkbedrijf	0,03	0,03	0,01	0
Energielasting	0,10	0,05	0,01	0,0006
Opslag duurzame energie	0,01	0,02	0,005	0,0002
Totaalprijs elektriciteit	0,22	0,16	0,08	0,05
Verskil in energielasting met eerste staffel		0,05	0,09	0,10
Procentuele stijging totaalprijs elektriciteit ten opzichte van eerste staffel (zonder 'korting')		33%	109%	200%

Bron: Menkveld & Tigchelaar, 2018c

5.2.3 Mogelijke effecten bij aanpassen van huidige differentiatie

Onderwerp van onderzoek zou moeten zijn of aanpassen van de huidige differentiatie een stimulans biedt voor verduurzaming van de gebouwen. Dit hangt onder meer af van de potentie om energie te besparen. Een deel van de bedrijven in de dienstensector opereert in het publieke domein (scholen, ziekenhuizen, culturele instellingen, sportaccommodaties), waar de kosten directer doorberekend worden. Afschaffing of verkleinen van de differentiatie kan voor een klein aantal grootverbruikers een fors effect hebben op



de energierekening. Onderzocht zou moeten worden hoe deze bedrijven op een andere manier gecompenseerd kunnen worden, bijvoorbeeld wanneer het effect op de energierekening ook een substantieel effect heeft op de totale kosten.

Afschaffing van de differentiatie van de energiebelasting op aardgas voor utiliteit in de dienstensector levert volgens ECN jaarlijks circa € 200 miljoen extra belastinginkomsten op. De hogere energiebelasting op elektriciteit levert jaarlijks maximaal € 2,7 tot € 2,9 miljard extra belastinginkomsten op (Menkveld & Tigchelaar, 2018c). Onderzocht zou kunnen worden of hiermee specifieke investeringen in het kader van de transitie kunnen worden gedaan, bijvoorbeeld om specifieke bedrijven te compenseren. De geschatte bedragen zijn theoretisch. Wanneer de afschaffing werkt in de gewenste richting en het energieverbruik in de utiliteit sterk gereduceerd wordt, zullen de belastinginkomsten lager liggen.

5.2.4 Stimulerende maatregelen voor grootverbruikers: afspraken met het Rijk

In de Meerjarenafspraak energie-efficiency (MJA) hebben grootverbruikers (verbruik boven de tien miljoen kWh) afspraken gemaakt met het Rijk over energiebesparende maatregelen. Op basis van die afspraken hebben deze bedrijven recht op teruggave van de energiebelasting op elektriciteit. Er zijn MJA's afgesloten met hbo's en universiteiten, academische ziekenhuizen, financiële dienstverleners, koel- en vrieshuizen en datacenters. In de berekeningen hierboven is geen rekening gehouden met deze afspraken.

Tabel 7: Energieverbruik deelnemers Meerjarenafspraak Energie-efficiency

Deelnemers MJA Dienstensector	Aantal bedrijven	Energieverbruik (TJ)
Totaal MJA3 in 2016	281	48.843
Totaal dienstensector 2016 ¹⁵	1.325.400	256.000
Aandeel MJA	0,02%	19%

Bron: RVO, 2016

Hoewel het aantal MJA-deelnemers uit de dienstensector (281 bedrijven) relatief klein is: 0,02% van de ruim 1,3 miljoen bedrijven in de dienstensector, gaat het wel om circa 19% van het energieverbruik van de dienstensector, bijna 49 PJ (Tabel 7). In plaats van het heffen van energiebelasting, worden met deze groep bedrijven afspraken gemaakt over het treffen van maatregelen voor het reduceren van de energievraag. In een onderzoek naar het aanpassen van de differentiatie in energiebelasting zou ook dit instrument meegenomen moeten worden om te bepalen wat het effect kan zijn van nadere afspraken met een grotere groep bedrijven binnen de dienstensector. De uitkomst kan ook zijn dat in plaats van verandering in de differentiatie nadere afspraken gemaakt worden met een nog grotere groep bedrijven.

