

## Duurzame verwarming van de Zilverkamp in Huissen

### *Technische verkenning*

Datum: 24 juni 2019  
Projectnummer: 17714  
Status: definitief

Opdrachtgever: Gemeente Lingewaard  
Postbus 15  
6680 AA BEMMEL

Uitgevoerd door: DWA B.V.  
Postbus 136  
7460 AC RIJSSEN  
telefoonnummer 088 - 163 53 00  
e-mailadres dwa@dwa.nl

Auteurs: Peter Wagenmakers  
Hans van der Heide

Co-lezer: Pieter van der Wal

## Voorwoord

### Inleiding

De Zilverkamp knapt op! Er wordt gewerkt aan het vernieuwen van de wijk, van buitenruimte, tot sociale omgang met elkaar. Bewoners zijn actief bezig met en betrokken bij het revitaliseren van de wijk. Ze hebben in 2017 een wijkontwikkelingsplan (WOP) opgesteld, in samenwerking met Waardwonen, Stichting Welzijn Lingewaard en de gemeente. Duurzaamheid en toekomstbestendige woningen is één van de thema's die vanuit de burgers naar voren kwam. De projectideeën die de bewoners hebben bedacht rondom dit thema, zijn vanaf begin 2018 opgepakt met de werkgroep Duurzaam Zilverkamp. 'Zilverkamp Wijk van de toekomst' is één van projecten die loopt.

### Waarom?

Nederland moet duurzamer worden. We staan voor een zogeheten 'warmtetransitie'. We gaan onze warmtevoorziening anders regelen, zodat we onze klimaatdoelstellingen halen, geen gas uit Groningen meer hoeven aanspreken en zelfstandig en duurzaam in onze energie- en warmtebehoefte kunnen voorzien. De woningen moeten daarvoor ook anders verwarmd gaan worden, waardoor zij toekomstbestendig zijn en hun waarde behouden. Zilverkamp als 'wijk van de toekomst' houdt in dat de betrokkenen uit de projectgroep samen willen werken met burgers, gemeente en andere betrokken partijen om de warmtevoorziening voor de gebouwde omgeving, waaronder de woningen, te verduurzamen in deze wijk.

### Wie

Het initiatief is gekomen vanuit bewoners die betrokken waren bij het opzetten van het WOP van de Zilverkamp. Naast bewoners uit de werkgroep 'Duurzaam Zilverkamp' zijn ook Lingewaard Energie, wijkplatforms Zilverkamp Zuid en Zilverkamp Holthuysen, woningbouwcorporatie Waardwonen, netbeheerder Liander, waterschap Rivierenland en de gemeente Lingewaard aangesloten bij dit project. Deze partijen samen vormen de projectgroep. In de zomer van 2018 heeft deze projectgroep de aanvraag gedaan bij de provincie om 'wijk van de toekomst' te worden. De aanvraag is toegekend en tevens ondersteund door het college.

'Wijken van de toekomst' valt onder het Gelders Energie Akkoord (GEA). Bij het GEA zijn honderden Gelderse partijen aangesloten die zich inspannen om de klimaatdoelstellingen van het rijk te halen in deze provincie. Er zijn nu zo'n circa twintig wijken van de toekomst in Gelderland, waarin verkend wordt hoe de woningen (en andere gebouwen) verwarmd kunnen gaan worden in de toekomst. De provincie werkt naar meer en meer 'wijken van de toekomst'. Uiteraard moeten uiteindelijk alle wijken mee gaan doen. In de gemeentelijke warmtevisies en de regionale energiestrategieën beschrijft de overheid hoe en wanneer wijken zullen worden losgekoppeld van het gas.

### Wat

De projectgroep heeft er in het najaar 2018 voor gekozen de mogelijkheden van een duurzame, haalbare en betaalbare warmtevoorziening op de Zilverkamp te gaan onderzoeken. Hiervoor is een externe expert ingehuurd, bureau DWA. De keuze om de haalbaarheid naar voren te halen, wijkt af van de route die het GEA schetst, zie het plaatje op de volgende pagina. Dit is met opzet; het is nuttiger bevonden om voorafgaand, aan concrete stappen en communicatie, te toetsen hoe verduurzamen van de warmte mogelijk is, dan eerst met deze andere zaken te starten.

