



## Klimaatneutraal Zeist



**CE Delft**

Committed to the Environment



# Klimaatneutraal Zeist

Dit rapport is geschreven door:

Lonneke Wielders

Thijs Scholten

Harry Croezen

Delft, CE Delft, mei 2017

Publicatienummer: 17.5L52.73

Gemeenten / Klimaatverandering / Energievoorziening / Beleid / Maatregelen /  
Energiebesparing / Hernieuwbare energie

Opdrachtgever: Gemeente Zeist

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Lonneke Wielders (CE Delft).

© copyright, CE Delft, Delft

## **CE Delft**

### **Committed to the Environment**

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al ruim 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Aanleiding	7
1.2	Doel	7
1.3	Leeswijzer	7
<b>2</b>	<b>Huidige CO<sub>2</sub>-emissies</b>	<b>8</b>
2.1	Overzicht totale CO <sub>2</sub> -emissies	8
2.2	Sector woningen	9
2.3	Sector bedrijven en kantoren	15
2.4	Sector mobiliteit	18
<b>3</b>	<b>Opgave klimaatneutraal</b>	<b>20</b>
3.1	Zeist klimaatneutraal	20
<b>4</b>	<b>Besparingspotentieel</b>	<b>22</b>
4.1	Inleiding	22
4.2	Sector woningen	22
4.3	Bedrijven en kantoren	28
4.4	Mobiliteit	30
4.5	Conclusies energiebesparing	31
<b>5</b>	<b>Opgave hernieuwbare energie</b>	<b>34</b>
5.1	Hernieuwbare elektriciteit	34
5.2	Hernieuwbare warmte	35
5.3	Totaal hernieuwbare elektriciteit en warmte	42
	<b>Literatuurlijst</b>	<b>43</b>
<b>Bijlage A</b>	<b>Omrekenfactoren</b>	<b>44</b>
<b>Bijlage B</b>	<b>Buurten van Zeist</b>	<b>45</b>
<b>Bijlage C</b>	<b>Klimaat- vs. energieneutraal</b>	<b>46</b>
<b>Bijlage D</b>	<b>Beleid uit de NEV raming</b>	<b>49</b>
<b>Bijlage E</b>	<b>Warmte-opties</b>	<b>50</b>



# Samenvatting

‘In Zeist willen we in 2030 evenveel duurzame energie opwekken, als dat we verbruiken.’ Dat is de heldere ambitie die de gemeente Zeist heeft uitgesproken: een klimaatneutrale gemeente in 2030. Hiermee neemt Zeist de verantwoordelijkheid voor het eigen aandeel in energieverbruik, in de strijd tegen klimaatverandering en voor een gezonde aarde.

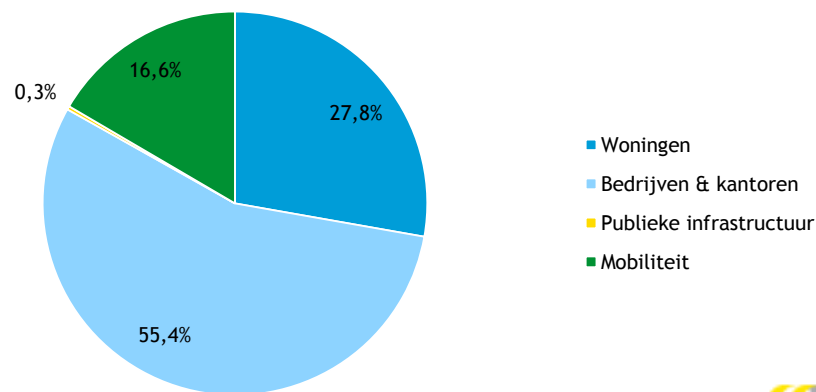
Achter deze krachtige ambitie zit een wereld verborgen. Deze rapportage wil inzicht in die wereld bieden. Ze geeft antwoord op de vragen:

1. Wat is het energieverbruik in Zeist in 2030 als we ons energieverbruik zo sterk mogelijk verlagen?
2. Welke mogelijkheden hebben we in Zeist voor het opwekken van duurzame (hernieuwbare) energie in 2030?

## 1. Energieverbruik Zeist in 2030

De totale CO<sub>2</sub>-uitstoot van woningen, bedrijven, kantoren en verkeer in de gemeente Zeist is in 2016 ongeveer 310 kton CO<sub>2</sub>. Het energieverbruik is 3.764 TJ. De verdeling van de uitstoot is weergegeven in Figuur 1.

Figuur 1 Totale CO<sub>2</sub>-emissie gemeente Zeist in 2016 (310 kton CO<sub>2</sub>)



Bron: Energie in Beeld (Woningen, Bedrijven & Kantoren, 2016), Klimaatmonitor (Mobiliteit, 2015) en gemeente Zeist (Publieke infrastructuur, 2015).

Deze uitstoot is voor 43% afkomstig van het elektriciteitsgebruik, voor 40% van het aardgasgebruik en voor 17% van de verbranding van motorbrandstoffen.

De gemeente Zeist wil dat alle energie die verbruikt wordt in de gemeente hernieuwbaar opgewekt moet worden. Om dat te bereiken, kan aan twee ‘knoppen’ worden gedraaid:

- minder energieverbruik door energie te besparen;
- opwekking van hernieuwbare energie in Zeist.

### Hoeveel energie kunnen we besparen in woningen?

Bij woningen wordt vooral energie verbruikt voor warmte en warm water. Daarvoor wordt vooral gas gebruikt. Het creëren van warmte in woningen vraagt bijna 80% van het energiegebruik (57% van de CO<sub>2</sub>-emissie). Dit is goed voor bijna 30% van het totale energiegebruik in de gemeente Zeist. Dat kunnen



we vooral terugbrengen door woningen te isoleren, zuinige warmte-installaties te gebruiken en ons gedrag aan te passen.

De technische ontwikkelingen zijn ook van invloed. We gebruiken steeds meer apparaten, maar ze worden ook steeds zuiniger. Maar per saldo gebruiken Nederlanders steeds meer elektriciteit.

Het aantal mogelijkheden om echt te besparen op elektriciteit is dan ook relatief beperkt. Eén van de mogelijkheden is: stimuleren dat Zeistenaren hun gedrag aanpassen.

Tabel 1 geeft het totaal aan mogelijkheden voor besparingen in de sector woningen weer<sup>1</sup>.

Tabel 1 Overzicht besparingspotentieel in de totale sector woningen<sup>2</sup>

Categorie	Woningen			
	Gas (TJ)	Elektriciteit (TJ)	Gas (%)	Elektriciteit (%)
Isolatiemaatregelen	166		19%	
Zuinigere technieken	34	-8	4%	-3,5%
Gedrag	44	11	5%	5%
<b>Totaal</b>	<b>243</b>	<b>3</b>	<b>28%</b>	<b>1,5%</b>

### Hoeveel energie kunnen we besparen in bedrijven en kantoren?

In de sector bedrijven en kantoren kan worden bezuinigd door isolatie, zuinige technieken, gedrag en procesoptimalisatie.

Tabel 2 geeft de totale besparingen voor de sector bedrijven en kantoren weer. Daarbij maken we onderscheid tussen 'dienstverlening en overige bedrijven' en de 'industrie'.

Bedrijven en kantoren kunnen rond de 24% energie besparen op hun warmtevraag, via isolatie en zuiniger technieken. In de industrie is dat zelfs 39%. Op de elektriciteitsvraag kan de industrie tot 30% besparen. Bedrijven en kantoren kunnen tot 15% beter uit zijn.

Tabel 2 Overzicht besparingspotentieel in de sector bedrijven en kantoren<sup>2</sup>

Categorie	Dienstverlening en overig		Industrie		Dienstverlening en overig		Industrie	
	Gas (TJ)	Elektra (TJ)	Gas (TJ)	Elektra (TJ)	Gas (%)	Elektra (%)	Gas (%)	Elektra (%)
Isolatiemaatregelen	101		14		9%		9%	
Zuinigere technieken	118	51	32	16	10%	10%	20%	20%
Procesoptimalisatie			16	8			10%	10%
Gedrag	59	25			5%	5%		
<b>Totaal</b>	<b>278</b>	<b>76</b>	<b>62</b>	<b>25</b>	<b>24%</b>	<b>15%</b>	<b>39%</b>	<b>30%</b>

<sup>1</sup> Het besparingspotentieel voor een individuele woning kan veel hoger liggen.

<sup>2</sup> De optelling kan afwijken in verband met afronding van de gepresenteerde cijfers.



### Hoeveel energie kunnen we besparen in mobiliteit?

De mogelijkheden om op het energiegebruik bij verkeer te besparen zijn beperkt. Belangrijke opties zijn het stimuleren dat inwoners de fiets of het OV pakken, in plaats van de auto. Of het stimuleren van elektrisch vervoer. Niet alleen zijn elektrische voertuigen efficiënter, ze stoten ook geen schadelijke stoffen uit en kunnen op termijn op volledige hernieuwbare elektriciteit rijden. In

Tabel 3 staat wat de mogelijkheden voor energiebesparing zijn voor verkeer en vervoer (mobiliteit).

Tabel 3 Overzicht besparingspotentieel in de sector mobiliteit

Categorie	Autobrandstoffen (incl. elektriciteit)	
	%	TJ
Huidig verbruik 2015	100%	731
Energiebesparing door <i>modal shift</i>	10%	-73
Energiebesparing door elektrisch vervoer (netto)	15%	-110
<b>Verbruik na max. besparing</b>	<b>75%</b>	<b>548</b>

### Hoeveel energie kan Zeist in totaal besparen?

De Zeister samenleving kan in totaal 23% aan energie besparen (880 TJ minder dan in 2016), onder meer door vergaande isolatie en zuinige technieken in woningen en bedrijven. Dit komt neer op een totale CO<sub>2</sub>-besparing van 26% (ruim 63 kton CO<sub>2</sub>-eq.) ten opzichte van de situatie in 2016. De resterende hoeveelheid energie moet in 2030 opgewekt worden via duurzame (hernieuwbare) energie.

## 2. Hoeveel energie kunnen we duurzaam opwekken in Zeist?

Als de Zeister samenleving energie heeft bespaard, blijft er nog een energievraag over: 2.890 TJ. Om energieneutraal te worden zal deze energievraag ingevuld moeten gaan worden met hernieuwbare energie (zoals bijvoorbeeld zonnepanelen, windmolens en opties voor hernieuwbare warmte).

### Zonnepanelen

Om een beeld te krijgen van hoeveel dat is: om deze hoeveelheid energie op te wekken, is er een hoeveelheid zonnepanelen nodig ter grootte van bijna 8,5 km<sup>2</sup>. Dat zijn ruim 1.200 voetbalvelden. Als we de daken in Zeist optimaal gebruiken kan er in totaal bijna 325 TJ elektriciteit per jaar geproduceerd worden met bijna 500.000 zonnepanelen op daken. Het grootste potentieel ligt hiervoor bij daken van woningen. Er is dan nog bijna 7,5 km<sup>2</sup> grondoppervlak voor zonnepanelen nodig om volledig te kunnen voldoen aan de 2.890 TJ energievraag. Dit is veel meer dan dat in theorie op open velden in Zeist gerealiseerd kan worden.

### Windmolens

En als we de energiebehoefte geheel invullen met windmolens, dan hebben we ruim 120 moderne, grote windmolens van 3 MW nodig. Ook dit zijn meer windmolens dan Zeist aan grondgebied hiervoor beschikbaar heeft. Als we alleen kijken naar grondoppervlak van open gebieden, zonder rekening te houden met randvoorwaarden, is het absolute maximum 36 windmolens. Dat staat voor ruim 850 TJ. Maar dat aantal van 36 kan in de praktijk niet worden gehaald.



## Warmteopwekking

Naast opwekking van elektriciteit, is het ook mogelijk om duurzame warmte te creëren. Dat gebeurt door andere technieken, zoals: gebruik maken van de warmte uit de aarde, of het hergebruiken van warmte die vrij komt bij bedrijfsprocessen. Dit soort technieken kunnen in theorie 1.600 TJ van de energievraag van 2.890 TJ invullen met duurzame warmte (zie Tabel 4). Dit is in theorie. Het realiseren van deze warmteopwekking brengt aanpassingen aan de omgeving en kosten met zich mee. De ene optie ligt hierdoor meer voor de hand dan de andere. Daarnaast is het heel afhankelijk van de buurt en het type bebouwing welke manier van warmteopwekking het meest geschikt is.

Tabel 4 Overzicht potentieel hernieuwbare warmte

Categorie	Hernieuwbare warmte (TJ)
Restwarmte	480
Geothermie (diepe aardwarmte)*	890
Zonnewarmte (additioneel t.o.v. geothermie)*	180
WKO (ondiepe aardwarmte)	4 - >>
Biomassa	40
<b>Totaal</b>	<b>+/- 1.600</b>

## Conclusie

Als alle mogelijkheden van warmte-opwekking worden benut, dan blijft nog 1.290 TJ over om in te vullen met bijvoorbeeld zonnepanelen en/of wind-energie. Er is dan nog 3,6 km<sup>2</sup> aan zon-PV nodig (ongeveer 510 voetbalvelden) of er zijn ruim 50 windmolens nodig (of een combinatie tussen beide). Deze opgave voor zonnepanelen en/of wind is dan nog steeds fors. Dit geeft dus het belang aan van de inzet op energiebesparing, zuinige technieken en hernieuwbare warmte binnen de route naar klimaatneutraliteit waarbij er binnen Zeist evenveel duurzame energie wordt opgewekt als er in Zeist wordt verbruikt.

Tabel 5 Overzicht energievraag, besparing en hernieuwbare energie<sup>3</sup>

Categorie	TJ
Huidige energieverbruik	3.764
Energiebesparingspotentieel woningen	247
Energiebesparingspotentieel bedrijven en kantoren	442
Energiebesparingspotentieel mobiliteit	183
<i>Resterende energievraag na energiebesparing</i>	<i>+/- 2.890</i>
Restwarmte	480
Geothermie (diepe aardwarmte)*	890
Zonnewarmte (additioneel t.o.v. geothermie)*	180
WKO (ondiepe aardwarmte)	4 - >>
Biomassa	40
<i>Resterende energievraag na inzet van hernieuwbare warmte</i>	<i>+/- 1.290</i>

<sup>3</sup> De optelling kan afwijken in verband met afronding van de gepresenteerde cijfers.



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

De gemeente Zeist heeft zich uitgesproken om een klimaatneutrale gemeente te zijn in 2030. Hierbij is klimaatneutraal gedefinieerd als 'er wordt evenveel duurzame energie opgewekt als er in Zeist wordt verbruikt'. Dit is een grote opgave waarbij sterk ingezet zal moeten worden op energiebesparing en de opwekking van hernieuwbare energie. CE Delft is gevraagd om een analyse uit voeren ter ondersteuning van de invulling van deze ambitie.

In oktober 2016 is de Brede Milieuvisie vastgesteld. Eén van de pijlers van deze Brede Milieuvisie is 'Klimaat en energie, waarbinnen de ambitie om klimaatneutraal te zijn in 2030 is ondergebracht. De route naar klimaatneutraal in 2030 wordt uitgewerkt in een energieplan. Deze ambitie kan alleen gerealiseerd worden als alle betrokkenen hun verantwoordelijkheid nemen in de uitvoering van het energieplan. Daarom wordt het energieplan in samenwerking met de samenleving, bedrijven, belangengroepen en overige stakeholders opgesteld, zodat het een breed gedragen plan is. Als basis voor dit energieplan heeft de gemeente behoefte aan inzicht in de huidige stand van zaken, en mogelijkheden binnen de gemeente Zeist om klimaatneutraal te worden.

## 1.2 Doel

Het doel van deze studie is om de gemeente Zeist inzicht te geven in:

- huidige energiegebruik binnen de grenzen van gemeente Zeist, per sector en per energiedrager;
- de omvang en de opgave van klimaatneutraal in 2030;
- de wet- en regelgeving en de autonome ontwikkeling richting 2030;
- het potentieel voor efficiencyverbetering (energiebesparing) in de verschillende (sub)sectoren;
- het potentieel voor duurzame energieopwekking binnen de grenzen van gemeente Zeist.

## 1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 van deze rapportage geven we een overzicht van de huidige CO<sub>2</sub>-emissies in Zeist in het jaar 2016. Hierna schetsen we in Hoofdstuk 3 de context en opgave voor een klimaatneutrale gemeente. In Hoofdstuk 4 analyseren we het besparingspotentieel voor verschillende sectoren in de gemeente Zeist. Vervolgens geven we in Hoofdstuk 5 een overzicht van het potentieel aan hernieuwbare energie binnen de gemeentegrenzen. Een viertal bijlagen geven aanvullende informatie.



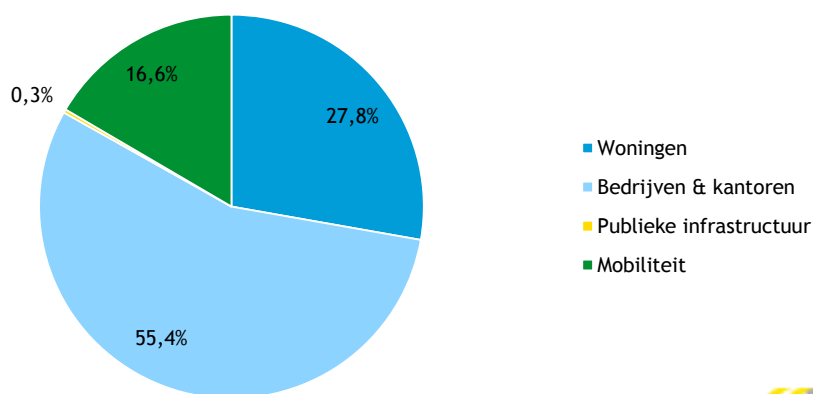


# 2 Huidige CO<sub>2</sub>-emissies

## 2.1 Overzicht totale CO<sub>2</sub>-emissies

De totale CO<sub>2</sub>-emissie van de gemeente Zeist is in 2016 ruim 310 kton CO<sub>2</sub>. De verdeling over de verschillende sectoren is weergegeven in Figuur 2. De sector 'bedrijven en kantoren' is verantwoordelijk voor meer dan de helft van de CO<sub>2</sub>-emissie in de gemeente Zeist. Onder de figuur is de onderverdeling van deze sector opgenomen. De financiële branche is in Zeist het grootst, gevolgd door de branches advisering, gezondheidszorg, industrie en overige dienstverlening. De overige branches zijn alle branches (16 in totaal) die een kleiner aandeel hebben dan 6,0%.