¹⁵ Bron: CBS Statline



5.3 Benodigde arbeidskracht tot 2030

De raad onderschrijft het belang van voldoende gekwalificeerd personeel om de energietransitie in de gebouwde omgeving – letterlijk – vorm te geven. De Topsector energie verwacht in de energiebesparing 7.360 extra arbeidsjaren nodig te hebben, en voor de aanleg van netwerken 4.245 arbeidsjaren, alleen al voor de jaren 2014 tot 2020 (Topsector energie, 2018). Verschillende partijen zien op de arbeidsmarkt nu al tekorten voor installateurs, digitalisering van de netwerken en in de bouw (Winkel, 2018). Verschillende branches uit bouw en techniek verenigd in de Industriecoalitie (Bouwend Nederland, FME, Koninklijke Metaalunie en UNETO-VNI) signaleren een tekort aan technisch personeel en aan innovatie in het onderwijs (Kaanen et al., 2017). In de metalelektro-branche is bijvoorbeeld een sterke stijging te zien: het percentage bedrijven dat problemen had met het aantrekken van technici was in 2017 nog 35% en in 2018 is dit gestegen naar 60% (A+O Metalektro, 2018). De installatiebranche Uneto-VNI (2018) verwacht een stijging van het tekort aan technici van twintigduizend in 2020 naar veertigduizend in 2030 op alle niveaus van MBO tot WO (Uneto-VNI, 2018).

De Sociaal-Economische Raad (SER) bespreekt de aansluiting tussen de nieuwe banen in duurzame energieactiviteiten en de mensen die dat werk kunnen gaan doen (SER, 2018b). De nieuwe banen sluiten niet naadloos aan op het werk dat mensen nu doen in sectoren waar door de energietransitie banen zullen verdwijnen. De SER benadrukt dat de instroom in technische studies moet worden verhoogd en dat investering in omscholing en

bijscholing nodig is. De Nationale Energieverkenning raamt de netto werkgelegenheidsgroei door de energietransitie tussen 2014 en 2020 in totaal op 76.000 arbeidsjaren, met daarbij een grote onzekerheidsmarge van circa 40% (Schoots et al., 2018). Het PBL signaleert dat de energietransitie zal zorgen voor een verschuiving van werkgelegenheid naar meer arbeidsintensieve sectoren. Het kan per provincie of regio sterk verschillen of er sprake zal zijn van een spanning in de arbeidsmarkt door een kwantitatief tekort of een kwalitatieve mismatch (Weterings et al., 2018).



LITERATUUR

- Afman, M. & Rooijers, F. (2018). *Net voor de toekomst*. Achtergrondrapport. Delft: CE Delft.
- AgentschapNL (2011). *Voorbeeldwoningen 2011 - Bestaande bouw*. Sittard.
- Algemene Rekenkamer (2016). *Energielabel voor koopwoningen. Rapport behorend bij verantwoordingsonderzoek naar begrotingshoofdstuk XVIII*. Den Haag
- Algemene Rekenkamer (2018). *Focus op kosten windenergie op zee*. Den Haag.
- Aydin, E. & Brounen, D. (2016). *Het debuutjaar van het definitieve energielabel onder de loep*. School for business and society. Tilburg: TIAS.
- A+O Metalektro (2018). *Arbeidsmarktmonitor*. Geraadpleegd op 25 oktober 2018 via <https://www.ao-metalektro.nl/over-de-sector/arbeidsmarktmonitor>
- Belastingdienst (2018). *Mag ik mijn hypotheekrente altijd aftrekken?* Geraadpleegd op 24 oktober 2018 via: <https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/nl/koopwoning/content/hypotheekrente-aftrekken>
- Bruin, S. de, Langeveld, T. & Koop, M. (2018a). *Antwoorden op vragen van de Rli over indeling energieconcepten*. Bodegraven: DWA.
- Bruin, S. de, Wal, P. van der & Koop, M. (2018b). *Antwoorden op vragen van de Rli over indeling woningen en gebouwgebonden maatregelen*. Bodegraven: DWA.
- Bruin, S. de, Langeveld, T., Waagmeester, F. & Koop, M. (2018c). *Antwoorden op vragen van de Rli over kostenmodel aardgasvrije wijken*. Bodegraven: DWA.
- Calcasa (2018). *The WOX quarterly Q2-2018*. Delft.