## Rapport

De projectgroep heeft nauw meegedacht met bureau DWA. Inmiddels zijn we gekomen tot een haalbaarheidsstudie, daartoe is dit rapport. Hieruit blijkt dat verduurzamen van de warmte mogelijk is, sterker nog; hier zijn vele varianten voor mogelijk. De uitgangspunten en wegingscriteria in het rapport hebben veel discussie binnen de werkgroep Duurzaam Zilverkamp opgeleverd, Een waar zoekproces, waarbij harde en zachte criteria niet altijd objectief zijn vast te stellen. De maatschappelijke discussie moet nog worden gevoerd, daarom is nu niet bepaald welke variant het moet worden. Er is wel stilgestaan bij de voorwaarden die belangrijk zijn als er een bepaalde variant wordt gekozen. Zo vindt de projectgroep het belangrijk dat alle bewoners van de Zilverkamp mee moeten kunnen doen met welke nieuwe variant dan ook; huurder en koper, grote of kleine portemonnee. En welke duurzame en haalbare variant er ook gekozen wordt, het is belangrijk dat woningeigenaren eerst hun woning gaan isoleren en daadwerkelijk in gedrag energie gaan besparen.

In het rapport is detailinformatie te lezen. De projectgroep buigt zich nu over de vervolgstappen.



- Werkgroep Duurzaam Zilverkamp, Juni 2019

## Inhoudsopgave

|  |    |
|--|----|
| Samenvatting.....  | 5  |
| 1 Waaron een aardgasvrije energievoorziening? .....                                | 9  |
| 2 De wijk in beeld .....   | 11 |
| 2.1 Woningtypen en eigendomsverhouding .....                                       | 11 |
| 2.2 Energiegebruik .....   | 12 |
| 2.3 Drinkwaterbeschermingsgebied.....  | 13 |
| 3 Alternatieven voor aardgas .....   | 14 |
| 3.1 Aanpak verkenning .....  | 14 |
| 3.1.1 Stap 1 Beperking van de energievraag door schilverbetering .....             | 14 |
| 3.1.2 Stap 2 Aardgasvrije energieopwekking .....                                   | 15 |
| 3.1.3 Stap 3 Hernieuwbare energieopwekking van het resterende energiegebruik ..... | 15 |
| 3.2 Temperatuur doet er toe .....  | 16 |
| 3.3 Overzicht aardgasvrije warmteconcepten.....                                    | 16 |
| 3.3.1 Hoogtemperatuur.....   | 16 |
| 3.3.2 Laagtemperatuur .....  | 18 |
| 3.3.3 Hernieuwbare gassen.....   | 20 |
| 3.4 Uit te werken warmteconcepten.....   | 22 |
| 4 Duurzame warmteconcepten voor Zilverkamp.....                                    | 23 |
| 4.1 Technische en energetische haalbaarheid .....                                  | 23 |
| 4.1.1 Praktische aandachtspunten en inpasbaarheid .....                            | 23 |
| 4.1.2 Energie .....  | 24 |
| 4.1.3 Naar een volledig hernieuwbare energievoorziening .....                      | 25 |
| 4.2 Financiële haalbaarheid.....   | 26 |
| 4.2.1 Investerings .....   | 26 |
| 4.2.2 Exploitatiekosten.....   | 27 |
| 4.3 Total cost of ownership .....  | 28 |
| 5 Organisatie en financiering warmtevoorziening .....                              | 29 |
| 5.1 Warmtenet.....   | 29 |
| 5.1.1 Warmtenet eigendom van één (derde) partij .....                              | 29 |
| 5.1.2 Open warmtenet .....   | 29 |
| 5.2 Centrale warmte-koudeopslag met centrale HT-warmtepomp .....                   | 30 |
| 5.2.1 Outsourcing .....  | 30 |
| 5.2.2 Eigen beheer .....   | 31 |
| 5.3 Individuele warmtepomp .....   | 31 |
| 5.4 Financiering gebouwgebonden maatregelen.....                                   | 31 |
| 6 Vergelijking warmteconcepten en doorkijk.....                                    | 33 |
| 6.1 Beoordeling warmteconcepten .....  | 33 |
| 6.1.1 Beoordelingscriteria .....   | 33 |
| 6.1.2 Score warmteconcepten.....   | 34 |
| 6.2 Doorkijk .....   | 35 |
| <b>Bijlage</b>   |    |
| Bijlage I Uitgangspunten .....   | 36 |

## Samenvatting

We moeten met z'n allen werken aan een duurzaam en mooi Lingewaard, ook voor toekomstige generaties. Een belangrijk onderdeel is het duurzaam verwarmen van woningen. Zoals u weet moeten we uiterlijk in 2050 van het aardgas af. Dit betekent dat alle Lingewaardse woningen en gebouwen op den duur op een andere energiebron dan aardgas worden aangesloten. Dit geldt ook voor de Zilverkamp. Maar hoe doen we dat? Welke stappen moeten we zetten en hoe gaan we dit betalen? En wat betekent dit voor inwoners?