Figuur 2 Totale CO<sub>2</sub>-emissie gemeente Zeist in 2016 (ton CO<sub>2</sub>)



Opmerking: Bij mobiliteit gaat het om emissies van brandstofgebruik in het wegverkeer exclusief snelwegen.

Bron: Energie in Beeld (Woningen, Bedrijven & Kantoren, 2016), Klimaatmonitor (Mobiliteit, 2015) en gemeente Zeist (Publieke infrastructuur, 2015).

Tabel 6 Onderverdeling van de sector 'bedrijven en kantoren' naar branche.

	2016
Financiële instelling	15,0%
Advisering	14,3%
Gezondheidszorg	10,5%
Industrie	8,5%
Overige dienstverlening	6,3%
Overig <sup>4</sup>	45,5%

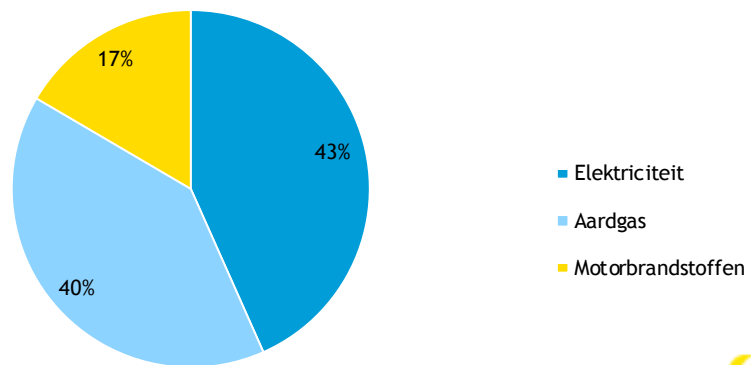
Bron: Energie in Beeld, 2016.

<sup>4</sup> Voornamelijk bouwnijverheid, detailhandel, informatie en communicatie, horeca, onderwijs en verhuur van handel in onroerend goed.



In Figuur 3 is aangegeven hoe de verdeling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot per energiedrager is. We maken hierbij onderscheid tussen elektriciteit, aardgas en motorbrandstoffen (diesel, benzine en LPG). Hieruit blijkt dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot die veroorzaakt door elektriciteit en aardgas nagenoeg gelijk liggen in de gemeente Zeist.

Figuur 3 Verdeling van de CO<sub>2</sub>-emissie naar energiedrager



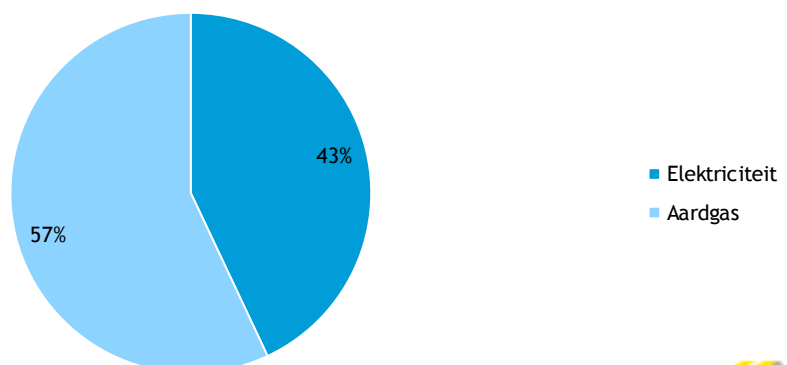
Bron: Energie in Beeld (Woningen, Bedrijven & Kantoren, 2016), Klimaatmonitor (Mobiliteit, 2015) en gemeente Zeist (Publieke infrastructuur, 2015).

In de volgende paragrafen gaan we verder in op de opbouw van de CO<sub>2</sub>-emissies van de sectoren 'woningen', 'bedrijven en kantoren' en 'mobiliteit'. De sector 'publieke infrastructuur' laten we buiten beschouwing omdat het aandeel op de totale CO<sub>2</sub>-emissie erg klein is.

## 2.2 Sector woningen

De sector woningen zorgt voor 27,8% van de totale CO<sub>2</sub>-emissies (ruim 86 kton CO<sub>2</sub>). Binnen deze sector wordt iets meer dan de helft van deze CO<sub>2</sub>-emissies wordt veroorzaakt door het gasgebruik (zie Figuur 4).

Figuur 4 Verdeling CO<sub>2</sub>-emissie binnen de sector wonen



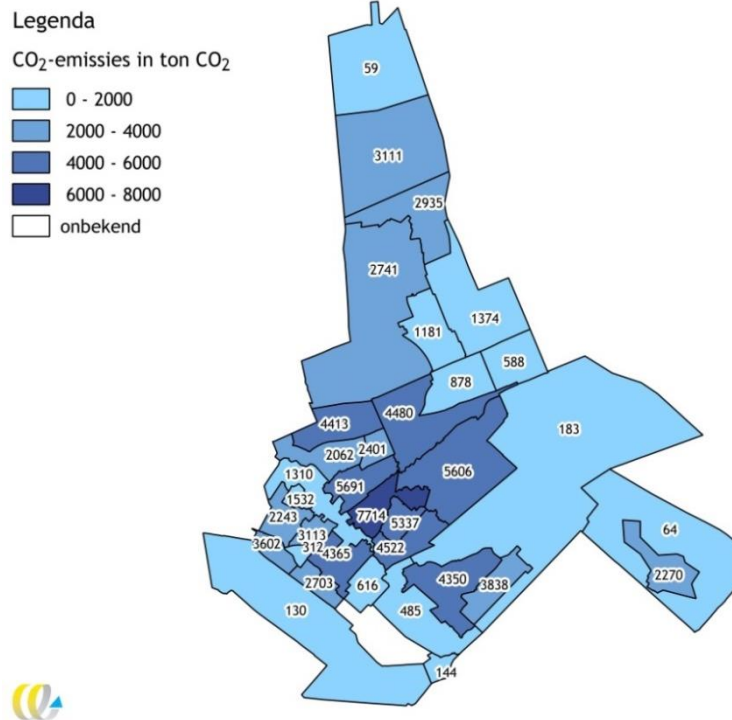
Bron: Energie in Beeld, 2016.



De verdeling van de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot van woningen is in Figuur 5 weergegeven per buurt<sup>5</sup>. Figuur 6 toont de totale emissies per m<sup>2</sup> vloeroppervlak. Dit is een indicatie voor de energiezuinigheid van de woning. Een hoge emissie per m<sup>2</sup> duidt op een onzuinige woning.

In de buurt Beukbergen is de CO<sub>2</sub>-uitstoot van woningen per m<sup>2</sup> het hoogst (140 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>), daarnaast zijn ook het gas- en het elektriciteitsgebruik per m<sup>2</sup> in Beukbergen het hoogst, zie Figuur 7 en Figuur 8.

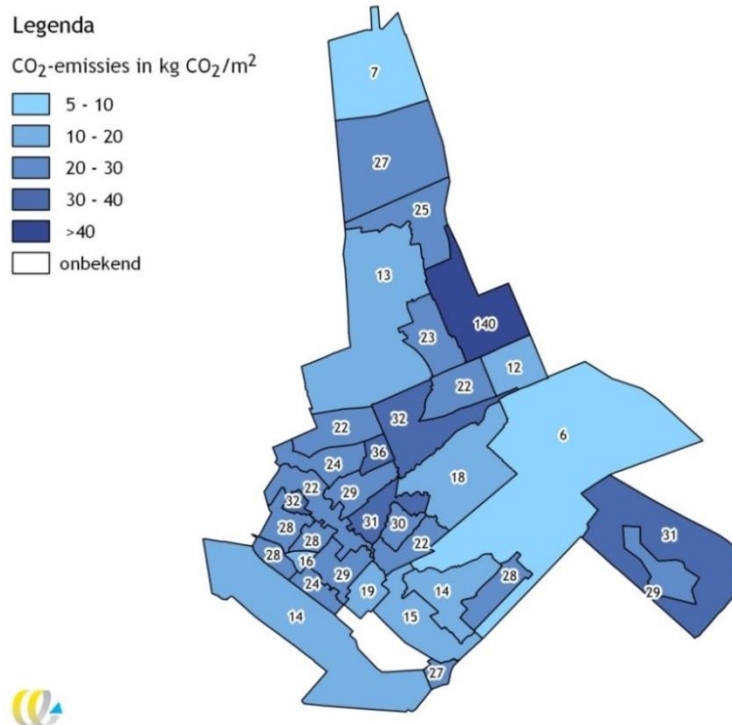
Figuur 5 Verdeling totale CO<sub>2</sub>-emissie van de sector woningen naar buurt



Bron: CE Delft, analyse o.b.v. cijfers Energie in Beeld en CBS uit 2016.

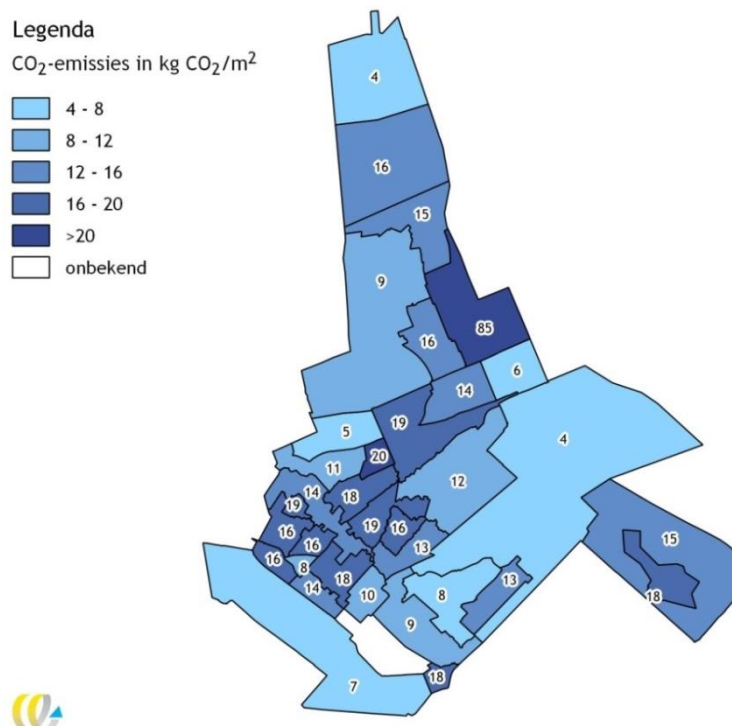
<sup>5</sup> In Bijlage B is een kaart opgenomen waarin de namen van de buurten zijn aangegeven.

Figuur 6 Verdeling CO<sub>2</sub>-emissie van de sector woningen naar buurt (per m<sup>2</sup> vloeroppervlak)



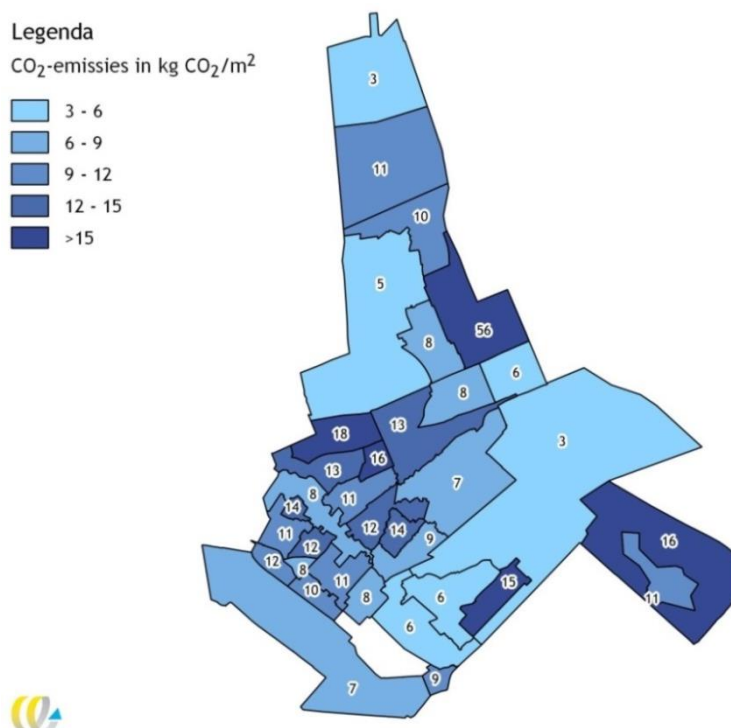
Bron: CE Delft, analyse o.b.v. cijfers Energie in Beeld en CBS uit 2016.

Figuur 7 Verdeling CO<sub>2</sub>-emissie door het gasgebruik van de sector woningen naar buurt (per m<sup>2</sup> vloeroppervlak)



Bron: CE Delft, analyse o.b.v. cijfers Energie in Beeld en CBS uit 2016.

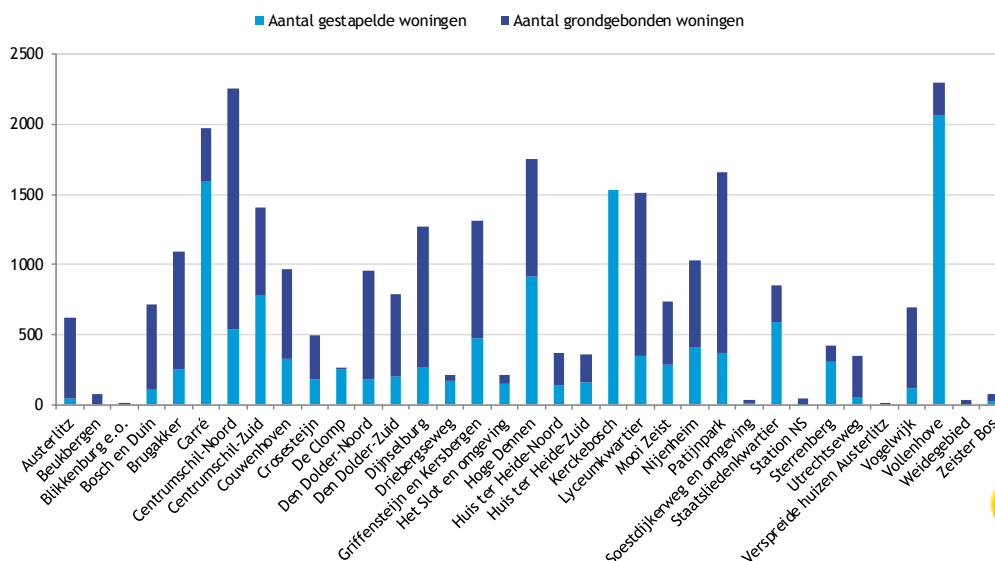
**Figuur 8** Verdeling CO<sub>2</sub>-emissie door het elektriciteitsgebruik van de sector woningen naar buurt (per m<sup>2</sup> vloeroppervlak)



Bron: CE Delft, analyse o.b.v. cijfers Energie in Beeld en CBS uit 2016.

Ook in de buurt Centrumschil-Noord staan relatief energie-onzuinige woningen die door hun grote aantal ook een aanzienlijk bijdrage hebben aan de totale emissies in Zeist. Zoals blijkt uit Figuur 9 zijn er in deze buurt relatief veel grondgebonden woningen. Grondgebonden woningen hebben vaak een relatief hoger verbruik dan gestapelde bouw; maar bieden daarnaast bijvoorbeeld meer potentieel voor de productie van zonne-energie.

**Figuur 9** Aantal gestapelde en grondgebonden woningen per buurt

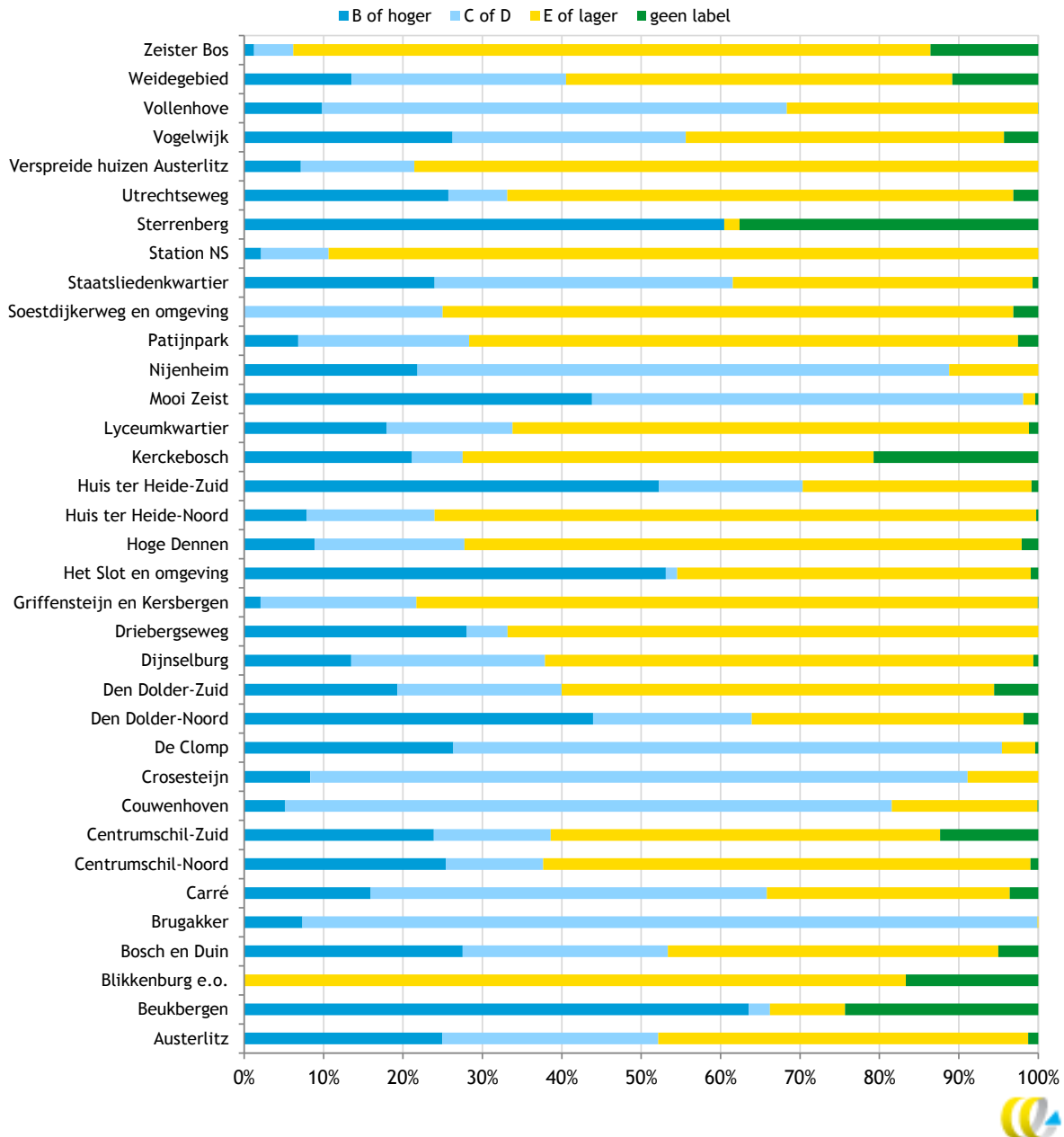


Bron: CBS, 2016.