- Centraal Bureau voor de Statistiek en Rijksdienst voor ondernemend Nederland (2015). *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie - Herziening 2015*. Den Haag.
- Dobbelsteen, A. van den (2018). *Presentatie De stad van de toekomst. Roadmap Amsterdam*. Pakhuis de Zwijger 15 maart 2018. Delft/ Amsterdam: TU Delft/City-Zen.
- Dutch Green Building Council (2017). *Paris Proof: Deltaplan Duurzame Renovatie*. Den Haag.
- Energy Information Administration (2018). *International energy Outlook 2018. Executive summary*. US department of energy. Washington: EIA.
- De Gemeynnt, ECN en Groen Gas Nederland & RVO (2014). *Routekaart hernieuwbaar gas*. In opdracht van het Groen Gas Forum. Leeuwarden: Groen Gas Forum.
- De Gemeynnt (2018). *Green Liaisons: Hernieuwbare moleculen naast duurzame elektronen. Contouren van een routekaart Hernieuwbare Gassen 2050*. In opdracht van KVGn, Groen Gas Nederland, TKI Nieuw Gas, GasTerra en Gasunie. Klarenbeek.
- Gifford, R. (2011). The dragons of inaction. Psychological barriers that limit climate change mitigation and adaptation. *American Psychologist*, 66 (4), p. 290-302.
- Gigler, J. & Weeda, M. (2018). *Contouren van een Routekaart Waterstof*. Den Haag: TKI Nieuw Gas.
- Grol, C. & Hoeks, L. (2018). De alternatieven voor Gronings gas zijn duur, complex en politiek gevoelig. *Financieel Dagblad*, 25 januari 2018.
- Haffner, R., Til, H. van, Jong, H. de, Mans, W. & Graaf, L. de (2016). *Evaluatie Warmtewet en toekomstig marktontwerp warmte*. In opdracht van het ministerie van EZK. Rotterdam: Ecorys.
- Heijboer, P. & Koop, M. (2018). *Antwoorden op vragen over indeling utiliteit*. Bodegraven: DWA.
- Hekkenberg, M. & Koelemeijer R. (2018). *Analyse van het voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord*. Den Haag: PBL.
- Hers, S., Scholten, T., Veen, R. van der, Water, S. van de & Leguijt, C. (2018). *Waterstofroutes Nederland - Blauw, groen en import*. In opdracht van Nederlandse Gasunie en Nuon. Delft: CE Delft.
- Hocks, B. et al. (2018). *Ruimte in het klimaatakkoord*. Den Haag: Generation Energy.
- Hoek, T. van, Bakker, J. & Errami, S. (2017). *Sustainable Urban Delta. Ontwikkelingen en investeringsopgaven in beeld*. Amsterdam: EIB.
- Holtkamp, R. Colenberg, R. & Swertz, O. (2017). *Uitsplitsing verbruik elektriciteit en aardgas naar verbruikschijf energielasting*. Den Haag: CBS.
- Hoogervorst, N. (2017). *Toekomst klimaatneutrale warmtenetten in Nederland*. Den Haag: PBL.
- Jong, E. de, Elkhuizen, P. & Kool, G. (2018). *Roadmap to Paris-proof. Report. Een plan van aanpak waarmee kantoren versneld de energiebesparingsdoelen van het klimaatakkoord bereiken*. Eindhoven: E-nolis.
- Kaanen, F., Dezentjé Hamming, I., Terpstra, D. & Verhagen, M. (2018). *Brief aan de vaste commissie voor OCW van de Tweede Kamer van 30 november 2017*. Koninklijke Metaalunie, FME, UNETO-VNI, Bouwend Nederland.
- Kadaster (2018). *Basisregistratie Adressen en Gebouwen*. Geraadpleegd op 23 oktober 2018 via: <https://www.kadaster.nl/bag>