Zilverkamp is 'wijk van de toekomst'. Dat betekent dat er verschillende partijen samen verkennen hoe we de woningen en gebouwen in de wijk duurzaam kunnen gaan verwarmen in de toekomst. In Gelderland zijn er inmiddels circa twintig van dit soort wijken. Wie zijn deze partijen die dit samen verkennen voor deze wijk? Dat zijn Bewonersgroep Duurzaam Zilverkamp, Lingewaard Energie, wijkplatforms Zilverkamp Zuid en Zilverkamp Holthuysen, woningbouwcorporatie Waardwonen, netbeheerder Liander, waterschap Rivierenland en de gemeente Lingewaard.

Deze groep vindt het belangrijk om eerst te bekijken welke alternatieven manieren er zijn waarop de wijk verwarmd kan worden. Daarvoor is bureau DWA gevraagd. In dit rapport is te lezen wat er uit dit onderzoek kwam. Deze samenvatting geeft de hoofdlijn weer. Kernwoorden van de alternatieven zijn: betaalbaar, betrouwbaar en duurzaam.

### De eerste stap: energiebesparing

Een eerste stap naar een duurzame wijk is het beperken van het energiegebruik. Energie die niet wordt gebruikt, hoeft je ook niet op te wekken. Bewoners kunnen bewust(er) met het gebruik van energie omgaan. Er is meer mogelijk voor het beperken van het energiegebruik: isolatie van de buitenschil (gevel, dak en vloer) en vervanging van de beglazing door isolerende beglazing (HR+++ - glas). Wat altijd loont, is isoleren. Voor gebruik van technieken die warmte leveren op lagere temperatuur (lager dan 90°C, zie onderstaand) is meer isoleren noodzakelijk, waardoor de investering hoger is, dan bij technieken op hoge temperatuur.

### De volgende stap: van aardgas naar een hernieuwbare warmtevoorziening

De huidige aardgasgestookte CV-ketel in woningen levert warmte op hoge temperatuur (70-90°C). Voor dat aardgas zoeken we een alternatief. Hoe hoger de temperatuur van dat alternatief, hoe minder er veranderd hoeft worden aan de woning (huidige radiator (of: warmte-afgiftesysteem) en aan de isolatie van de gebouwschil). We maken onderscheid in de volgende drie temperatuurniveaus.

Tabel 0.1 Temperatuurniveaus

| Warmte   | Niveau             |
|--|--------------------|
| Hoogtemperatuur warmtebronnen (geothermie, restwarmte)   | Doorgaans 70-90°C  |
| Middentemperatuur warmtebronnen (restwarmte)   | Doorgaans 40-70°C  |
| Laagtemperatuur warmtebronnen (grondwater, lucht, thermische energie uit afvalwater, oppervlaktewater) | Doorgaans tot 40°C |

Voor Zilverkamp zijn hoogtemperatuur- en laagtemperatuurbronnen beschikbaar, zoals snoeihout en warmte uit de afvalverbrandingscentrale. Daar komen in de toekomst wellicht geothermie, zonthermie en warmte uit oppervlaktewater bij. Naast deze alternatieven is het gebruik van gassen (biogas,

waterstof) ook mogelijk. Er zijn verschillende technieken beschikbaar om deze warmte op te wekken. Vanuit een brede analyse van mogelijkheden zijn de voor- en nadelen van de volgende opties uitgewerkt.

- 1 **Hoogtemperatuur.** Hierbij worden twee warmteconcepten uitgewerkt:
  - a Realisatie van een warmtenet, waarbij het bestaande warmtenet in glastuinbouwgebied NextGarden wordt uitgebreid naar Zilverkamp.
  - b Realisatie van warmtekoudeopslag in combinatie met een hoogtemperatuur warmtenet voor het deel van Zilverkamp buiten het drinkwaterbeschermingsgebied. De overige woningen in Zilverkamp worden voorzien van een luchtwarmtepomp per woning .
- 2 **Laagtemperatuur.** Toepassing van een luchtwarmtepomp per woning.
- 3 **Hernieuwbaar gas.** Toepassing van een hybridewarmtepomp, waarmee op termijn overgegaan kan worden op waterstof.