Het gasgebruik per m<sup>2</sup> vloeroppervlak, en daarmee de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het gasgebruik, is ook voor een groot deel gecorreleerd aan het label van de woningen. In Figuur 10 is per buurt de labelverdeling gegeven. Nog niet alle woningen hebben een label, bijvoorbeeld woningen die net zijn opgeleverd. De buurten Blikkenburg e.o., Zeister Bos, Station NS en Griffensteijn en Kersbergen hebben relatief veel labels van E of hoger.

**Figuur 10** Energielabels in de gemeente Zeist



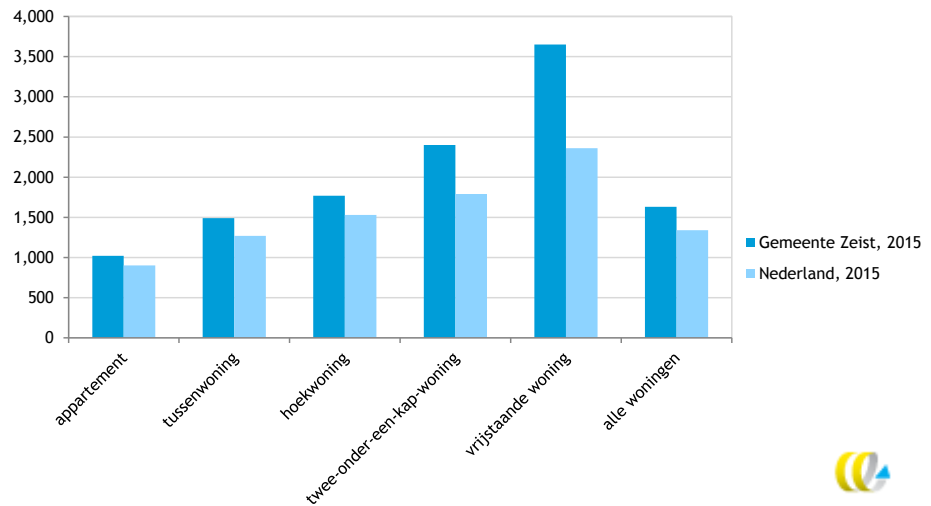
Bron: CE Delft, analyse o.b.v. gegevens EP-online en CBS.

Bovenstaande grafiek bevat veel informatie over de energiezuinigheid van de woningen in de verschillende buurten in Zeist. Om deze informatie in perspectief te kunnen plaatsen is het ook interessant om het energieverbruik van de woningen in Zeist te vergelijken met het energieverbruik van soort-



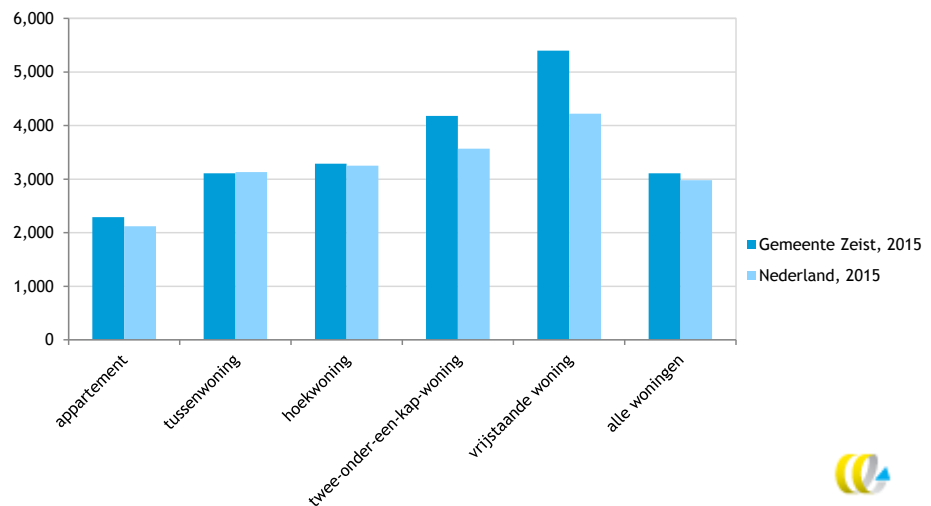
gelijke woningen in Nederland. Uit deze analyse blijkt dat de woningen in Zeist gemiddeld gezien meer elektriciteit en gas verbruiken dan een woning van hetzelfde type in Nederland. Dit is weergegeven in Figuur 11 en Figuur 12 voor verschillende woningtypen. Voor een deel valt dit te verklaren doordat woningen in Zeist gemiddeld iets groter en ouder zijn (CBS, 2013), maar daarnaast kan dus ook voorzichtig geconcludeerd worden dat de energiezuinigheid van de woningen in Zeist gemiddeld slechter is dan die van de soortgelijke woningen elders in Nederland.

**Figuur 11** Gemiddeld gasgebruik per woningtype (temperatuur gecorrigeerd) in Zeist in vergelijking met Nederland (in m<sup>3</sup>/jaar)



Bron: Klimaatmonitor, 2015.

**Figuur 12** Gemiddeld elektriciteitsgebruik per woningtype in Zeist in vergelijking met Nederland (in kWh/jaar)



Bron: Klimaatmonitor, 2015.

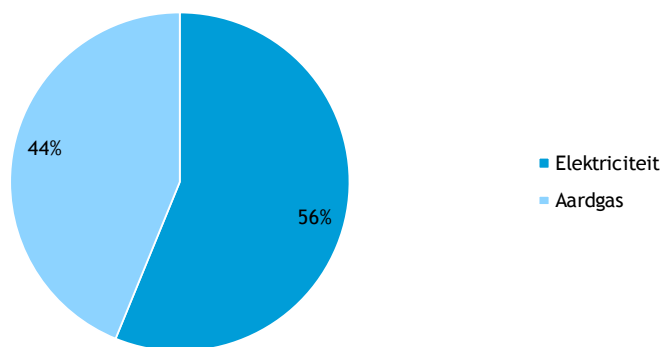
De gegevens die in dit hoofdstuk gepresenteerd zijn geven de huidige stand van de woningvoorraad in Zeist aan (per buurt). In Hoofdstuk 4 bepalen aan de hand van deze gegevens wat het besparingspotentieel (per buurt) voor de sector woningen is.

In de volgende paragraaf gaan we verder in op de huidige CO<sub>2</sub>-emissie en energieverbruiken van de sector 'bedrijven en kantoren'.

### 2.3 Sector bedrijven en kantoren

De sector bedrijven en kantoren zorgt voor 55,4% van de totale CO<sub>2</sub>-emissies (ruim 172 kton CO<sub>2</sub>). Binnen deze sector wordt iets meer dan de helft van deze CO<sub>2</sub>-emissies veroorzaakt door het elektriciteitsgebruik (zie Figuur 13). Voor de sector woningen ligt deze verdeling precies omgekeerd.

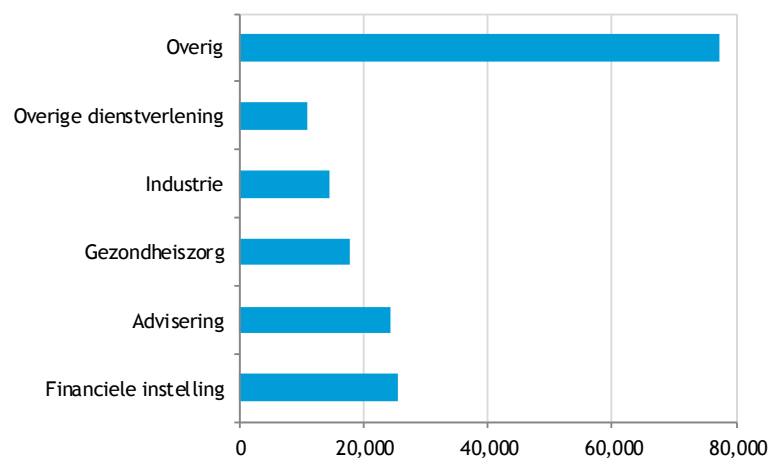
Figuur 13 Verdeling CO<sub>2</sub>-emissie binnen de sector bedrijven en kantoren



Bron: Energie in Beeld, 2016.

In Figuur 14 is te zien welke branches verantwoordelijk zijn voor welk deel van deze CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Figuur 14 Verdeling CO<sub>2</sub>-emissie van de sector bedrijven en kantoren naar branche (ton CO<sub>2</sub>)



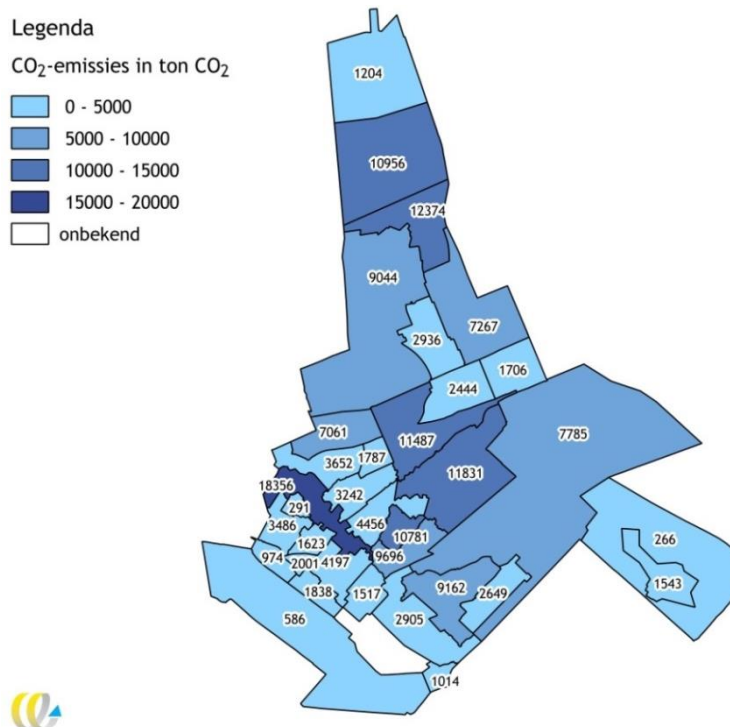
Bron: Energie in Beeld, 2016.





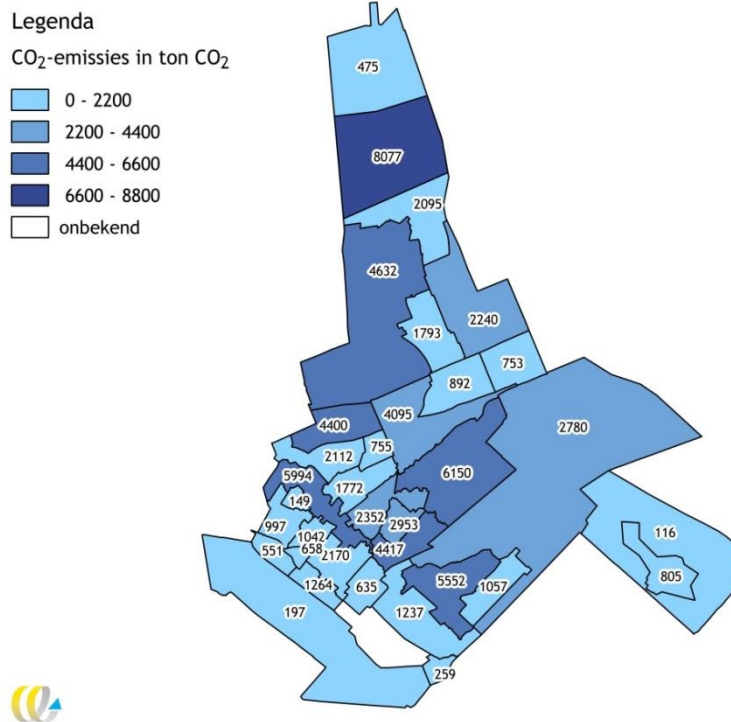
De verdeling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van bedrijven en kantoren is in Figuur 15 weergegeven per buurt. In de buurt Utrechtseweg is de CO<sub>2</sub>-uitstoot van bedrijven en kantoren het hoogst. In deze buurt zit het grootste oppervlak met een kantoorfunctie (ruim 108.000 m<sup>2</sup>, dat is 24% van het totale kantooroppervlak in Zeist). Met name het elektriciteitsverbruik is hoog in deze buurt (zie Figuur 16 en Figuur 17).

Figuur 15 Verdeling CO<sub>2</sub>-emissie van de sector bedrijven en kantoren naar buurt



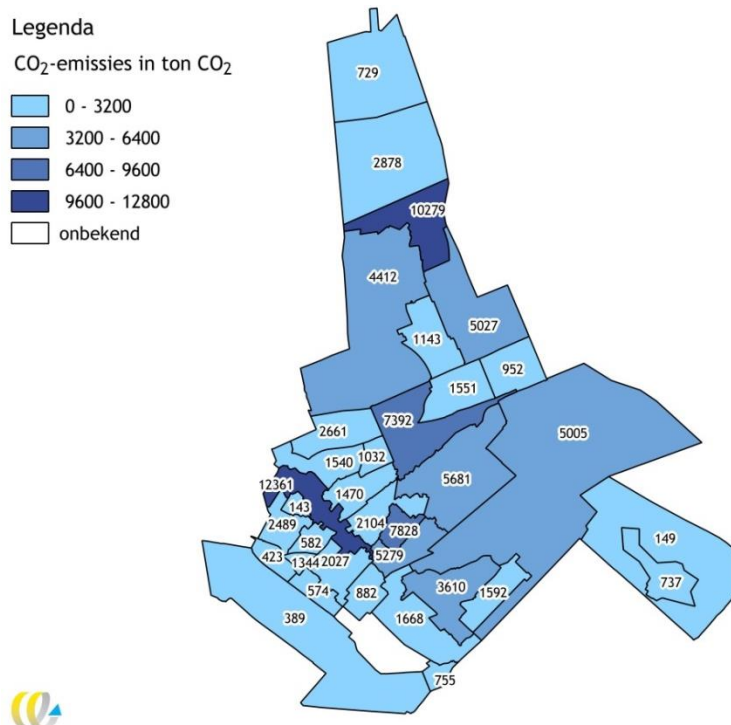
Bron: CE Delft, analyse o.b.v. cijfers Energie in Beeld en CBS uit 2016.

Figuur 16 Verdeling CO<sub>2</sub>-emissie door het gasgebruik van de sector bedrijven en kantoren naar buurt



Bron: CE Delft, analyse o.b.v. cijfers Energie in Beeld en CBS uit 2016.

Figuur 17 Verdeling CO<sub>2</sub>-emissie door het elektriciteitsgebruik van de sector bedrijven en kantoren naar buurt

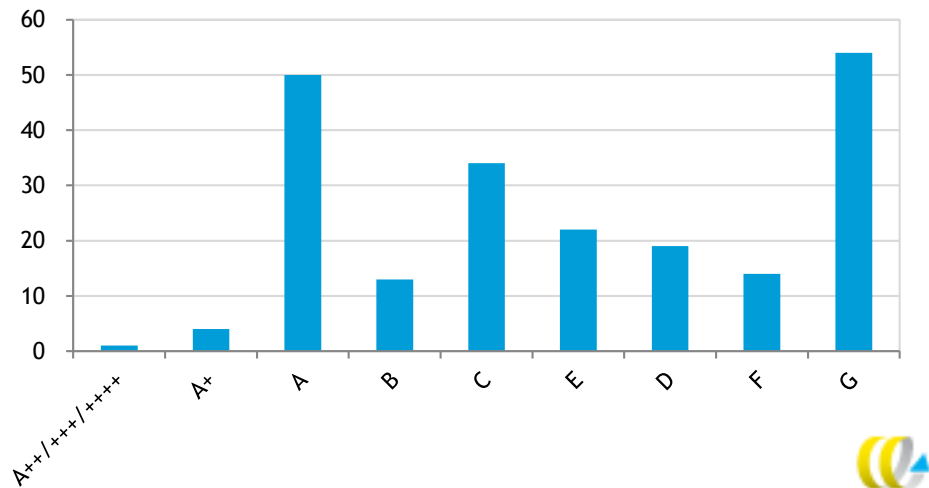


Bron: CE Delft, analyse o.b.v. cijfers Energie in Beeld en CBS uit 2016.



De aard van de werkzaamheden binnen de panden in de sector ‘bedrijven en kantoren’ verschilt heel sterk. In tegenstelling tot bij de sector ‘woningen’ is het daarom niet relevant om de CO<sub>2</sub>-emissie en de energieverbruiken per m<sup>2</sup> hier te laten zien. Daarnaast zijn ook de labels van de kantoren niet per buurt bekend. Wel is de verdeling van geheel Zeist bekend. Echter, dit geldt slechts voor 5% van de kantoren. Uit Figuur 18 blijkt dat er relatief veel label A gebouwen zijn, maar ook relatief veel label G gebouwen. Hieruit kunnen echter geen conclusies worden getrokken omdat het aandeel utiliteitsgebouwen met een label zo klein is.

Figuur 18 Verdeling van het type (bekende) energielabel bij utiliteitsgebouwen in 2016



Bron: Klimaatmonitor, 2016.

In Hoofdstuk 4 bepalen aan de hand van deze gegevens wat het besparingspotentieel voor de sector bedrijven en kantoren is. Vanwege de ontbrekende labelinformatie is het niet mogelijk om deze besparingspotentiëlen per buurt weer te geven.

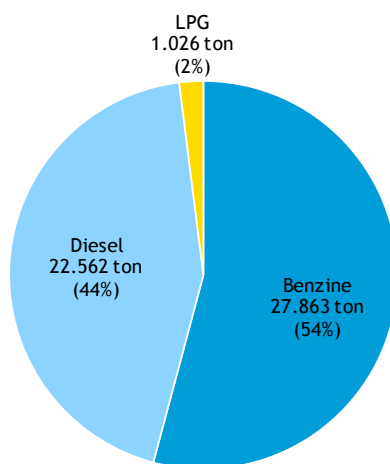
In de volgende paragraaf gaan we verder in op de CO<sub>2</sub>-emissie van ‘mobiliteit’.