- Meer Met Minder (2010). *Kansrijke aanpakken in gebouwgebonden energie-besparing. De particuliere eigenaar*. Rapport in opdracht van Agentschap NL. Sittard/Utrecht.
- Menkveld, M., Matton, R., Segers, R., Vroom, J. & Kremer, A.M. (2017). *Monitoring warmte 2015*. Petten: ECN.
- Menkveld, M. & Tigchelaar, C. (2018a). *Antwoorden aan Rli over terugverdiertijden*. Amsterdam: ECN onderdeel van TNO.
- Menkveld, M. & Tigchelaar, C. (2018b). *Antwoorden aan Rli over verbodsbepaling*. Amsterdam: ECN onderdeel van TNO.
- Menkveld, M. & Tigchelaar, C. (2018). *Antwoorden aan Rli over grootverbruikerskorting utiliteit*. Amsterdam: ECN onderdeel van TNO.
- Milieu Centraal (2018). *Voorbeeldwoning 2009: kosten, besparing en klimaatwinst; Voorbeeldwoning 1970: kosten, besparing en klimaatwinst*. Geraadpleegd via: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/wonen-zonder-aardgas/>
- Minister van EZK (2018). *Reactie op focusonderzoek kosten windenergie op zee*. Brief aan Algemene Rekenkamer. Den Haag.
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2017). *Staat van de Woningmarkt 2017. Jaarrapportage*. Den Haag.
- Netbeheer Nederland (2018). *Position paper: Netbeheer Nederland 2018Z19260 van 29 oktober 2018 t.b.v. hoorzitting/rondetafelgesprek Kosten en Baten van de voorgenomen Klimaatwet d.d. 31 oktober 2018*.
- Niessink, R.J.M., Menkveld, M. & Sipma, J.M. (2017). *Verkenning utiliteits bouw*. Petten: ECN.
- Platform31 en Stroomversnelling (2018). *Handreiking voor begeleiding van VvE's naar Nul-op-de-meter*. Den Haag.
- Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (2014). *Doen en laten, effectiever milieubeleid door mensenkennis*. Den Haag.
- Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (2015). *Rijk zonder CO₂: naar een duurzame energievoorziening in 2050*. Den Haag.
- Ridder, P. de en Gorter, Y. (2017). *#VANGASLOS - De beleving van de burger centraal tijdens de aardgastransitie*. Den Haag: Provincie Zuid-Holland.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2014). *Blok voor blok: de bevindingen. Grootschalige energiebesparing in de bestaande woningbouw*. Den Haag.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2016). *Resultaten MJA3/ MEE per sector*. In opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Geraadpleegd op 13 november 2018 via <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-besparen/meerjarenafspraken-energie-efficiëntie/stand-van-zaken-mja3/mee/resultaten-sector>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2017). *Monitor energiebesparing gebouwde omgeving 2016*. In opdracht van ministerie BZK. Utrecht.
- Rijksdienst voor ondernemend Nederland (2018a). *Algemene begrippen gebouwen*. Geraadpleegd op 23 oktober 2018 via: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels-gebouwen/algemene-begrippen>
- Rijksdienst voor ondernemend Nederland (2018b). *Ontwikkeling van koude vraag van woningen*. Factsheets met conclusies en aanbevelingen. Utrecht/Eindhoven.
- Rijksdienst voor ondernemend Nederland (2018c). *Wettelijke eisen - BENG*. Geraadpleegd op 21 oktober 2018 via <https://www.rvo.nl/onderwerpen/>



[duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels-gebouwen/nieuwbouw/energieprestatie-beng/wettelijke-eisen-beng](#)

Rijksdienst voort Ondernemend Nederland (2018d). *Resultaten Meerjarenafspraken energie-efficiëntie/MEE per sector voor 2016*. Geraadpleegd op 23 oktober 2018 via <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-besparen/meerjarenafspraken-energie-efficiëntie/stand-van-zaken-mja3/mee/resultaten-sector>

Rijksvastgoedbedrijf (2018). Energierijk Den Haag. *Onuitputtelijk en schoon - Jaarverslag 2017 van het programma Energierijk Den Haag*. Den Haag.