In tabel 0.2 is de impact van deze technieken op de openbare ruimte en woning weer gegeven.

Tabel 0.2 Impact duurzame warmteopwekking op openbare ruimte en woning

| Concept  | Impact openbare ruimte   | Impact woning   |
|--|--|---|
| Op aardgas blijven   | Geen. Aangezien dit systeem al wordt gebruikt, hoeven er in de nabije toekomst geen aanpassingen aan de infrastructuur plaats te vinden, wel kan het zijn dat het aardgasnet op sommige plekken moet worden vernieuwd.   | Zeer beperkt. De ketel zal mogelijk vervangen moeten worden door een nieuwe.  |
| <i>Hoogtemperatuur</i><br>Aansluiten op het warmtenet                                  | De straat zal open moeten worden gemaakt en opnieuw moeten worden aangelegd om de distributieleidingen in de grond aan te kunnen leggen.   | De ketel zal moeten worden vervangen door een warmteafleverset. In plaats van een ketel op de bovenste verdieping zal er een warmteafleverset op de begane grond (bijvoorbeeld in de meterkast) worden geplaatst.         |
| <i>Hoogtemperatuur</i><br>Warmtekoudeopslag (wko) met<br>Hoogtemperatuur<br>warmtepomp | De WKO-bron en technische ruimte voor de warmtepomp moet worden gehuisvest. De straat zal open moeten worden gemaakt en opnieuw moeten worden aangelegd om de distributieleidingen in de grond aan te kunnen leggen.   | Zie aansluiten op het warmtenet (hierboven).  |
| <i>Laagtemperatuur</i><br>Lucht-water<br>warmtepomp                                    | Mogelijke verzwaring van het elektriciteitsnet waardoor trottoirs eventueel moeten worden opengemaakt en opnieuw worden aangelegd. Het is niet zeker of dit alleen geldt voor de trafokasten of ook voor het distributienet in de wijk. Er moeten wel extra trafokasten en regelkasten worden geplaatst. | Aanbrengen laag-temperatuurafgiftesysteem <sup>1</sup> in de woning en extra isolatie van dak, gevel en vloer.  |
| <i>Hernieuwbaar gas</i><br>Hybride<br>warmtepomp                                       | Mogelijke verzwaring van het elektriciteitsnet waardoor trottoirs moeten worden open gehaald en opnieuw worden aangelegd. Het is niet zeker of dit alleen geldt voor de trafokasten of ook voor het distributienet in de wijk. Er moeten wel extra   | De ketel moet worden vervangen door een warmtepomp. In plaats van een ketel op de bovenverdieping zal er een warmtepomp op de begane grond worden geplaatst. Mogelijk moet ook de elektriciteitsaansluiting van de woning |

<sup>1</sup> Vloerverwarming op begane grond en Laagtemperatuur radiators op de verdieping.

| Concept | Impact openbare ruimte   | Impact woning      |
|---------|--|--------------------|
|         | trafokasten en regelkasten worden geplaatst.<br>Ook moet het gasnet waarschijnlijk worden verbeterd. | worden verzwaaard. |

### Financiële vergelijking

Naast de impact op de openbare ruimte zijn de financiële consequenties op hoofdlijnen in beeld gebracht. Uit deze analyse blijkt dat een laagtemperatuuroplossing de hoogste investering heeft en een hoogtemperatuuroplossing de laagste (in dit geval aansluiting op een warmtenet). De verschillen in de totale kosten over dertig jaar (total-cost-of-ownership) zijn echter minimaal. De duurzame alternatieven voor gas kosten dus over een periode van 30 jaar gerekend hetzelfde. Voor de berekening zijn de gehanteerde uitgangspunten van grote invloed. Bijvoorbeeld het meer gedetailleerd berekenen van de kosten voor een warmtenet en de ontwikkeling van de gasprijs hebben een grote invloed op de uitkomst. Het uitgangspunt bij de onderstaande berekening is dat alle concepten worden vergeleken op een gelijk niveau. Bij de referentie op het aardgas is bijvoorbeeld een herinvestering voor de ketels meegerekend. Bij een warmtenet is dit niet gebeurd, omdat de levensduur van een warmtenet langer is dan 30 jaar.