## 2.4 Sector mobiliteit

De sector mobiliteit (wegverkeer exclusief snelwegen) zorgt voor 16,6% van de totale CO<sub>2</sub>-emissies (ruim 51 kton CO<sub>2</sub>). De gegevens voor mobiliteit zijn afkomstig van de klimaatmonitor en hebben betrekking op het jaar 2015. Dit in tegenstelling tot de gegevens van het elektriciteits- en gasgebruik van de sectoren ‘wonen’ en ‘bedrijven en kantoren’, welke uit Energie in Beeld komen. Dit om de eenvoudige reden dat er in Energie in Beeld geen gegevens voor mobiliteit beschikbaar zijn. In Figuur 19 is de verdeling van de CO<sub>2</sub>-emissie per type motorbrandstof weergegeven.



Figuur 19 CO<sub>2</sub>-emissie per type motorbrandstof voor wegverkeer (excl. snelwegen) (ton CO<sub>2</sub>)



Bron: Klimaatmonitor, 2015.

In het volgende hoofdstuk gaan we eerst verder in op de opgave die Zeist heeft om klimaatneutraal te worden, en wat het inhoudt om alle energie in 2030 op eigen bodem op te wekken middels hernieuwbare energie.



# 3 Opgave klimaatneutraal

In 2015 is door de internationale gemeenschap het Klimaatakkoord van Parijs gesloten. Hierin is afgesproken dat alle landen maatregelen nemen om de uitstoot van broeikasgassen (zoals CO<sub>2</sub>) en schadelijke stoffen snel te verminderen, zodat die klimaatverandering beperkt blijft tot maximaal gemiddeld twee graden opwarming van de aarde (het streven is zelfs maximaal 1,5 graden opwarming).

Ook Nederland heeft zich gecommitteerd aan het Klimaatakkoord en zal hier de komende jaren invulling aan moeten geven. Meer energie besparen en meer hernieuwbare energie opwekken, moet leiden tot een ingrijpende energietransitie, ook op gemeentelijk niveau, en CO<sub>2</sub>-neutrale samenleving. In de Energieagenda die het ministerie van Economische Zaken eind 2016 heeft gepubliceerd, staat het huidige beeld geschetst voor de weg naar een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening in 2050. Zo gaan gebouwen van het aardgas af, wordt er meer energie duurzaam opgewekt, worden productieprocessen aangepast en zal het vervoer overgaan op elektriciteit en waterstof als brandstof. Bij deze transitie ziet het kabinet een belangrijke rol weggelegd voor gemeenten: *“op lokaal en regionaal niveau kan het beste worden gezien welke besparingsmogelijkheden en duurzame alternatieven geschikt zijn om in de warmtevraag te voorzien en in welk tempo de transitie lokaal het best vorm kan krijgen. Gemeenten worden hiervoor mede verantwoordelijk”* en *“gemeenten zullen een rol spelen bij het intensiveren van de dialoog met burgers en bedrijven over urgentie en aard van de veranderopgave en over de handelingsperspectieven”*.

Met de klimaatneutraaldoelstelling draagt gemeente Zeist bij de (inter)nationale opgave om klimaatverandering te beperken. In de volgende paragraaf gaan we in op de opgave voor Zeist om klimaatneutraal te worden, en in hoeverre de hierin door het huidige Europese en nationale beleid ondersteund wordt.

## 3.1 Zeist klimaatneutraal

Uit het voorgaande hoofdstuk blijkt dat de totale CO<sub>2</sub>-emissie van de gemeente Zeist in 2016 ruim 310 kton CO<sub>2</sub> is. Voor 43% komt deze emissie van het elektriciteitsgebruik, voor 40% van het aardgasgebruik en voor 17% van de verbranding van motorbrandstoffen.

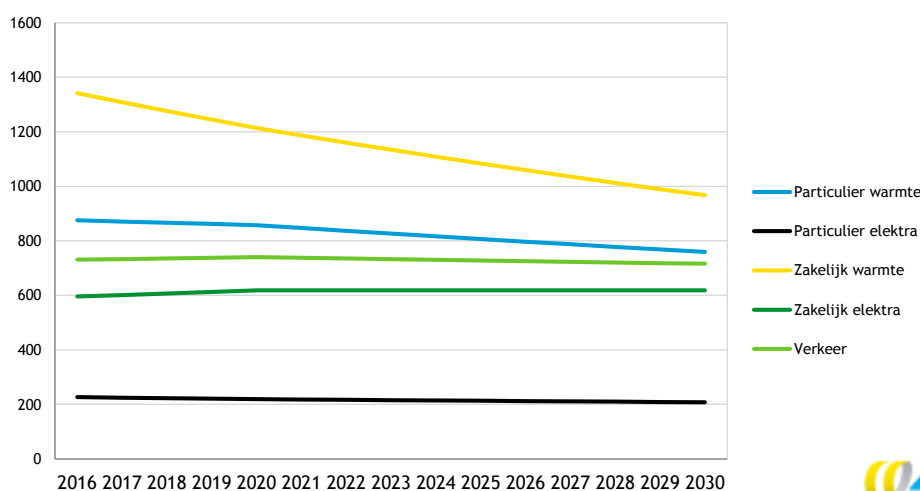
De gemeente Zeist heeft, naast dat ze klimaatneutraal wil worden, ook aangegeven dat alle energie die verbruikt wordt in de gemeente hernieuwbaar opgewekt moet worden. De implicatie hiervan is dat je de hoeveelheid energie die verbruikt wordt niet omrekent naar CO<sub>2</sub>-emissie (in Bijlage C staat beschreven wat het effect is als je het energiegebruik wel omrekent naar CO<sub>2</sub>-emissie richting 2030). Om energieneutraliteit te realiseren kan in gezet worden op minder energieverbruik door energiebesparing of op opwekking van hernieuwbare energie in Zeist.



De realisatie van energiebesparing en opwekking van hernieuwbare energie hoeft niet alleen gerealiseerd te worden middels beleid van Zeist, maar ook het nationaal en Europees beleid hebben invloed de energiebesparing. Om te bepalen wat de prognose is van de energievraag richting 2030 is sluiten we aan van de referentieraming van de Nationale EnergieVerkenning (NEV). In deze raming is doorgerekend wat, per sector, het effect is van het huidige (zogenaamde vastgestelde en voorgenomen beleid) Europese en nationale beleid op de energievraag. In Bijlage D staat het overzicht van de beleidsmaatregelen die zijn meegenomen in de doorrekening van de NEV.

Als we de prognose van de NEV over het energiegebruik in Zeist in 2016 leggen ontstaat het volgende beeld. De totale energievraag daalt van 3.769 TJ in 2016 naar 3.268 TJ in 2030. Met andere woorden, met het vastgestelde en voorgenomen beleid daalt de energievraag in Zeist<sup>6</sup>.

Figuur 20 Prognose energiegebruik in Zeist per sector en energiedrager (TJ)



Bron: CE Delft, analyse o.b.v. cijfers uit de NEV 2016 van ECN.

Op de route naar klimaatneutraliteit, waarbij de energievraag in Zeist volledig ingevuld wordt met hernieuwbare energie van de eigen bodem lijkt de daling van de energievraag conform de prognose niet afdoende. De opgave voor hernieuwbare energie is dan nog behoorlijk. Additionele energiebesparing is wenselijk en zorgt ervoor dat de opgave voor de inzet van hernieuwbare energie in 2030 lager wordt. In het volgende hoofdstuk is uitgewerkt wat het theoretisch besparingspotentieel<sup>7</sup> is in de gemeente Zeist.

<sup>6</sup> Voor gemeenten ligt er binnen dit beleidspakket met name (en ook bijna alleen) een taak op het gebied van de handhaving van de Wet milieubeheer.

<sup>7</sup> Als het besparingspotentieel op een andere manier bepaald is (dus niet theoretisch) wordt dit erbij vermeld.

# 4 Besparingspotentieel

## 4.1 Inleiding

In Hoofdstuk 2 is de huidige stand van zaken voor de gemeente Zeist weergegeven. Aan de hand van deze cijfers en uitgangspunten kan worden bepaald wat het besparingspotentieel is in de verschillende sectoren (en eventueel per buurt). In de komende paragrafen is dit uitgewerkt. Bij deze uitwerking wordt uitgegaan van de technische mogelijkheden die er zijn voor de verschillende sectoren. Het gaat bij het besparingspotentieel niet per definitie om financieel rendabele besparingen, maar het laat enkel zien wat technisch mogelijk kan zijn. De uiteindelijke besparingsdoelstelling en de werkelijke besparingen zijn een product van de inzet van de belanghebbenden en de bereidheid verregaande maatregelen te treffen. Hierbij geldt: alles wat niet bespaard wordt, moet uiteindelijk duurzaam worden opgewekt om energieneutraal te kunnen worden.

In de volgende paragrafen wordt niet expliciet rekening gehouden met toekomstige demografische veranderingen in de gemeente. Enerzijds omdat aan deze veranderingen veel onzekerheden zitten. Anderzijds wordt aangenomen dat in het geval van uitbreiding van het woningbestand van de gemeente, dit conform de nieuwste bouwregelgeving plaatsvindt. Dat betekent dat vanaf 2020 alleen nog bijna-energie-neutrale-gebouwen (BENG) (zowel woningen als kantoren) gebouwd mogen worden<sup>8</sup>. Deze hebben een minimale tot geen impact op het energiegebruik van de gemeente.

## 4.2 Sector woningen

Bij woningen vormt het energiegebruik voor warmte (met name gas) de belangrijkste component. Het gaat om bijna 80% van het energiegebruik (57% van de CO<sub>2</sub>-emissie) in woningen. Dit is goed voor bijna 30% van het totale energiegebruik in de gemeente Zeist.

Veruit het grootste deel van deze warmtevraag bestaat uit aardgas voor de verwarming van woningen en het maken van warm tapwater. Met besparingen op de warmtevraag kan dan ook het meeste bereikt worden. De belangrijkste maatregelen voor het reduceren van deze warmtevraag zijn isolatie-maatregelen, zuinige installaties en gedragsaanpassingen.

### Isolatiemaatregelen

Op basis van de toegekende energielabels van de woningen (zie Figuur 10) kan geconcludeerd worden dat er in Zeist relatief veel woningen met label E of lager zijn (44% van de woningen), gevolgd door woningen met label C en D (32% van de woningen) en tot slot heeft 19% van de woningen label B of hoger. De verdeling van de energielabels verschilt per buurt. De dataset bevat de verdeling van bekende energielabels voor heel Zeist. Wij veronderstellen dat de labelverdeling per buurt ook van toepassing is op de woningen in die buurt waarvan het label niet bekend is (voor heel Zeist gaat het dan om 4% van de woningen, dus een beperkt aandeel).

<sup>8</sup> Dit is ongeveer gelijk aan een woning met een EPC van 0.



We hebben per buurt een analyse gedaan om te bepalen wat het technisch potentieel is voor besparing op aardgas door labelverbetering van woningen door middel van isolatiemaatregelen. Door het toepassen van vergaande isolatiemaatregelen wordt in de meeste gevallen een label B gehaald (een enkele keer label A). Het is mogelijk om de kwaliteit van de woningen nog verder te verbeteren naar energielabel A+. Echter, op het moment dat je van een label B-woning naar een label A-woning gaat, of een label A+-woning, zal je naast isolatiemaatregelen ook aanpassingen moeten doen aan de zogenaamde ‘energie-installaties’ in een woning. Hiermee bedoelden we:

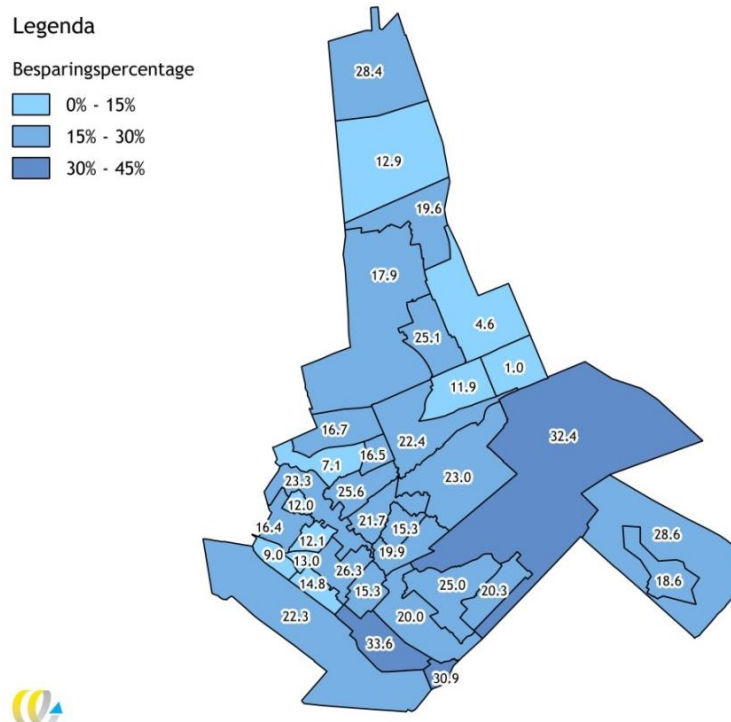
1. inzet van een zonneboiler;
2. inzet van zon-PV;
3. aansluiting op WKO in combinatie met een bodemwarmtepomp en lage temperatuur (LT)-verwarming;
4. aansluiting op restwarmte;
5. inzet van een hybride ketel;
6. een luchtwarmtepomp met LT-verwarming.

*Nb. deze energie-installaties kunnen los of in combinatie van elkaar gebruikt worden, waarbij enkele opties elkaar wel uitsluiten (zoals aansluiting op WKO of aansluiting op restwarmte).*

In dit hoofdstuk kijken we alleen naar de energiebesparingsopties. Nummer 1 t/m 4 van bovenstaande lijst gaan over de inzet van hernieuwbare energie, deze opties nemen we daarom mee in het volgende hoofdstuk. Nummer 5 en 6 zijn wel energiebesparingsmaatregelen en deze opties beschrijven we daarom wel in deze paragraaf (onder zuinige technieken).

Om het besparingspotentieel van isolatiemaatregelen te bepalen laten we in de analyse alle woningen van Zeist naar label B gaan. Dit levert een totale energiebesparing op van +/- 19% op het gasverbruik van de woningen. Hieronder is het besparingspotentieel per buurt weergegeven.

**Figuur 21** Besparingen per buurt voor het ambitieniveau waarbij alle woningen naar label B gaan



Bron: CE Delft, analyse gasbesparing bij labelstappen.



Er is dus veel potentieel om door isolatiemaatregelen de energielabels van woningen te verbeteren en zodoende echt grote stappen te zetten naar energieneutraal. Het gaat daarbij niet om kleine, losse maatregelen als HR++ glas of dakisolatie, maar om samengestelde pakketten van maatregelen, waarbij de gehele schil (buitenkant) van de woning wordt verbeterd (zie kadertekst). Als er op de warmtevraag bespaard wordt, is dat hoofdzakelijk besparing op de vraag naar ruimteverwarming. De resterende vraag bestaat dan ook uit een fors lagere warmtevraag voor ruimteverwarming en een min of meer gelijk gebleven vraag voor warm tapwater.

#### Besparingsmaatregelen bij voorbeeldwoningen

In Zeist zijn ongeveer 80% van de woningen gebouwd voor 1985, daarom illustreren we de besparingsmaatregelen die genomen kunnen worden bij een vijftal woningtypen die in deze bouwperiode gebouwd zijn. Deze voorbeelden zijn afkomstig uit de voorbeeldwoningen die het RVO in 2011 heeft opgesteld (RVO, 2011).

##### 1) Vrijstaande woning, bouwperiode t/m 1964



Kenmerk	130 m <sup>2</sup> gebruiksoppervlak; 3 bewoners
Huidig label	G
Label na maatregelen	B
Maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vloerisolatie grond/kruipruimte</li> <li>- Dakisolatie</li> <li>- Muurisolatie gevel</li> <li>- Glas vervangen naar HR++</li> <li>- Kierdichting</li> <li>- Leidingisolatie</li> </ul>
Kostenindicatie	17,5 duizend euro (excl. BTW)
Besparingsindicatie energiekosten	1.400 €/jaar

##### 2) Rijwoning, bouwperiode 1946-1964



Kenmerk	87 m <sup>2</sup> gebruiksoppervlak; 2-3 bewoners
Huidig label	F
Label na maatregelen	B
Maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vloerisolatie grond/kruipruimte</li> <li>- Dakisolatie</li> <li>- Muurisolatie gevel</li> <li>- Glas vervangen naar HR++</li> <li>- Kierdichting</li> <li>- Leidingisolatie</li> </ul>
Kostenindicatie	10 duizend euro (excl. BTW)
Besparingsindicatie energiekosten	700 €/jaar

3) Maisonnetwoning, bouwperiode t/m 1964



Kenmerk	88 m <sup>2</sup> gebruiksoppervlak; 2-3 bewoners
Huidig label	G
Label na maatregelen	B
Maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vloerisolatie grond/kruipruimte</li> <li>- Dakisolatie</li> <li>- Muurisolatie gevel</li> <li>- Glas vervangen naar HR++</li> <li>- Kierdichting</li> </ul>
Kostenindicatie	8 duizend euro (excl. BTW)
Besparingsindicatie energiekosten	750 €/jaar

4) Vrijstaande woning, bouwperiode 1965-1974



Kenmerk	144 m <sup>2</sup> gebruiksoppervlak; 3 bewoners
Huidig label	F
Label na maatregelen	A
Maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vloerisolatie grond/kruipruimte</li> <li>- Dakisolatie</li> <li>- Muurisolatie gevel</li> <li>- Glas vervangen naar HR++</li> <li>- Leidingisolatie</li> </ul>
Kostenindicatie	19 duizend euro (excl. BTW)
Besparingsindicatie energiekosten	1.100 €/jaar

5) Vrijstaande woning, bouwperiode 1975-1991



Kenmerk	154 m <sup>2</sup> gebruiksoppervlak; 3-4 bewoners
Huidig label	D
Label na maatregelen	B
Maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vloerisolatie grond/kruipruimte</li> <li>- Dakisolatie</li> <li>- Muurisolatie gevel</li> <li>- Glas vervangen naar HR++</li> <li>- Leidingisolatie</li> </ul>
Kostenindicatie	18-19 duizend euro (excl. BTW)
Besparingsindicatie energiekosten	450 €/jaar

## Zuinige installaties

De meeste van de huidige woningen zijn uitgerust met een HR-ketel voor de warmtevoorziening. Een zuinigere techniek die in die woningen toegepast kan worden is de hybride warmtepomp. Hierbij wordt een traditionele HR-ketel gecombineerd met een elektrische warmtepomp. Hierdoor wordt het totale rendement van deze verwarmingsinstallatie nog hoger en kan worden bespaard op de hoeveelheid energie die nodig is voor het verwarmen van een woning. Omdat deze technieken nog midden in de ontwikkeling zitten, is het nog niet mogelijk om aan te geven wat het potentieel hiervan is.