Schilling, J., Nikdel, R., Boer, M., de (2018). *Aansluiten op warmtenetten. Handreiking*. In opdracht van Aedes. Delft: CE Delft.

Schoots, K., Hekkenberg, M. & Hammingh, P. (2017). *Nationale Energieverkenning 2017*. Petten: ECN.

Schuurs, R. & Schwencke, A.M. (2017). *Lessen voor een regionale energie-strategie. Slim schakelen*. Samenwerking Vereniging Nederlandse Gemeenten, IPO, Unie van Waterschappen.

Sectortafel Gebouwde omgeving (2018). *Bijdrage van de sector-tafel Gebouwde omgeving aan het Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord, 2018*.

Geraadpleegd op 24 oktober 2018 via:

<https://www.klimaatakkoord.nl/gebouwde-omgeving/documenten/publicaties/2018/07/10/bijdrage-gebouwde-omgeving>

SenterNovem (2008). *Basisdocument xs 2 duurzaam bouwen*. In opdracht van het Ministerie van VROM. Den Haag.

Sociaal Economische Raad (2013). *Energieakkoord voor duurzame groei*. Rapport. Den Haag.

Sociaal Economische Raad (2018a). *Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord*. Den Haag: Klimaatberaad.

Sociaal Economische Raad (2018b). *Energietransitie en werkgelegenheid. Kansen voor een duurzame toekomst*. Den Haag.

Spence, A., Poortinga, W. & Pidgeon, N. (2011). *The psychological distance of climate change*. *Risk Analysis* 2012, 32, (6), p. 957-972.

Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden (2018a). *Besluit van 17 oktober 2018, houdende wijziging van het Bouwbesluit 2012 betreffende de labelverplichting voor kantoorgebouwen*. Staatsblad 2018, 380.

Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden (2018b). *Besluit van 22 juni 2018, houdende wijziging van het Bouwbesluit 2012 inzake de aansluiting op het distributienet voor gas*. Staatsblad 2018, 197.

Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden (2018c). *Wet van 4 juli 2018 tot wijziging van de warmtewet (wijzigingen naar aanleiding van de evaluatie van de Warmtewet)*. Staatsblad 2018, 311.

Steg, L. (2018). *Position paper: L. Steg 2018Z19243 van 26 oktober 2018 t.b.v. hoorzitting/rondetafelgesprek Kosten en Baten van de voorgenomen Klimaatwet d.d. 31 oktober 2018*.

Taskforce Bouwagenda (2017). *De bouwagenda - Bouwen aan de kwaliteit van leven*. Delft.

Topsector Energie (2018). *Arbeidsmarktontwikkelingen in de energietransitie*, infographic. Geraadpleegd op 17 oktober 2018 via: <https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/infographic/web-infograph-hca-mobile/index.html>

Tweede Kamer (2014). *Structuurvisie Windenergie op Zee. Brief van de minister van EZ aan de voorzitter van de Tweede Kamer van 26*



september 2014. Vergaderjaar 2014-2015, 33 561 A/Nr.11 Herdruk.

Tweede Kamer (2017a). *Regeerakkoord Vertrouwen in de toekomst 2017-2021. Bijlage bij Brief van de informateur aan de voorzitter van de Tweede Kamer van 10 oktober 2017*. Kabinetsformatie. Vergaderjaar 2017-2018, 34 700 nr. 34.

Tweede Kamer (2017b). *Brief van de minister van binnenlandse zaken en koninkrijksrelaties over Duurzame ontwikkeling en beleid van 7 december 2017*. Vergaderjaar 2017-2018, 30 196, nr. 562.

Tweede Kamer (2018a). *Gewijzigd amendement van het lid Jetten C.S. ter vervanging van dat gedrukt onder nr. 23. van 25 januari 2018. Behorende bij Wijziging van de Elektriciteitswet 1998 en van de Gaswet (voortgang energietransitie)*. Vergaderjaar 2017-2018, 34 627, nr. 39.

Tweede Kamer (2018b). *Programmastart IBP Samen meer bereiken als één overheid. Rijk, gemeenten, provincies en waterschappen starten met een interbestuurlijk programma en een gezamenlijke agenda*. Vergaderjaar 2017-2018, bijlage bij Kamerstuk 29 362 nr. 266.

Tweede Kamer (2018c). *Voorstel van wet van de leden Klaver, Asscher, Beckerman, Jetten, Dik-Faber, Yesilgöz-Zegerius en Agnes Mulder houdende een kader voor het ontwikkelen van beleid gericht op onomkeerbaar en stapsgewijs terugdringen van de Nederlandse emissies van broeikasgassen ten einde wereldwijde opwarming van de aarde en de verandering van het klimaat te beperken (Klimaatwet)*. Nota van wijziging. Vergaderjaar 2017-2018, 34 534, nr. 10.

Tweede Kamer (2018d). *Kabinetsappreciatie voorstel voor hoofdlijnen van een Klimaatakkoord*. Brief van minister EZK, 5 oktober 2018.

Uneto-VNI (2018). *Werkgarantie in installatiebranche voor olie-, kolen- en gaswerknemers*. Persbericht. Geraadpleegd op 30 oktober 2018 via: <https://www.uneto-vni.nl/persberichten/nieuwe-carriere-voor-werknemers-uit-fossiele-sectoren-in-de-installatiebranche>

Vereniging Eigen Huis (2018). *Hypotheekrenteaftrek*. Geraadpleegd op 24 oktober 2018 via: <https://www.eigenhuis.nl/hypotheken/verhuizen-naar-een-volgende-woning/hypotheekrenteaftrek>

Waarborgfonds Sociale Woningbouw (2018). *Investeren in verduurzaming DAEB-bezit kent grenzen. Geactualiseerd onderzoek WSW naar duurzaamheidsinvesteringen door corporaties*. Hilversum: WSW.

Weterings, A., Ivanova, O., Diadato, D., Lankhuizen, M., Thissen, M., Schure, K. & Koelemeijer, R. (2018). *Effecten van de energietransitie op de regionale arbeidsmarkt - een quickscan*. Den Haag: PBL.

Winkel R. (2018). Geen technisch personeel? Dan maar zelf opleiden. *Financieel Dagblad*, 24 oktober 2018.



Samenstelling raadscommissie

Prof. mr. N.S.J. (Niels) Koeman, raadslid Rli en commissievoorzitter

S.P. (Sybren) Bosch MSc, junior-raadslid Rli

Prof. dr. ir. A.A.J.F. (Andy) van den Dobbelsteen, extern commissielid
(hoogleraar Climate Design & Sustainability, TU Delft)

Prof. dr. ir. J.D.M. (Anke) van Hal, extern commissielid (professor
Sustainable Building & Development, Nyenrode Business Universiteit)

Drs. J.A. (Joop) Oude Lohuis, extern commissielid (programmamanager
Energie, Gemeente Utrecht)

Drs. W.E.M. (Ellen) Peper, raadslid Rli

Samenstelling projectteam

A.M.H. (Anita) Bruines BA, projectmedewerker

M.L. (Mirjam) van Gameren, projectassistent

Ir. F.W. (Folmer) de Haan, projectleider

Drs. M. (Martijn) Koop, extern projectmedewerker

Ir. Y.M. (Yvette) Oostendorp, projectmedewerker

Geraadpleegde deskundigen en instanties

Rob Aalbers, CPB

Peter Appeljan, Achmea Vastgoed

Jelger Arnoldussen, Economisch Instituut voor de Bouw

Peter van Asperen, ACM

GertJan van der Baan, Vesteda
Mieke van den Berg, Woningcorporatie Eigen Haard
Sanne de Boer, Stedin
Ron van den Boom, Rijksvastgoedbedrijf
Sanne de Bruin, DWA
Nico van Buren, Platform31
Christine Carabain, Sociaal Cultureel Planbureau
Thijs de la Court, Gelders Energie Akkoord
Thomas Dekker, Rabobank
Gerben Dros, Bewust investeren
Ronald Franken, Aedes
Matthijs Gordijn, Gemeente Den Haag
Vera Haaksma, Gemeente Utrecht
Koen Haans, Witteveen+Bos
Niels Hanskamp, VNG
Femke Heijnen, ACM
Taco van Hoek, Economisch Instituut voor de Bouw
Bart Hoevers, Bewust investeren
Paola Huijding, Platform31
Inge van de Klundert, Gemeente Utrecht
Oscar König, Steeds
Cees Kortleve, Invest-NL
Vincent van Lange, ACM
Frans Lemmens, WonenBregburg
Astrid Madsen, Gemeente Rotterdam
Gijs de Man, StadsVerwarming Purmerend