Ook een elektrische (lucht)warmtepomp is een zuinig alternatief voor een HR-ketel. Een elektrische warmtepomp haalt de beschikbare warmte uit de lucht of bodem en gebruikt elektriciteit om deze warmte naar een bruikbare temperatuur voor ruimteverwarming te brengen. Hierbij wordt een lucht-warmtepomp niet gezien als een vorm van hernieuwbare warmte, en een warmtepomp in combinatie met een WKO wel. In dit hoofdstuk gaan we dus alleen in op de luchtwarmtepomp als zuinige technologie. De warmtepomp in combinatie met WKO wordt in het volgende hoofdstuk beschreven.

In tegenstelling tot een HR-ketel levert een luchtwarmtepomp warmte van een lage temperatuur, een woning moet daarom goed geïsoleerd zijn en beschikken over een lage temperatuur-afgiftesysteem. Bij gebruik van elektrische warmtepompen moet rekening worden gehouden met extra kosten voor verzwaring van de elektriciteits-infrastructuur, dit is nodig om genoeg elektriciteit te kunnen leveren in koude periodes. Daarnaast zal het voor oudere woningen over het algemeen minder rendabel zijn om te gaan verwarmen op elektriciteit, omdat de kosten voor de schilverbetering in combinatie met nieuwe installaties per woning vaak hoger zijn dan voor verwarmen van de woning door middel van andere duurzame vormen van warmte zoals via een warmtenet of groengas<sup>9</sup>.

In gebieden met een grote bebouwingdichtheid en bij gestapelde bouw liggen collectieve warmte-opties meer voor de hand dan individuele opties met een luchtwarmtepomp. Om het besparingspotentieel van luchtwarmtepompen te bepalen veronderstellen daarom dat alleen in buitengebieden individuele opties zoals een luchtwarmtepomp worden toegepast. Hierbij nemen we aan dat in het buitengebied bij 50% van de grondgebonden woningen ingezet wordt op een zuinige techniek zoals een luchtwarmtepomp en dat de overige woningen overgaan op een vorm van duurzame warmteproductie (bijvoorbeeld een zonneboiler). Dit betekent dat 3% van de woningen in Zeist wordt uitgerust met een luchtwarmtepomp. Dit zorgt voor bijna 4% extra besparing op het totale gasgebruik van Zeist, maar omdat er nu elektrisch verwarmd wordt, stijgt het totale elektriciteitsgebruik in Zeist met ruim 3,5%<sup>10</sup>.

## Gedrag

Het gedrag van mensen is sterk van invloed op de warmtevraag van woningen. De temperatuurstelling van de thermostaat, het uitschakelen van de verwarming bij afwezigheid, korter douchen of het instellen van een nachtverlaging hebben allen een effect op het energiegebruik voor warmte. Door het gedrag aan te passen kan hierop worden bespaard. Er zijn geen eenduidige cijfers beschikbaar over het besparingspotentieel van gerichte voorlichting, maar de inschatting voor gasbesparing door gedragsaanpassing na

---

<sup>9</sup> Groengas is hernieuwbare aardgas meestal afkomstig uit biomassa en kan 1-op-1 aardgas vervangen.

<sup>10</sup> In deze berekening zijn we uitgegaan van een luchtwarmtepomp met een COP van 4 ter vervanging van een HR107-ketel met een rendement van 96% op bovenwaarde.

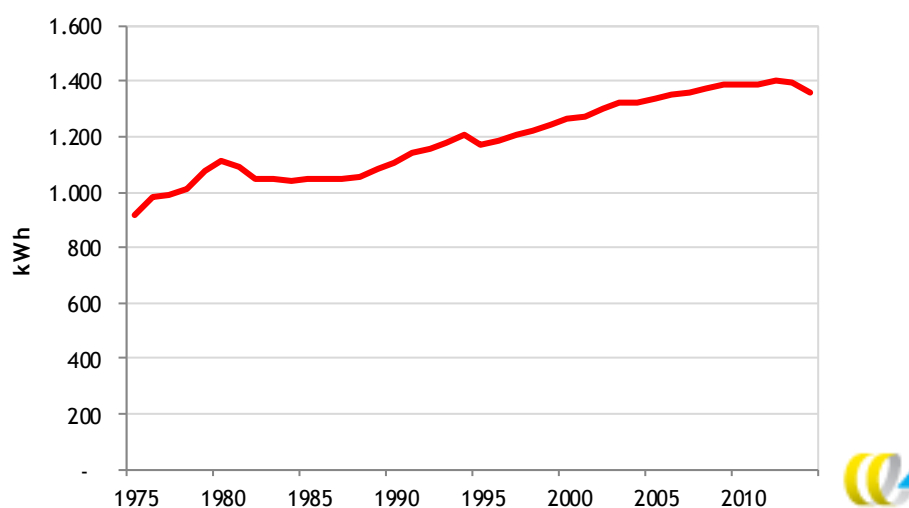


de installatie van een slimme (gas)meter met een systeem dat inzicht geeft in het gasgebruik<sup>11</sup> is ongeveer 5% (CE Delft, 2015). Dit hebben wij als uitgangspunt genomen.

### Elektriciteitsvraag

Voor het elektriciteitsgebruik zijn diverse trends zichtbaar in enerzijds zuinigere apparatuur en anderzijds meer apparatuur en gebruik daarvan. Deze ontwikkelingen leiden tot een gestaag stijgende lijn van het elektriciteitsgebruik per persoon in Nederland (zie Figuur 22). De verwachting is dat deze lijn zich voortzet, als er niets verandert in het gedrag van de mensen, ondanks de zuinig wordende apparaten.

Figuur 22 Gemiddeld huishoudelijk elektriciteitsverbruik per Nederlander



Bron: CBS, 2016.

Het aantal mogelijkheden om echt te besparen op elektriciteit is dan ook relatief beperkt, maar één van de mogelijkheden is het aanspreken van de gedragscomponent van de inwoners. Hierbij wordt zowel ingezet op het bewust omgaan met het gebruik (uitschakelen van apparaten die niet gebruikt worden) als het vervangen van verspillende apparaten door zuinige varianten, zoals bijvoorbeeld LED-verlichting. Ook hier geldt dat er geen eenduidige cijfers beschikbaar zijn, maar we gaan weer uit van een besparing in de orde van de beoogde besparing van de slimme meter met feedbacksysteem, eveneens ongeveer 5%.

Deze besparing op elektriciteit wordt echter wel direct 'tegengewerkt' door andere ontwikkelingen die de vraag naar elektriciteit laten toenemen, zoals elektrische warmtepompen en elektrisch vervoer.

<sup>11</sup> Alle huishoudens zullen voor 2020 een slimme gas- en elektriciteitsmeter aangeboden krijgen door de netbeheerder (gasmeter alleen indien een gasaansluiting aanwezig is). Een huishouden is echter niet verplicht om deze te accepteren en een feedbacksysteem, zoals een slimme thermostaat/display die inzicht geeft in het energiegebruik, moet de consument zelf aanschaffen, iets wat veelal nog niet gebeurt.



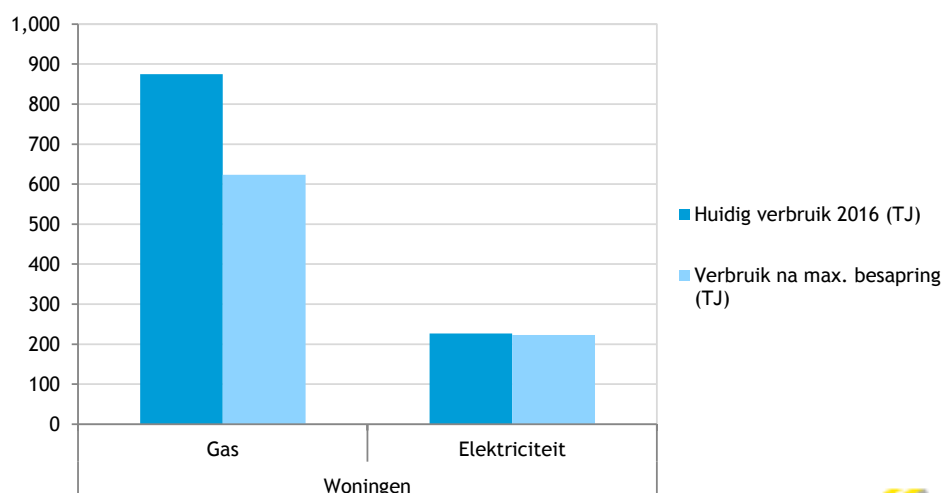
## Totale besparingen wonen

Tabel 7 geeft het totale besparingspotentieel voor de totale sector woningen weer. *Nb: het besparingspotentieel voor een individuele woning kan veel hoger liggen.*

Tabel 7 Overzicht besparingspotentieel in de totale sector woningen

Categorie	Woningen	
	Gas	Elektriciteit
Isolatiemaatregelen	19%	
Zuinigere technieken	4%	-3,5%
Gedrag	5%	5%
<b>Totaal</b>	<b>29%</b>	<b>1,5%</b>

Figuur 23 Energiebesparing in de sector woningen t/m 2030 ten opzichte van 2016 (TJ)



### 4.3 Bedrijven en kantoren

Besparing in de sector bedrijven en kantoren kan worden behaald door isolatie, zuinige technieken, gedrag en procesoptimalisatie.

#### Isolatie

Het isoleren heeft met name zin bij de commerciële en publieke dienstverlening. Wij hebben in onze analyse echter gekeken naar alle bekende toegewezen energielabels in de utiliteitssector in Zeist. Net als bij woningen hebben we verondersteld dat de verdeling van deze labels ook toegepast kan worden op andere bedrijven en kantoren waarvan geen label bekend is. Zoals in het vorige hoofdstuk is aangegeven heeft slechts 5% van de utiliteitsgebouwen een energielabel, daarom is de analyse die we hier gedaan hebben een grove indicatie op basis van bekende gegevens en kan de werkelijke besparing hiervan afwijken.

Voor het technisch potentieel aan besparing op aardgas door labelverbetering van bedrijfs- en kantoorgebouwen via isolatiemaatregelen. Ook hier betekent dat dat je doorgaans op een label B uit zal komen. Dit geeft een totale besparing op gas van 9%. Deze besparingen zijn te halen door het toepassen



van een uitgebreid maatregelenpakket, zoals HR++-glas, gevel-, dak- en vloerisolatie, et cetera.

### **Zuinige technieken**

In de sector bedrijven en kantoren wordt relatief meer elektriciteit gebruikt dan in de sector woningen. Het besparingspotentieel van zuinige technieken is in deze sector dan ook hoger. Voor elektriciteit gaat het bijvoorbeeld om zuinige verlichting. Door te kiezen voor LED-verlichting kan een aanzienlijk deel van de elektriciteitsvraag worden gereduceerd. En dat geldt niet alleen voor de verlichting in gebouwen, maar ook voor de openbare verlichting door de gemeente<sup>12</sup>. Daarnaast kunnen zuinige computers en serverparken worden aangeschaft of zuinige airco's voor gebouwen. Ook voor de warmtevraag kan gekozen worden voor zuinigere klimaatinstallaties, beter gedimensioneerde verwarmingsinstallaties, et cetera. Veel van deze zuinige technieken zijn binnen een korte tijd terug te verdienen en een groot aantal daarvan valt dan ook onder de verplichte maatregelen die onder Wet milieubeheer (Wm) vallen (Kenniscentrum InfoMil, 2016). Op basis van kentallen die binnen de Wm gebruikt worden, wordt het besparingspotentieel van deze zuinige technieken (dus excl. isolatiemaatregelen) op 10% bij bedrijven en kantoren (excl. Industrie) geschat en 20% bij de industrie (beide voor zowel elektriciteit als warmte). Om verregaandere energiebesparing te realiseren zal ook ingezet moeten worden op maatregelen die een terugverdientijd hebben van meer dan 5 jaar.

### **Gedrag**

Net als thuis, kunnen werknemers op het werk ook hun gedrag aanpassen om energie te besparen. Al dan niet gesteund door technische maatregelen (aanwezigheidsdetectoren, timers, et cetera) kan zo bespaard worden op elektriciteit en warmte. Dit geldt met name voor de commerciële en publieke dienstverlening. Aangenomen wordt dat zowel op elektriciteit als warmte, net als bij woningen, 5% bespaard kan worden door gedragsaanpassingen op het werk.

### **Procesoptimalisatie**

Gemiddeld kan er in de industrie nog veel energie worden bespaard door de productieprocessen te optimaliseren. Om een specifieke indicatie te geven van de mogelijkheden hiervan moeten de relevante industriële processen worden doorgelicht. Een generieke indicatie van de besparingsmogelijkheden bij de productieprocessen in de industrie wordt aangenomen op 10% voor zowel elektriciteit als warmte.

### **Totale besparing bedrijven en kantoren**

Tabel 8 en Figuur 24 geven de totale besparingen voor de sector bedrijven en kantoren weer, waarbij we onderscheid maken tussen 'dienstverlening en overige bedrijven' en de 'industrie'. Op de warmtevraag kan met isolatie en zuinigere technieken rond de 24% bespaard worden bij bedrijven en kantoren en voor 39% bij de industrie. Op de elektriciteitsvraag kan tot 30% bespaard worden in de industrie en tot 15% bij bedrijven en kantoren.

---

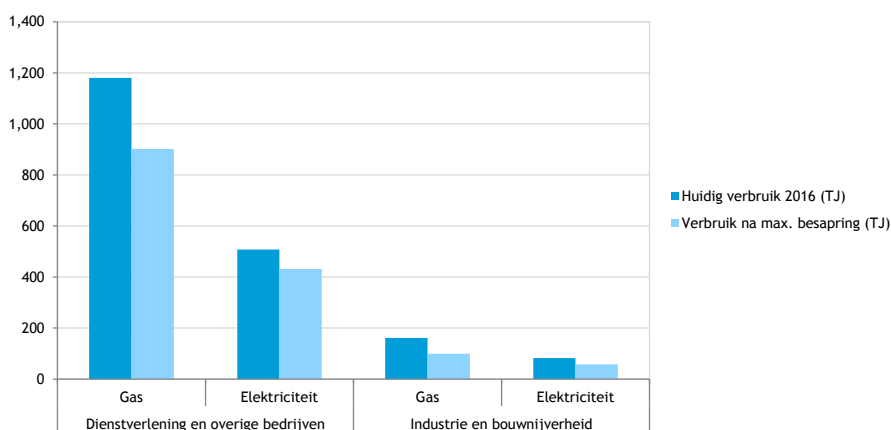
<sup>12</sup> De openbare verlichting brandt circa 4.150 uur per jaar of 47% van de tijd.



Tabel 8 Overzicht besparingspotentieel in de sector bedrijven en kantoren

Categorie	Dienstverlening en overig		Industrie	
	Gas	Elektriciteit	Gas	Elektriciteit
Isolatiemaatregelen	9%		9%	
Zuinigere technieken	10%	10%	20%	20%
Procesoptimalisatie			10%	10%
Gedrag	5%	5%		
<b>Totaal</b>	<b>24%</b>	<b>15%</b>	<b>39%</b>	<b>30%</b>

Figuur 24 Energiebesparing in de sector bedrijven en kantoren ten opzichte van 2016 (TJ)



#### 4.4 Mobiliteit

De mogelijkheden die er binnen de gemeente zijn om op het energiegebruik bij verkeer te besparen zijn beperkt. Belangrijke opties zijn het stimuleren van een *modal shift*, het verschuiven tussen modaliteiten. Hierbij kan bijvoorbeeld het fietsgebruik of OV worden gestimuleerd. Dit kan door de fietsinfrastructuur te verbeteren, delen van de gemeente autoluw te maken, goede frequentie en aansluitingen tussen OV-opties. Van deze set maatregelen wordt aangenomen dat de potentiële besparingen in de orde grootte van 10-15% liggen, wij veronderstellen in onze analyse 10% besparing.

Een andere, belangrijke besparingsoptie is het elektrisch vervoer. Niet alleen zijn elektrische voertuigen efficiënter, maar stoten zij ook geen schadelijke stoffen uit en kunnen op termijn op volledige hernieuwbare elektriciteit rijden. Er zijn verschillende scenario's over de ontwikkeling van het elektrisch vervoer in Nederland. Voor deze studie wordt echter de pragmatische aanname gedaan dat in 2030 een kwart van alle gereden kilometers in Zeist met een elektrisch voertuig gebeurt. Dit betekent enerzijds dat een kwart minder fossiele motorbrandstoffen wordt gebruikt, maar anderzijds ook dat de elektriciteitsvraag in de toekomst bij de sector woningen en/of sector bedrijven en kantoren toeneemt (afhankelijk waar de elektrische voertuigen worden opgeladen). Per MJ brandstof die wordt uitgespaard wordt namelijk ongeveer 0,4 MJ elektriciteit gebruikt (CE Delft, 2014). Voor het overzicht hebben we de toegenomen elektriciteitsvraag nog niet in deze sectoren

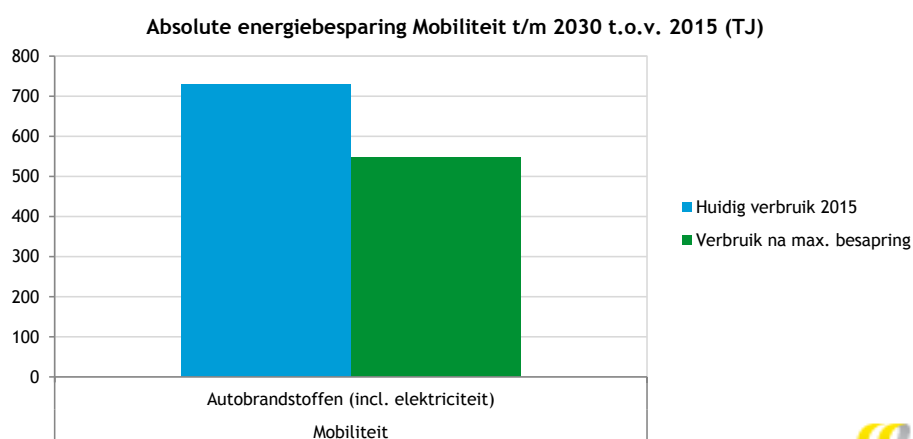


opgenomen, maar verrekend met de energiebesparing bij mobiliteit die hieronder staat weergegeven. De netto besparing komt zodoende uit op 15%<sup>13</sup>.