Marijke Menkveld, ECN part ofTNO
Albert van der Molen, Stedin
Remco van Montfoort, Invest-NL
Haico van Nunen, Bouwhulp
Ton Overmeire, Gemeente Den Haag
Harm van den Oever, Uneto-VNI
Goda Perlaviciute, Rijksuniversiteit Groningen
Diederik Samsom, voorzitter Overlegtafel Gebouwde omgeving
Ben Spiering, De Bouwagenda
Sjuul Stappers, Janssen de Jong Bouw
Maya van der Steenhoven, Provincie Zuid-Holland
Linda Steg, Rijksuniversiteit Groningen
Casper Tigchelaar, ECN part ofTNO
Nicoline Tijssen, Nederlandse Vereniging van Banken
Martine de Vaan, Rijksvastgoedbedrijf
Donald van der Veen, Stichting Maatschappelijk Vastgoed
Maarten Eeke van der Veen, Vereniging Eigen Huis
Edwin van Veenhuizen, BNG Bank
Wouter Verduyn, Energie-Nederland
Friso Waagmeester, DWA
Rob Weterings, SER Borgingscommissie Energieakkoord
Kirsten Wilkeshuis, Netbeheer Nederland
Felix Wolf, Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving



Departementen

Jorrit Bakker, Ministerie van BZK

Jan van Beuningen, Ministerie van BZK

Martin Bottema, Ministerie van BZK

Edwin Buser, Ministerie van BZK

Jos van Dalen, Ministerie van BZK

Sandor Gaastra, Ministerie van EZK

Sabine Galjé, Ministerie van BZK

Cees Kortleve, Ministerie van EZK

Chris Kuijpers, Ministerie van BZK

Ferdi Licher, Ministerie van BZK

Remco van Montfoort, Ministerie van EZK

Joost Vermeulen, Ministerie van EZK

Tjalling de Vries , Ministerie van EZK

Bert Wilbrink, Ministerie van EZK

David van der Woude, Ministerie van BZK

Reviewers

Pieter Boot, Planbureau voor de leefomgeving

Astrid Madsen, Gemeente Rotterdam



OVERZICHT PUBLICATIES

2018

Nationale omgevingsvisie: lakmoesproef voor de Omgevingswet.
November 2018 (Rli 2018/06)

Versnellen woningbouwproductie, met behoud van kwaliteit.
Juni 2018 (Rli 2018/05)

Van B naar Anders: Investeren in mobiliteit voor de toekomst.
Mei 2018 (Rli 2018/04)

De stad als gezonde habitat: gezondheidswinst door omgevingsbeleid.
April 2018 (Rli 2018/03)

Duurzaam en gezond: samen naar een houdbaar voedselsysteem.
Maart 2018 (Rli 2018/02)

Stroomvoorziening onder digitale spanning. Februari 2018 (Rli 2018/01)

2017

Brede blik op erfgoed: over de wisselwerking tussen erfgoed en transitie
in de leefomgeving. December 2017 (Rli 2017/03)

Energietransitie en leefomgeving: kennisnotitie. December 2017 (Rli 2017)

Grond voor gebiedsontwikkeling: instrumenten voor grondbeleid in een
energieke samenleving. Juni 2017 (Rli 2017/02)

Technologie op waarde schatten: een handreiking. Januari 2017 (Rli 2017/01)

2016

Dichterbij en sneller: kansen voor betere bereikbaarheid in stedelijke regio's.
December 2016 (Rli 2016/05)

International Scan 2016: Emerging Issues in an International Context.
November 2016 (Rli/EEAC)

Verbindend landschap. November 2016 (Rli 2016/04)

Opgaven voor duurzame ontwikkeling: hoofdlijnen uit vier jaar advisering
door de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur. Juli 2016 (Rli 2016/03)

Mainports voorbij. Juli 2016 (Rli 2016/02)

Systeemverantwoordelijkheid in de fysieke leefomgeving.
Mei 2016 (Rli 2016/01)



2015

Vernieuwing omgevingsrecht: maak de ambities waar.