Tabel 9 Overzicht besparingspotentieel in de sector mobiliteit

Categorie	Autobrandstoffen (incl. elektriciteit)	
	%	TJ
Huidig verbruik 2015	100%	731
Energiebesparing door <i>modal shift</i>	10%	-73
Energiebesparing door elektrisch vervoer (netto)	15%	-110
<b>Verbruik na max. besparing</b>	<b>75%</b>	<b>548</b>

Figuur 25 Energiebesparing sector mobiliteit



#### 4.5 Conclusies energiebesparing

Tabel 10 geeft een overzicht van het totale besparingspotentieel van alle categorieën. Bij uitvoering van alle besparingsmaatregelen kan er in totaal 23% procent aan energie bespaard worden (880 TJ minder dan in 2016). Dit vertaalt zich in een totale CO<sub>2</sub>-besparing van 26% (ruim 63 kton CO<sub>2</sub>-eq.) ten opzichte van de situatie in 2016.

Tabel 10 Overzicht totaal besparingspotentieel voor de gemeente Zeist in termen van energie en CO<sub>2</sub>

Categorie	Energiebesparing (TJ)				CO <sub>2</sub> -besparing (kton CO <sub>2</sub> -eq.)
	Woningen	Bedrijven en kantoren	Mobiliteit	Totaal	Totaal
<b>Gas</b>					
Huidig verbruik (2016)	875	1341		2.216	124.649
Na besparing	623	1.000		1.624	91.307
Absolute besparing	252	341		593	33.342
Relatieve besparing	-29%	-25%		-27%	-27%

<sup>13</sup> Brandstofbesparing door elektrisch vervoer van 25% vermenigvuldigt met de daadwerkelijke energiebesparing (incl. de toename in het elektriciteitsgebruik) per bespaarde eenheid brandstof van 0,6 MJ<sub>energiebesparing</sub>/MJ<sub>brandstofbesparing</sub>.





Categorie	Energiebesparing (TJ)				CO <sub>2</sub> -besparing (kton CO <sub>2</sub> -eq.)
	Woningen	Bedrijven en kantoren	Mobiliteit	Totaal	Totaal
<b>Elektriciteit</b>					
Huidig verbruik (2016)	227	590		817	133.821
Na besparing	223	489		712	116.739
Absolute besparing	3	101		104	17.082
Relatieve besparing	-1,5%	-17%		-13%	-13%
<b>Autobrandstof (incl. elektriciteit)</b>					
Huidig verbruik (2015)			731	731	51.451
Na besparing			548	548	38.588
Absolute besparing			183	183	12.863
Relatieve besparing			-25%	-25%	-25%
<b>Totaal</b>					
Huidig verbruik				3.764*	309.921
Na besparing				2.884	246.634
Absolute besparing				880	63.286
Relatieve besparing				-23%	-26%

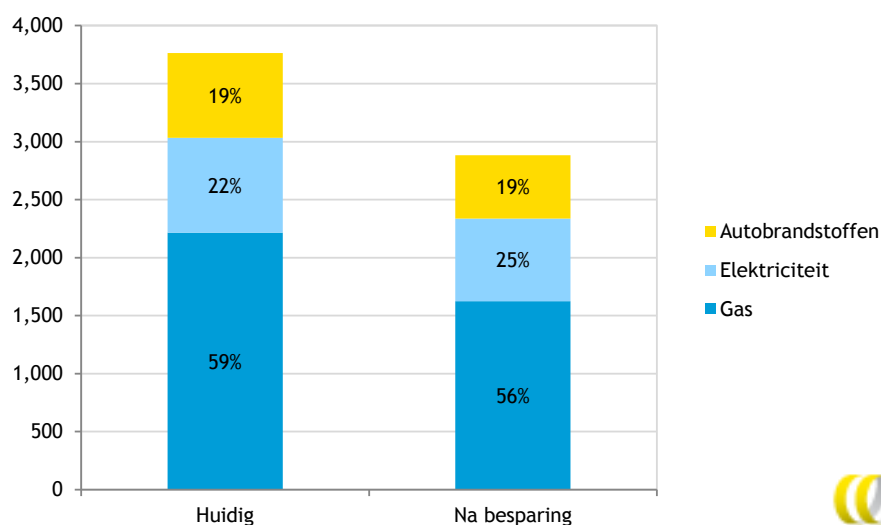
\* Exclusief publieke infrastructuur.

De grootste besparingen zijn in het gasgebruik te realiseren, zowel bij woningen (~250 TJ) als bij bedrijven en kantoren (~340 TJ). Hierna volgen besparingen in de sector mobiliteit (~180 TJ) en tot slot besparingen op elektriciteit bij bedrijven en kantoren (~100 TJ).

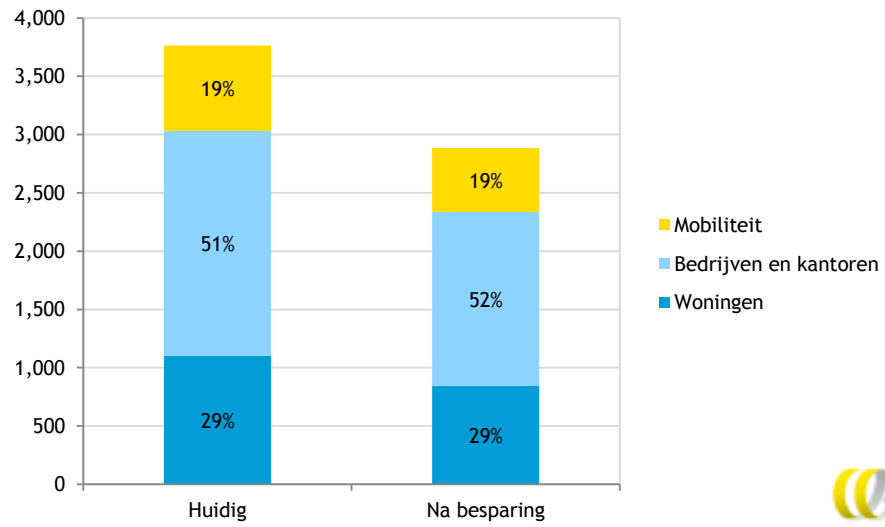
De energieverbruiken van de eindbeelden zijn samen met het huidige verbruik per sector en per energiedrager weergegeven in Figuur 26 en Figuur 27. De rol van gas neemt af en elektriciteit gaat hierdoor relatief een groter aandeel krijgen.

Na de besparingen is er nog een energievraag over. Dit is ongeveer 2.890 TJ als we uitgaan isolatiemaatregelen en zuinige technieken. In het volgende hoofdstuk bepalen we wat dit betekent voor hoeveelheid hernieuwbare energie die in de gemeente Zeist opgewekt moet worden.

Figuur 26 Energiegebruik in Zeist naar energiedrager (excl. publieke infrastructuur)



Figuur 27 Energiegebruik in Zeist naar sector (excl. publieke infrastructuur)



# 5 Opgave hernieuwbare energie

In de komende paragrafen wordt uitgewerkt wat de consequenties zijn voor de gemeente Zeist om de resterende energievraag met hernieuwbare energie in te vullen. We brengen de potentiële in kaart van hernieuwbare energie dat er beschikbaar is binnen de gemeentegrenzen. We kijken hierbij naar technieken die nu al op grote schaal toegepast kunnen worden. Nieuwe innovatieve technieken kunnen nog niet op korte termijn grootschalig uitgerold worden waardoor energieneutraal in 2030 met innovatieve technieken nog niet te realiseren is.

## 5.1 Hernieuwbare elektriciteit

Voor hernieuwbare elektriciteit focussen we ons daarom op de opties voor zon-PV, windenergie en biomassa.

### Zon-PV

Hernieuwbare energie van de zon is al lang geen exclusieve mogelijkheid meer. Hoewel de geïnstalleerde capaciteit van zon-PV de afgelopen jaren zeer sterk gegroeid is, is de absolute bijdrage van elektriciteit uit zon-PV nog erg beperkt in de totale energievoorziening. Als we de energievraag van ongeveer 2.890 TJ (die bestaat uit elektriciteit, gas, en transportbrandstoffen) op Zeist-grondgebied volledig invullen met zon-PV is er bijna 8,5 km<sup>2</sup> grondoppervlak voor zon-PV nodig.

Op basis van data uit de zonnekaart voor Zeist ([www.zonnekaart.nl](http://www.zonnekaart.nl)) hebben we een overzicht gemaakt van het potentieel voor zon-PV op daken van gebouwen in Zeist. Tabel 11 geeft een overzicht van de resultaten van deze analyse. In totaal kan er bijna 325 TJ elektriciteit per jaar geproduceerd worden met bijna 500.000 zonnepanelen op daken, het grootste potentieel ligt hiervoor bij daken van woningen. Er is dan nog bijna 7,5 km<sup>2</sup> grondoppervlak voor zon-PV nodig om volledig invulling te geven aan de 2.890 TJ energievraag. Dit is veel meer dan dat in theorie op open velden in Zeist gerealiseerd kan worden.

Tabel 11 Overzicht van het potentieel voor zon-PV op daken van huidige gebouwen in Zeist

Gebouwfunctie	Aantal panelen (x1.000)	Productie (GWh/jaar)	CO <sub>2</sub> -reductie (kton/jaar)
Woningen	220	39	23
Bedrijven & kantoren	87	17	10
- kantoren	22	4	3
- industrie	30	6	4
- onderwijs	11	2	1
- gezondheidszorg	4	1	0
- overige	19	4	2
Meerdere functies	108	22	13
Onbekend	63	12	7
<b>Totaal</b>	<b>477</b>	<b>90 (-325 TJ/jaar)</b>	<b>53</b>

Bron: Analyse o.b.v. gegevens van zonnekaart.nl en het CBS, 2016.



## Windenergie

Ook windenergie wordt veelvuldig toegepast en is een techniek die op dit moment geïmplementeerd kan worden door de gemeente Zeist. Om de energievraag van 2.890 TJ volledig in te vullen met windenergie zijn ruim 120 moderne, grote windmolens van 3 MW nodig. Deze moderne windmolens hebben een vermogen van meer dan 3 MW en een tiphoogte van 180 meter of meer. Ook dit zijn meer windmolens dan dat er aan grondgebied hiervoor beschikbaar zou kunnen zijn (puur gekeken naar grondoppervlak van open gebieden zonder rekening te houden met randvoorwaarden, is het absolute maximum 36 windturbines).

## Biomassa

Het gebruik van biomassa kan zowel worden ingezet voor de productie van warmte als elektriciteit. Elektriciteit kan opgewekt worden middels gasvormige biomassa (biogas of groengas) in warmtekrachtkoppelingen (WKK). Aan het gebruik van biomassa zitten echter een aantal discussiepunten gekoppeld: duurzaamheid, ontbossing, transportbewegingen, fijnstofemissies, beschikbaarheid en concurrentie van andere sectoren. Dit leidt ertoe dat rondom de inzet van biomassa nog veel onduidelijkheden zijn. Om dit zo veel mogelijk te voorkomen, is het raadzaam om in eerste instantie vooral uit te gaan van de lokaal gewonnen biomassa en beperkt rekening te houden met biomassa van buiten de gemeentegrenzen (met uitzondering van biogas of groengas dat via het gasnet de gemeente binnen kan komen). Dit heeft tot gevolg dat biomassa maar een klein aandeel kan hebben in de productie hernieuwbare energie, en dat het met name ingezet zal worden voor de warmteproductie (zie de volgende paragraaf). Een aanvullende functie van biomassa is de rol bij biobrandstoffen voor verkeer. Dit valt echter buiten de beïnvloedingsfeer van de gemeente en wordt daarom niet meegenomen in deze studie.

## 5.2 Hernieuwbare warmte

Hoewel er met isolatie veel warmtevraag bespaard kan worden, blijft er een aanzienlijke warmtevraag over, die hernieuwbaar ingevuld moet worden. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden van technieken die al veelvuldig worden toegepast. Het belangrijkste onderscheid tussen die mogelijkheden is of zij collectief of individueel zijn:

- Collectieve warmte-opties (hieronder vallen hier geothermie, restwarmte of WKO) kenmerken zich door de aanwezigheid van een warmtenet. Door dit warmtenet kan ofwel warm water van relatief hoge temperatuur stromen uit bijvoorbeeld een restwarmtebron of een geothermiebron (diepe aardwarmte >1.500 m diep). Ofwel warm water van lage temperatuur, zoals bij warmte/koudeopslag (WKO) of restwarmte van bijvoorbeeld een datacenter. Het verschil in temperatuur bepaalt in grote mate de eigenschappen van het warmtenet en het afgiftesysteem bij de gebouwen. Bij hoge temperatuur kan gebruik worden gemaakt van de standaard radiatoren. Zoals aangegeven moeten bij lage temperatuur speciale radiatoren of vloerverwarming worden geplaatst. Een belangrijke randvoorwaarde voor collectieve systemen is de minimale omvang en warmtevraagdichtheid die nodig is om het systeem rendabel te krijgen. Voor restwarmte en geothermie gaat het daarbij vaak om minimaal een paar 1.000 woningen en hoge dichtheid. Bij WKO om minimaal 100 woningen of een groot kantoor. In het geval van een groot collectief warmtenet zou daarom ook buiten de gemeentegrenzen gekeken kunnen worden. Bij WKO is het noodzakelijk dat de ondergrond hiervoor geschikt is.



- Een individuele optie is de zonneboiler. Hiermee wordt met name warmte geproduceerd voor warm tapwater (en niet voor ruimteverwarming). Hiermee wordt dus vooral aardgas uitgespaard.
- Andere individuele opties voor hernieuwbare warmte maken vaak gebruik van elektriciteit of biomassa. Met name de elektrische warmtepompen (die gebruik maken van hernieuwbare elektriciteit) bieden goede mogelijkheden bij woningen (mits deze goed geïsoleerd zijn!), juist op die plekken waar collectieve opties minder geschikt zijn. Het gaat daarbij met name om grondgebonden woningen waarbij een warmtepomp met een bodem-warmtewisselaar geplaatst kan worden. Hierbij gebruikt de warmtepomp de warmte uit de ondiepe ondergrond (20-200 m diepte) als bron. De toepassing hiervan beperkt zich door beperkingen in de ruimtelijke inpasbaarheid en eventuele interferentie in de bodem. Als alternatief zijn er ook opties die gebruik maken van de buitenlucht als bron, maar deze hebben een lager rendement. Een voordeel van de warmtepompen is de mogelijkheid tot koelen in de zomer. Een belangrijke randvoorwaarde bij warmtepompen is echter wel dat het gebouw een lagetemperatuurafgiftesysteem moet hebben in de vorm van vloerverwarming of speciale radiatoren. Daarnaast dient bij grootschalige toepassing het elektriciteitsnet verzaamd te worden.
- Woningen waarbij geen warmtepomp mogelijk is, of waarbij niet vergaand geïsoleerd kan worden (bijvoorbeeld monumenten), blijft een gasvormige energiedrager, zoals groengas, een goede optie voor een hernieuwbare warmtevoorziening. Groengas is in Nederland echter maar beperkt beschikbaar.

Op voorhand is niet te zeggen welke optie het meest toegepast gaat worden, omdat ze allemaal hun voor- en nadelen hebben en allen specifieke eigenschappen waardoor het in de ene situatie wel kan en in de andere niet. In Bijlage D is dit wat verder toegelicht.

Voor Zeist zijn erde enkele kanskaarten gemaakt voor restwarmtebronnen, zonnewarmte (zonneboilers), geothermie en bodemenergie (WKO). Voor WKO gaat het om een indicatie van geschikte locaties. Voor de overige technieken gaat het om de vraag die door deze technologieën economisch rendabel bediend kan worden. Dit staat los van de energetische beschikbaarheid in Zeist.

### **Restwarmte**

Voor restwarmtebronnen gaat het om een inschatting van de beschikbare restwarmte bij kansrijke puntbronnen in de gemeente Zeist, opgesteld door Greenvis voor de provincie Utrecht (Greenvis, 2016). Deze puntbronnen zijn weergegeven in de kaart van Figuur 28.

De inschatting van Greenvis voor de beschikbare restwarmte van deze bronnen is weergegeven in Tabel 12. Het gaat om lage temperatuurwarmte van in totaal ongeveer 480 TJ per jaar.

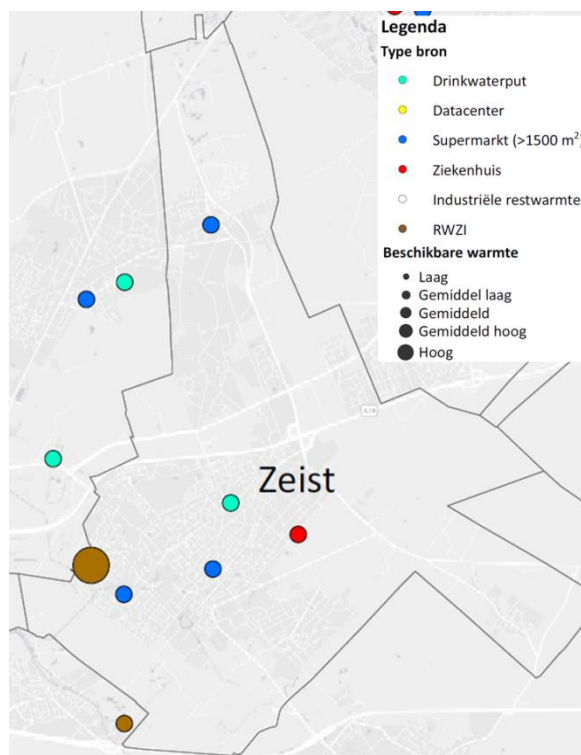


Tabel 12 Restwarmtebronnen in Zeist

Type restwarmtebron	Beschikbare warmte (TJ)
RWZI (effluentwarmte)	438,4
Supermarkt	5,4
Supermarkt	5,5
Supermarkt	7,2
Waterput	21,0
<b>Totaal</b>	<b>+/- 480</b>

Bron: (Greenvis, 2016).

Figuur 28 Kansencarta met de locaties van restwarmtebronnen in Zeist



Bron: (Greenvis, 2016)<sup>14</sup>

### Geothermie (Diepe aardwarmte)

Greenvis (Greenvis, 2016) heeft ook een analyse gedaan naar de economisch rendabele vraag die door geothermie bediend kan worden. Voor kleinverbruikers gaat het dan om ongeveer 445 TJ en het waarschijnlijk haalbare potentieel voor grootverbruikers is ongeveer 448 TJ, in totaal dus ongeveer 890 TJ. De theoretische warmte die met geothermie gewonnen kan worden in Zeist is volgens de WarmteAtlas Nederland (PDOK/Kadaster, 2016) vele malen groter dan de economisch rendabele vraag. In die zin kan dus de economisch haalbare vraag als uitgangspunt worden genomen, mits de winning van aardwarmte is toegestaan; wat niet overal in Zeist het geval is (dit vraagt om een nadere analyse). Er is een overlap met zonnewarmte (zie volgende alinea).

<sup>14</sup> Uit het rapport van Greenvis blijkt dat het ziekenhuis een mogelijke warmtebron is. Hier wordt ervan uitgegaan dat het ziekenhuis een WKK heeft. Dit is niet zo. Het ziekenhuis is dus geen mogelijke warmtebron.

## Zonnewarmte

Voor zonnewarmte overlapt het economisch rendabele potentieel van Greenvis (Greenvis, 2016) deels met het economisch rendabele potentieel van diepe aardwarmte. Inclusief overlap is het potentieel ongeveer 630 TJ bij kleinverbruikers en 448 TJ aan waarschijnlijk haalbaar potentieel bij grootverbruikers, in totaal dus ongeveer 1.080 TJ. Zonder overlap levert zonnewarmte een additionele warmte van ongeveer 180 TJ.

In de bepaling voor het potentieel is uitgegaan van de kosten voor een zonnecollectorveld inclusief de kosten voor seizoensopslag door thermische kuilopslag. Dit is nodig omdat warmteproductie met name in de zomermaanden plaatsvindt, terwijl er met name in de winter een warmtevraag is. Dit potentieel is niet gerelateerd aan het oppervlak, om 1.080 TJ aan warmte te produceren met een zonnecollectorveld is bijna 80 hectare oppervlak nodig (dit valt te realiseren op een open veld in Zeist).

## WKO (ondiepe aardwarmte)

De Omgevingsdienst regio Utrecht heeft een analyse gedaan naar kansrijke locaties voor bodemenergie (Omgevingsdienst regio Utrecht, 2016). Kansrijke complexen die hierin genoemd worden, zijn winkelcentra (4 locaties), zorginstellingen (24 locaties) en kantoren (6 locaties). Op basis van het gemiddelde verbruik van deze gebouwen in Zeist hebben we een schatting gemaakt van het besparingspotentieel. Hierbij hebben we aangenomen dat een winkelcentrum bestaat uit 10 winkels en dat een gebouw met WKO ongeveer 50% aan warmte bespaard. Uit deze analyse volgt dat op deze locaties ongeveer 4,1 TJ aan warmte bespaard kan worden met WKO. Het totale potentieel voor WKO ligt in theorie echter vele malen hoger en overtijgt de warmte- en koudevraag, zo blijkt uit een analyse van de gegevens uit de Warmteatlas ([www.warmteatlas.nl](http://www.warmteatlas.nl)). Het daadwerkelijke potentieel is onder meer afhankelijk van de exacte bodemgesteldheid en regelgeving. Om onderlinge interferentie van WKO's te voorkomen moeten de WKO-systemen een zekere afstand uit elkaar liggen, dit beperkt het potentieel van WKO's. Er geldt tenminste een afstand 100 meter.

## Biomassa voor warmte

Biomassa omvat in principe een veelheid aan stromen, die onderling sterk kunnen verschillen qua:

- tijdstip en frequentie van vrijkomen;
- droge stof gehalte;
- gehalte aan assen;
- van toepassing zijnde wetgevend kader.

Een eerste indicatieve schatting van de hoeveelheden biomassa vrijkomend binnen het gebied van de gemeente Zeist is gegeven in Tabel 13.

Voor sommige stromen is de omvang bekend uit openbare bronnen, zoals CBS Statline of AVU-documentatie. De omvang van andere stromen is - ruw - geschat op basis van kaartmateriaal en specifieke opbrengsten per kilometer of per hectare. De hoeveelheid biomassa uit voedingsmiddelenindustrie en houtverwerkende industrie is waarschijnlijk beperkt<sup>15</sup>. Met name de hoeveelheid mest zal door bedrijfssluitingen op korte termijn afnemen.

---

<sup>15</sup> Voor zover te zien is de locatie van Remia in Den Dolder de enige grootschalige productie-locatie van voedingsmiddelen en zijn er houtverwerkende bedrijven in Den Dolder (Brevé Tuinhout), Zeist (Van Houwelingen Hout, Meubelmakerij Tenso, Meubelmakerij Aimeubel, MB



Tabel 13 Schatting biomassastromen in Zeist, ton vers tenzij anders aangegeven<sup>16</sup>.

Primaire bijproducten:	ton/jaar	
Stro	0 (alleen teelt voedergewas)	
Natte gewasresten akker- en tuinbouw	0 (alleen teelt voedergewas)	
Hout uit bos	814,3	Ton d.s.
Hout uit landschap en bebouwde omgeving	6,6	Ton d.s.
Secundaire bijproducten:		
Mest, champost	18.000	Ton n.s.
RWZI-slib	2.025	Ton n.s.
Tertiare bijproducten:		
Gescheiden ingezameld GFT	6.040	Ton n.s.
Grof tuinafval	863	Ton n.s.
Oud en bewerkt hout	1.417	Ton n.s.
Papierslib	N.v.t. (geen papierfabriek)	
Composteer overloop	N.v.t. (geen composteer installatie)	

Bronnen: CBS Statline, Probos, 2012 (zie ook bijlage), Begroting AVU 2016.

De gemeente zelf geeft een totale hoeveelheid houtsnippers van 220 ton vers materiaal voor 2013 (dit is indicatief voor 2013, en houden we ook aan voor de jaren daarna). Dit materiaal zou worden gestort.

De mate waarin de gemeente zelf sturing kan geven aan de eventuele benutting verschilt sterk per stroom. Veel bos is bijvoorbeeld in bezit van organisaties of particulieren (zie Figuur 29) en beschikbaar komen van hout uit dunningen of kapresten/tak- en tophout voor de gemeente of door de gemeente geïnitieerde initiatieven is niet vanzelfsprekend. De gemeente is waarschijnlijk één mogelijke klant en zal waarschijnlijk moeten concurreren met andere potentiële afnemers.

---

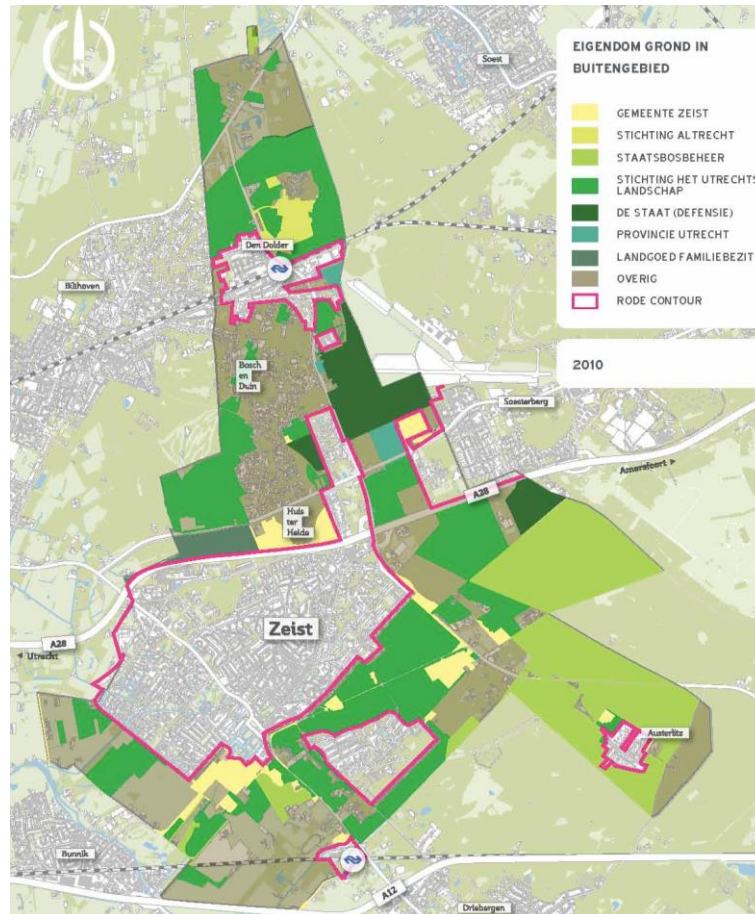
timmerwerken), Austerlitz (Bos) en groothandelaren in voedingsmiddelen (Arabica Tea & Coffee).

<sup>16</sup> Van grasstro, groenbemester, fruit- en bomenteel, natuurgras, bermgras en gras van waterwegen, heide, riet, resthout houtindustrie, swill, VGI reststromen en veilingafval zijn geen cijfers bekend.





Figuur 29 Locaties en eigendom van biomassa in Zeist



Ook is niet elke biomassastroom even duurzaam. Omdat de bossen in de gemeente Zeist voor het overgrote deel op zandgrond liggen<sup>17</sup> geeft eventuele afvoer van tak- en tophout kans op verschraving van de bosbodem en op achteruitgang van de bodemkwaliteit en het reproducerend vermogen ervan<sup>18</sup>. Dunningshout met  $\varnothing > 7$  à 8 cm is geschikt voor hoogwaardiger toepassingen (grondstof voor pulp en plaatmateriaal) dan gebruik als brandstof.

### Energetisch potentieel en mogelijke verwerkingstechnieken

De verschillende stromen kunnen - afhankelijk van de eigenschappen - op verschillende manieren worden ingezet voor productie van energie. Gangbare technieken zijn verbranden van droge biomassa en vergisten van natte biomassa. Nieuwe en deels nog in ontwikkeling zijnde technieken zijn vergassing en pyrolyse van droge biomassa. Voorbeelden van energieproductie uit biomassa in de omgeving van de gemeente Zeist zijn onder meer<sup>19</sup>:

- mestvergister Cothen<sup>20</sup> (vanaf 2018 circa 90 kton mest per jaar);
- vergisters voor RWZI-slib in Soest en Amersfoort;

<sup>17</sup> Zie bijvoorbeeld: <http://www2.hetlnvlok.nl/mijndossier/grondsoortenkaart/kaarten2008/gronds08-32W.PDF>

<sup>18</sup> Uitzondering zijn de landgoederen in de uiterwaarden van de Kromme Rijn, zoals Rijnwijck.

<sup>19</sup> Zie: <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/bio-energie/kaart-met-nl-bio-energie-installaties>, <http://www.avih.nl/biomassakaart/>

<sup>20</sup> Zie: <http://www.rijnheuvelennergie.nl/deelnemers.php>

- kleinschalige met vers hout gestookte ketel bij veehouderij Landrust in Werkhoven;
- houtpellet gestookte verwarmingsinstallatie van het Hoornbeek College.

Ook een deel van de in Zeist ingezamelde biomassa wordt al benut voor energieproductie, bijvoorbeeld de gescheiden ingezamelde GFT die in Wilp in Gelderland wordt vergist. Het in Zeist zelf benutten van de al elders ingezette stromen voor hernieuwbare energie levert op zich netto geen additionele productie op, laat deze aan de andere kant wel ten goede komen aan de gemeente Zeist zelf.

De gemeente Zeist gaf in 2016 in haar in samenspraak met maatschappelijke organisaties opgestelde 'Brede Milieuvisie Zeist' aan te willen streven naar vestiging van een composteerbedrijf annex biomassacentrale<sup>21</sup>. Het aanbod aan biomassa in Zeist sluit in principe aan bij dit streven. Er zou in principe een vergister met nacompostering kunnen worden gerealiseerd voor gescheiden ingezameld GFT en voor grasachtige biomassa uit landschap. Het binnen de gemeente vrijkomende grove tuinafval en schoon hout uit landschapsbeheer (tenminste 220 ton/jaar) kan worden gebruikt als structuurmateriaal in nacompostering van digestaat om daarna te worden verbrand in een kleinschalige ketel. De ketel kan eventueel worden gecombineerd met een andere technologie, bijvoorbeeld met geothermie of met WKO-systeem. Met de beschikbare hoeveelheid GFT kan ongeveer 12 TJ/jaar aan biogas worden geproduceerd. De hoeveelheid houtsnippers uit landschapsbeheer en grof tuinafval hebben een stookwaarde van 8-9 TJ/jaar.

Ook de (volgens CBS) vrijkomende 1.400 ton/jaar aan oud hout is in principe geschikt als brandstof en heeft een stookwaarde van ongeveer 18 TJ/jaar. Aan de andere kant is A-hout een geschikte grondstof voor spaanplaat (mits daar vraag naar is in de markt). Het marktperspectief voor afzet van B-hout als grondstof voor spaanplaat is momenteel minimaal en de prijs voor B-hout is negatief (er moet worden bijbetaald voor afvoer). Bij hoogconjunctuur zijn er echter wel afzetmogelijkheden voor B-hout bij de spaanplaatindustrie, al wordt een deel direct gebruikt als brandstof in het productieproces. In die marktsituatie wordt een kleine vergoeding voor B-hout betaald.

De hoeveelheden mest en RWZI-slib zijn erg klein in vergelijking met de schaalgrootte c.q. verwerkingscapaciteit van vergistingsinstallaties voor deze typen biomassa. De bij de individuele agrarische bedrijven vrijkomende mest kan in principe worden vergist met monovergisters, conform het concept dat CampinaMelkunie aan het uitrollen is onder haar leden. De RWZI slib kan misschien beter centraal worden vergist bij een andere RWZI van Hoogheemraadschap Stichtse Rijn. Hier is nog geen potentieel voor bepaald.

Het totaal aan hernieuwbare warmte uit biomassa van eigen bodem komt hiermee op +/- 40 TJ.

### **Totaal potentieel hernieuwbare warmte**

Het realiseren van de theoretische potentiëlen die hierboven genoemd brengen aanpassingen aan de omgeving en kosten met zich mee. De ene optie ligt hierdoor meer voor de hand dan de andere. Daarnaast is het heel afhankelijk van de buurt en de type bebouwing welke warmte-optie het meest geschikt is. In Bijlage E is een voorzet voor deze analyse gegeven, maar het

<sup>21</sup> Zie: [https://www.zeist.nl/fileadmin/bestanden/Documenten/Gemeentebestuur/Visiedocumenten/Brede\\_Milieuvisie\\_Zeist\\_vastgesteld\\_4\\_oktober\\_2016.pdf](https://www.zeist.nl/fileadmin/bestanden/Documenten/Gemeentebestuur/Visiedocumenten/Brede_Milieuvisie_Zeist_vastgesteld_4_oktober_2016.pdf)



maken van de optimalisatie van de inzet van hernieuwbare warmte per buurt vormt geen onderdeel van deze studie.

Tabel 14 Overzicht potentieel hernieuwbare warmte

Categorie	Hernieuwbare warmte (TJ)
Restwarmte	480
Geothermie (diepe aardwarmte)*	890
Zonnewarmte (additioneel t.o.v. geothermie)*	180
WKO (ondiepe aardwarmte)	4 - >>
Biomassa	40
<b>Totaal</b>	<b>+/- 1.600 - &gt;&gt;</b>

### 5.3 Totaal hernieuwbare elektriciteit en warmte

In Paragraaf 5.1 is aangegeven dat er 8,5 km<sup>2</sup> of ruim 120 windmolens nodig zijn om de energievraag die in 2030 over is (2.890 TJ) na vergaande besparingen in te vullen. Deze energievraag bestaat uit elektriciteit, gas, en transportbrandstoffen).

Het is mogelijk om 1.600 TJ van de resterende energievraag in te vullen met hernieuwbare warmte (dit kan nog verder oplopen als WKO grootschalig wordt ingezet). Als al dit potentieel wordt benut blijft dan nog 1.290 TJ over om in te vullen met bijvoorbeeld zon-PV en/of windenergie. Er is dan nog 3,6 km<sup>2</sup> aan zon-PV nodig of er zijn ruim 50 windmolens nodig (of een combinatie tussen beide). Deze opgave voor zon-PV en/of wind zijn nog steeds fors. Dit geeft het belang aan van de inzet op energiebesparing, zuinige technieken en hernieuwbare warmte.



# Literatuurlijst

Agentschap NL. (2013). Resultatenbrochure convenanten Meerjarenaafspraken energie-efficiëntie 2012. Agentschap NL.

CBS. (2013, januari 21). Twee derde van alle woningen eengezinswoning. Opgehaald van Centraal Bureau voor de Statistiek: <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2013/04/twee-derde-van-alle-woningen-eengezinswoning>

CE Delft. (2014). STREAM Personenvervoer 2014 versie 1.1. Delft: CE Delft.

CE Delft. (2015). Slim gebruik van slimme meters. Delft: CE Delft.

Greenvis. (2016). Kanskaart puntbronnen met restwarmte. Utrecht: Greenvis.

Greenvis. (2016, december 8). Kanskaarten warmte Provincie Utrecht. Opgehaald van Nationaal Georegister: <http://nationalegeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadatas/d3f4a095-f169-403f-9d1b-edc7386f49c3?tab=relations>

Kenniscentrum InfoMil. (2016-). Energie : Bijlage 10 bij de Activiteitenregeling. Opgeroepen op 2016, van <http://www.infomil.nl/onderwerpen/duurzame/energie/handreiking-erkende/energiebesparing-wet/bijlage-10/>

Kenniscentrum InfoMil. (2016, november 22). Wanneer zijn rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) vergunningplichtig? Opgehaald van InfoMil.nl: [http://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/activiteitenbesluit/toelichting-bor/onderdeel-inrichting/vergunningplicht-1/bijlage-bor/wanneer-\(rwzi/](http://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/activiteitenbesluit/toelichting-bor/onderdeel-inrichting/vergunningplicht-1/bijlage-bor/wanneer-(rwzi/)

Ministerie I&M. (2016-). Activiteitenbesluit milieubeheer. Den Haag: Rijksoverheid.

Omgevingsdienst regio Utrecht. (2016). Bodemenergie Gemeente Zeist. Utrecht: Omgevingsdienst regio Utrecht.

PDOK/Kadaster. (2016, 12 22). WarmteAtlas Nederland. Opgehaald van Nationaal Georegister: <http://nationalegeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadatas/977bc81b-1f93-4911-b7e9-9f185eb4950c?tab=relations>

RVO. (2011, januari). Voorbeeldwoningen particuliere woningen en verhuursector. Opgehaald van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, RVO.nl: <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/woningbouw/particuliere-woningen/voorbeeldwoningen>

VROM Inspectie; CE Delft. (2010). Energie in vergunningverlening en handhaving : Uitvoering Gelijkwaardig Alternatief door gemeenten . Den Haag/Delft: VROM ; CE Delft.