December 2015 (Rli 2015/07)

Rijk zonder CO₂: naar een duurzame energievoorziening in 2050.

September 2015 (Rli 2015/06)

Ruimte voor de regio in Europees beleid. September 2015 (Rli 2015/05)

Wonen in verandering: over flexibilisering en regionalisering in het woonbeleid. Juni 2015 (Rli 2015/04)

Stelselherziening omgevingsrecht. Mei 2015 (Rli 2015/03)

Circulaire economie: van wens naar uitvoering. Juni 2015 (Rli 2015/02)

Verkenning technologische innovaties in de leefomgeving.

Januari 2015 (Rli 2015/01)

2014

Vrijkomend rijksvastgoed: over maatschappelijke doelen en geld.

December 2014 (Rli 2014/07)

Risico's gewaardeerd: naar een transparant en adaptief risicobeleid.

Juni 2014 (Rli 2014/06)

Milieuschade verhalen: advies financiële zekerheidstelling milieuschade Brzo- en IPPC4-bedrijven. Juni 2014 (Rli 2014/05)

Internationale verkenning 2014. Signalen: de opkomende vraagstukken uit het internationale veld. Mei 2014 (Rli 2014)

De toekomst van de stad: de kracht van nieuwe verbindingen.

April 2014 (Rli 2014/04)

Kwaliteit zonder groei: over de toekomst van de leefomgeving.

April 2014 (Rli 2014/03)

Doen en laten: effectiever milieubeleid door mensenkennis.

Maart 2014 (Rli 2014/02)

Langer zelfstandig, een gedeelde opgave van wonen, zorg en welzijn.

Januari 2014 (Rli 2014/01)

2013

Duurzame keuzes bij de toepassing van het Europese landbouwbeleid in Nederland. Oktober 2013 (Rli 2013/06)

Sturen op samenhang: governance in de metropolitane regio

Schiphol/Amsterdam. September 2013 (Rli 2013/05)



Veiligheid bij Brzo-bedrijven: verantwoordelijkheid en daadkracht.

Juni 2013 (Rli 2013/04)

Nederlandse logistiek 2040: *designed to last*. Juni 2013 (Rli 2013/03)

Onbeperkt houdbaar: naar een robuust natuurbeleid. Mei 2013 (Rli 2013/02)

Ruimte voor duurzame landbouw. Maart 2013 (Rli 2013/01)

2012

Keep Moving: Towards Sustainable Mobility. Edited by Bert van Wee.

Oktober 2012 (Rli/EEAC)



Colofon

Tekstredactie

Annemieke Diekman, journalist

Fotoverantwoording

Cover: Werry Crone / Hollandse Hoogte

Pagina 6: Michiel Wijnbergh / Hollandse Hoogte

Pagina 24: Robbert Frank Hagens / Hollandse Hoogte

Pagina 38: Ries van Wendel de Joode / Hollandse Hoogte

Pagina 49: Riesjard Schropp

Pagina 57: Spaarnestad Photo / Hollandse Hoogte,
Jaco Klamer / Hollandse Hoogte

Pagina 63: Pixaby, Werry Crone / Hollandse Hoogte

Infographics

Vizualism: Frédéric Ruys (pagina 13, 16, 33 en 37)

Grafisch ontwerp

2D3D Design

Publicatie Rli 2018/07

December 2018

Vertaling

Deel 1 van het advies is vertaald in het Engels en te downloaden via

<https://en.rli.nl>

Bronvermelding

Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (2018). Warm aanbevolen:
CO₂-arme warmte in de gebouwde omgeving. Den Haag. Digitale uitgave

ISBN 978-90-77166-76-5

NUR 740