# Bijlage A Omrekenfactoren

	Eenheid	Energie	CO <sub>2</sub>
Elektriciteit *	1 kWh	3,60 MJ/kWh 7,4 MJ <sub>primaire</sub> /kWh	0,59 kg/kWh
Aardgas (onderwaarde)	1 m <sup>3</sup>	31,65 MJ/m <sup>3</sup>	1,78 kg/m <sup>3</sup>
Benzine	1 liter	32,88 MJ/liter	2,29169 kg/liter
Diesel	1 liter	35,73 MJ/liter	2,55345 kg/liter
LPG	1 liter	23,90 MJ/liter	1,15387 kg/liter

Bron: Energie in Beeld (emissiefactor gas en elektriciteit) en de Klimaatmonitor (autobrandstoffen).

1 KiloJoule (kJ) = 1.000 Joule  
 1 MegaJoule (MJ) = 1.000.000 Joule  
 1 GigaJoule (GJ) = 1.000.000.000 Joule  
 1 TeraJoule (TJ) = 1.000.000.000.000 Joule  
 1 PetaJoule (PJ) = 1.000.000.000.000.000 Joule

100 TJ = 3,2 mln m<sup>3</sup> aardgas ≈ verbruik 2.000 huishoudens  
 = 27,7 mln kWh elektriciteit ≈ verbruik 8.000 huishoudens

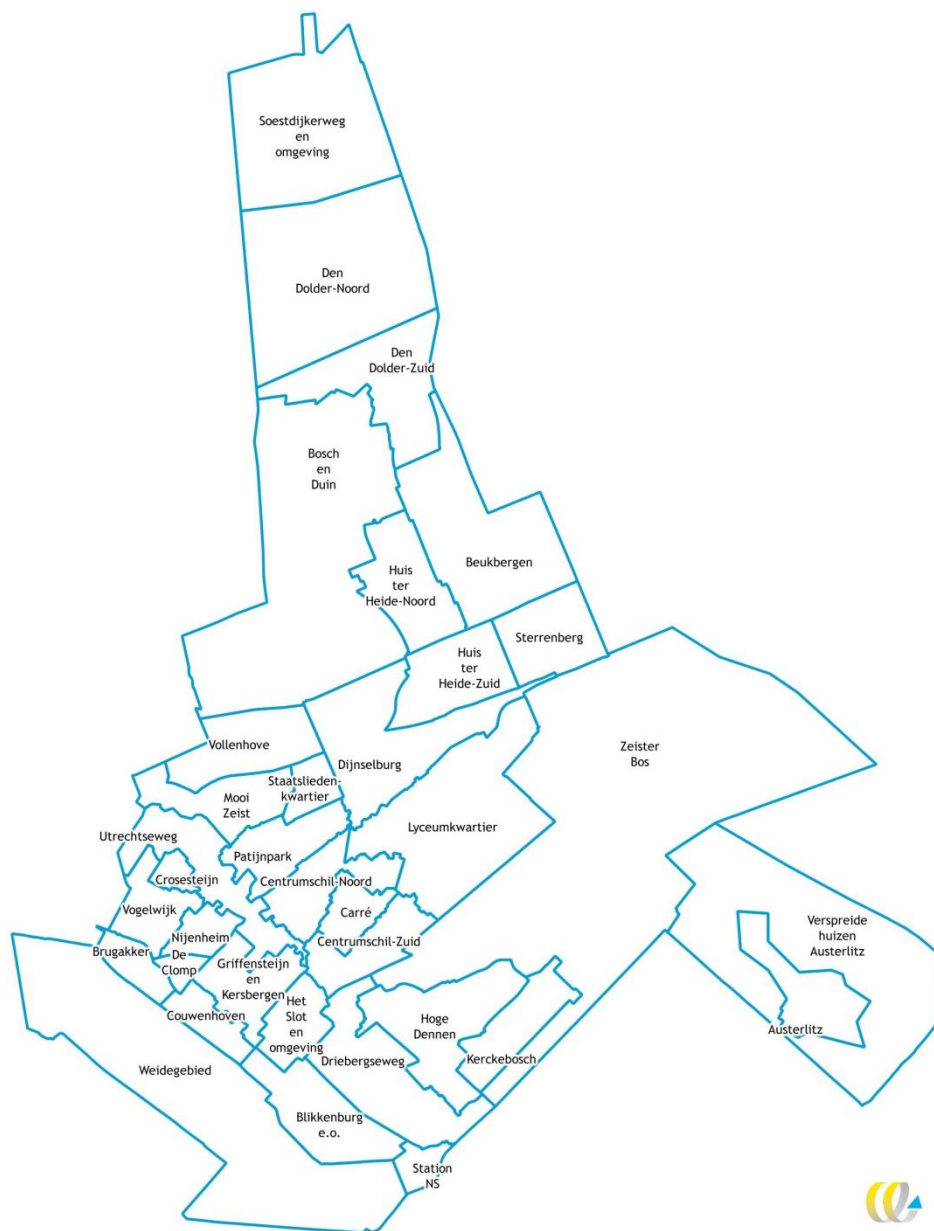
1 mln m<sup>3</sup> aardgas = 31,65 TJ  
 1 mln kWh elektriciteit = 3,6 TJ

\* Eén kWh is 3,6 MJ. Echter om 1 kWh te ‘produceren’ is gemiddeld 7,4 MJ aan primaire energie nodig. De primaire energie is de energie in hun natuurlijke vorm vóór technische omzetting (dus bijvoorbeeld steenkool of gas). Het gemiddelde rendement van de elektriciteitscentrales in Nederland is 48,9%. Dat wil zeggen dat van de 7,1 MJ die de centrale ingaat er 3,6 MJ overblijft (dus 1 kWh). De rest van de energie komt vrij in de vorm van warmte.



# Bijlage B Buurten van Zeist

Figuur 30 Overzichtskaat Zeist met buurtnamen (buurtindeling 2015 van het CBS)



# Bijlage C Klimaat- vs. energieneutraal

Om CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren om klimaatneutraal te kunnen worden zijn er grofweg drie parameters (in volgorde van de 'Trias Energetica'<sup>22</sup>):

- minder energieverbruik door energiebesparing;
- opwekking van hernieuwbare energie in Zeist;
- de CO<sub>2</sub>-emissie per eenheid energie (de emissiefactor) wordt lager doordat bijvoorbeeld autobrandstoffen, aardgas en elektriciteit van het net voor een groter deel uit hernieuwbare energie bestaan of efficiënter geproduceerd zijn.

Het laatste punt is aanvullend ten opzichte van de route naar energieneutraal. Daar heb je alleen de mogelijkheid om in te zetten op minder energieverbruik en hernieuwbare energie.

Op het moment dat de CO<sub>2</sub>-emissie per eenheid energie (de emissiefactor<sup>23</sup>) gelijk blijft, zal de CO<sub>2</sub>-reductie dus volledig gerealiseerd moeten worden door energiebesparing en de opwekking van hernieuwbare energie in Zeist. Het is echter aannemelijk dat de emissiefactoren richting 2030 veranderen onder invloed van nationaal en Europees beleid. Zo zal het aandeel hernieuwbare energie in de elektriciteitsmix en in de brandstofmix toenemen waardoor de emissiefactoren dalen (zie ook voetnoot 25). Hieronder geven we kort aan wat onder het huidige beleid de verwachting is van deze emissiefactoren richting 2030.

## Emissiefactor elektriciteit

Voor de emissiefactor van elektriciteit gaan we uit van ramingen van de nationale energieverkenning (NEV, 2016). Daaruit blijkt dat het aandeel hernieuwbare elektriciteit in Nederland met het huidige vastgestelde beleid groeit van +/- 11% in 2015 tot 44% in 2030. Als we aannemen dat de samenstelling van het fossiele elektriciteitspark gelijk blijft daalt de emissiefactor voor elektriciteit van 0,59 kg CO<sub>2</sub>/kWh in 2016 naar +/- 0,37 kg CO<sub>2</sub>/kWh in 2030<sup>24</sup>.

## Emissiefactor brandstoffen (LPG, benzine en diesel)

Voor de brandstoffen geldt een bijmengverplichting van hernieuwbare brandstoffen van 8,4% in 2020 (daarna onbekend, maar kan oplopen tot iets

---

<sup>22</sup> De 'Trias Energetica' stelt dat idealiter duurzaamheid wordt bereikt in drie stappen: eerst maximaal energie besparen, vervolgens energie uit duurzame bronnen maximaal benutten en tot slot het restant van de energiebehoefte zo efficiënt mogelijk invullen met fossiele energie.

<sup>23</sup> De hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de verbranding van een brandstof verschilt per type (en samenstelling van de) brandstof, daarom heeft elk type brandstof een andere emissiefactor. Ook elektriciteit heeft een emissiefactor, deze factor is bepaald op basis van alle brandstoffen die voor de Nederlandse elektriciteitsproductie zijn gebruikt, zoals gas, kolen, biomassa, zon en windenergie. In deze bepaling leveren bronnen voor duurzame energie geen bijdrage, daarom daalt de emissiefactor voor elektriciteit als elektriciteit in Nederland voor een groter gedeelte wordt geproduceerd uit duurzame energie.

<sup>24</sup> Het aandeel hernieuwbare energie in Nederland neemt toe hetgeen de verlaging van het kental veroorzaakt. Een deel van deze hernieuwbare energie zal op het grondgebied van Zeist opgewekt worden. Er is voor gekozen om het kental hier niet voor te corrigeren, omdat het deel dat op het grondgebied in Zeist staat relatief gezien erg klein is, en het de berekening onnodig complex maakt.



van 11% in 2050). De emissiefactoren van de brandstoffen zullen dus richting 2030 gaan dalen als gevolg van deze bijmengverplichting. We nemen hierbij aan dat voor 2030 de bijmengverplichting nog gelijk is aan die van 2020, dus 8,4%. De emissiefactoren voor LPG, benzine en diesel worden dan voor 2030 respectievelijk: 1,46 kg/liter, 2,10 kg/liter en 2,34 kg/liter.

### Emissiefactor aardgas

De emissiefactor van aardgas daalt doordat er een toenemend percentage groengas wordt bijgemengd. Dit aandeel is nu nog zeer beperkt (< 1%) en het is ook niet goed bekend in hoeverre dit percentage tot 2030 toeneemt. Voor de berekeningen in deze rapportage doen we de aanname dat het aandeel van groengas in 2030 oploopt naar 5%. Het emissiekental voor aardgas wordt daardoor 1,69 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.

In Tabel 15 is het overzicht de emissiekentallen uit 2016 en de prognose voor de kentallen in 2030 weergegeven.

Tabel 15 Emissiefactoren uit 2016 en 2030

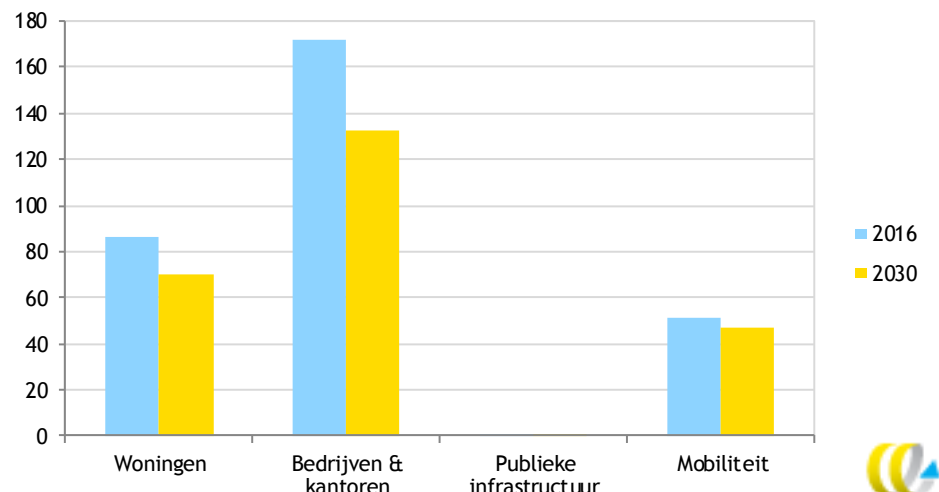
	2016	2030
Emissiefactor aardgas (kg/m <sup>3</sup> )	1,78	1,69
Emissiefactor elektriciteit (kg/kWh)	0,59	0,37
Emissiefactor LPG (in kg/liter)*	1,59	1,46
Emissiefactor benzine (in kg/liter)*	2,29	2,10
Emissiefactor diesel (in kg/liter)*	2,55	2,34

\* Emissiekental uit 2015.

Bron: Klimaatmonitor.

Bij een gelijkblijvende energievraag daalt de CO<sub>2</sub>-uitstoot door de afname van de emissiefactoren. In Figuur 31 is aangegeven wat de CO<sub>2</sub>-uitstoot is in 2030 bij een gelijkblijvende energievraag en een afname van de emissiefactoren conform Tabel 15. De CO<sub>2</sub>-uitstoot daalt van 310 kton CO<sub>2</sub> naar 250 kton CO<sub>2</sub>.

Figuur 31 Ontwikkeling van de totale CO<sub>2</sub>-emissies in de gemeente Zeist naar sector (kton CO<sub>2</sub>)



Bron: Energie in Beeld (Woningen, Bedrijven & Kantoren, 2016), Klimaatmonitor (Mobiliteit, 2015) en gemeente Zeist (Publieke infrastructuur, 2015).





De energievraag is in Figuur 31 gelijk gehouden tussen 2016 en 2030.  
De opgave om de energievraag volledig in te vullen met hernieuwbare energie  
verandert dus niet.



# Bijlage D Beleid uit de NEV raming

Tabel 16 Vastgestelde en voorgenomen beleid uit de Nationale EnergieVerkenning (NEV)

Vastgesteld beleid	Heeft betrekking op	Rol voor de gemeente
Energiebelastingen	Alle sectoren, en al het energieverbruik.	Nee
ETS	De CO <sub>2</sub> -uitstoot van grote industrie.	Nee
SDE+, ISDE, VAMIL, MIA, EIA	Groot- en kleinschalige hernieuwbare energie	Nee
Wet milieubeheer, 1ste lichting erkende maatregellijsten	Energiebesparing bij bedrijven die onder de Wm vallen.	Ja, als bevoegd gezag
Ecodesign Europese Unie	Energiegebruik van apparaten.	Nee
Convenant Energiebesparing Huursector + STEP	Energiegebruik van de huursector.	Nee
Kas als Energiebron + intensiveringsprogramma	Energiegebruik van de tuinbouwsector.	Kan, bij proefproject in gemeente
CO <sub>2</sub> -normering voertuigen per 2020/2021	CO <sub>2</sub> -emissie van transport.	Nee
<b>Voorgenomen beleid</b>		
Innovatieprogramma monomestvergisting	Hernieuwbare energie in de agrarische sector.	Kan, bij proefproject in gemeente
Aanscherping Ecodesign Europese Unie	Energiegebruik van apparaten.	Nee
2de en 3de lichting erkende maatregellijsten Wet milieubeheer	Energiebesparing bij bedrijven die onder de Wm vallen.	Ja, als bevoegd gezag
Implementatie energieprestatiekeuring (EPK)	Energiegebruik van bedrijven	Ja, als bevoegd gezag
Stroomversnelling deal fase 3	Energiegebruik gebouwde omgeving.	Ja, facilitator
Financieringsarrangement koopsector en VvE's	Energiegebruik gebouwde omgeving.	Nee
Stimulering ultrazuinige auto's, elektrisch vervoer, zero-emissie busvervoer	Energieverbruik en CO <sub>2</sub> -emissie transport.	Kan, bij proefprojecten
Glastuinbouw: green deal Noord-Holland en Led-it-be 50%	Glastuinbouw.	Nee (niet voor Zeist)
Maatregelen logistieke sector	Transport.	Nee
CO <sub>2</sub> -normering personenauto's per 2025	CO <sub>2</sub> -emissie van transport.	Nee



## Bijlage E Warmte-opties

Een hoge temperatuur warmtenet is in de stedelijke omgeving veelal de goedkoopste optie om de gebouwde omgeving te voorzien van warmte. Een warmtenet kan gevoed worden door restwarmte of geothermie. De investering in een geothermiebron is vaak hoger en kent diverse onzekerheden en risico's, zowel technisch als financieel van aard. De beschikbaarheid van restwarmte is op lange termijn vaak ook onzeker. Als restwarmte en geothermie niet beschikbaar zijn moet er worden uitgeweken naar andere opties om de stedelijke gebouwde omgeving te verwarmen zonder aardgas. Een individuele bodemwarmtepomp of collectief WKO-net is een goede optie voor nieuwbouwwijken. Voor oudere bebouwing zijn de benodigde gebouwaanpassingen vaak erg duur. Vanwege het lage temperatuursysteem zijn namelijk dure isolatiemaatregelen en een aanpassing van het afgifte systeem nodig voor behoud van comfort.

In landelijke gebieden is een warmtenet te duur, door de lage bebouwingsdichtheid en hoge energie-infrastructuur kosten. Individuele opties zijn hier goedkoper. De cv-ketel op vaste biomassa heeft geen eigen infrastructuur nodig en is daardoor in zeer dun bevolkte gebieden een goedkope oplossing, ondanks een forse investering in de installatie en de hoge energiekosten. In stedelijke gebieden kunnen extra vervoersbewegingen, opslag van houtpellets en uitstoot van fijnstof echter tot problemen leiden.

Tot slot is er de mogelijkheid om de HR-ketel te behouden en het aardgas te vervangen door groengas. Dit is ondanks de hoge groengas kosten toch vaak de goedkoopste optie, vooral voor bijvoorbeeld monumentale panden. Er zijn namelijk geen gebouwaanpassingen nodig. Echter blijkt uit verschillende studies dat de capaciteit voor de productie van groengas uit Nederlandse biomassa zeer beperkt is. Dit betekent dus dat grote hoeveelheden groengas geïmporteerd moeten worden uit andere landen. Net als bij andere vormen van biomassa levert dit discussies over de duurzaamheid en zekerheid op lange termijn.

Tabel 17 Huidige kosten van verschillende warmtetechnieken

Techniek	Investering	Productiekosten
HR-ketel (groengas)	1.500 €/woning	21 €/GJ
Elektrische warmtepomp (bodewarmtewisselaar)	15.000 €/woning	4 €/GJ
CV-ketel (vaste biomassa)	8.000 €/woning	20 €/GJ
WKO (warmtenet)	1.133 €/kW	4,74 €/GJ
Industriële restwarmte	250 €/kW	0,83 €/GJ
Geothermie bron	1.818 €/kW	0,83 €/GJ