Tabel 0.3 Uitgangspunten

|                               | Op het gasnet blijven      | Aansluiten op warmtenet    | Wko + ht wp                | All-electric lucht warmtepomp | Hybride warmtepomp         |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Totale investering per woning | € 2.000,- tot € 11.000,-   | € 8.650,- tot € 22.850,-   | € 11.850,- tot € 23.050,-  | € 25.050,- tot € 49.350,-     | € 13.500,- tot € 28.500,-  |
| Totale investering Zilverkamp | € 28,6 tot € 31,4 miljoen  | € 61,4 tot € 67,5 miljoen  | € 63,3 tot € 69,6 miljoen  | € 135,4 tot € 148,9 miljoen   | € 77,8 tot € 85,6 miljoen  |
| Jaarlijkse lasten             | € 1.580,- tot € 1.970,-    | € 1.750,- tot € 2.020,-    | € 1.750,- tot € 2.020,-    | € 1.270,- tot € 1.560,-       | € 1.470,- tot € 1.660,-    |
| TCO                           | € 84.000,- tot € 106.000,- | € 83.500,- tot € 105.000,- | € 83.500,- tot € 105.000,- | € 87.000,- tot € 130.000,-    | € 85.000,- tot € 114.000,- |

### De derde stap: naar volledig hernieuwbare, duurzame energievoorziening

Een wijk met alleen hernieuwbare, duurzame energiebronnen? Dan is het ook nodig het resterende aardgas- c.q. elektriciteitsgebruik op te wekken uit hernieuwbare energiebronnen. Dan is er bijvoorbeeld een veld met zonnepanelen nodig, dan moet er energie uit water en riool worden gehaald, of uit wind. Uitgedrukt in windturbines betekent dit dat er één windturbine (bij gebruik van een warmtenet) tot vier windturbines (bij gebruik van waterstof) nodig zijn.

### Organisatie en financiering

In de huidige situatie hebben de meeste woningen een eigen CV-ketel. Bij een nieuwe individuele oplossing, zoals een (hybride) warmtepomp is de situatie vergelijkbaar. Iedere woningeigenaar houdt dan een eigen, individuele installatie. Bij een collectieve oplossing (warmtenet of warmteopslag) is een organisatievorm nodig. Hierbij kan het hele traject van investering/realisatie tot onderhoud/exploitatie uitbesteed worden aan een derde partij. Een andere mogelijkheid is om hierin zelf (gedeeltelijk) te participeren. Het financieren van de benodigde investeringen vereist nog uitwerking.

Naast de warmteopwekking zullen de woningen ook extra geïsoleerd moeten worden en (wellicht) voorzien worden van zonnepanelen. Een alternatief dat het onderzoeken waard is, is het gezamenlijk investeren in de benodigde maatregelen. Een mogelijkheid om dit vorm te geven, is het oprichten van een energiecollectief voor en door de inwoners van Zilverkamp. Dit energiecollectief investeert en realiseert de benodigde maatregelen.

### Beoordeling stakeholders

De alternatieven om de woningen en gebouwen te gaan verwarmen, zijn beoordeeld op verschillende criteria, door de partijen die mee hebben gedacht. Ieder alternatief heeft voor- en nadelen. De keuze voor een technisch alternatief is echter van veel andere factoren afhankelijk, zoals de veranderingsbereidheid van de inwoners van Zilverkamp, de gewenste organisatie- en samenwerkingsvorm en de financiering van de benodigde investeringen. Hiervoor is een nadere uitwerking nodig. Het is van belang te beseffen dat er keuzevrijheid is bij de bewoners bij het kiezen van een duurzame warmtevoorziening.

### Meedoen van bewoners!

Belangrijk hierin is dat alle bewoners van de Zilverkamp mee moeten kunnen doen; huurder en koper, grote of kleine portemonnee. Een belangrijke eerste stap hierin is energiebesparing. We stellen de volgende acties voor:

- 1 Het delen van de uitkomsten van deze verkenning met de bewoners.
- 2 Uitwerking van de gewenste organisatievorm en financieringsmogelijkheden om te komen tot een aardgasvrije energievoorziening.
- 3 Uitwerking van de financiering van de benodigde investeringen.
- 4 Keuze voor een aardgasvrije energievoorziening
- 5 Op naar een duurzame wijk!



## 1 Waarom een aardgasvrije energievoorziening?

Miljoenen huishoudens in Nederland maken momenteel dagelijks gebruik van aardgas om de woning warm te houden, te douchen en te koken en er zijn eigenlijk geen één-op-één-alternatieven voor handen die deze functies kunnen overnemen.

De Nederlandse overheid heeft de doelstelling geformuleerd om in 2050 de CO<sub>2</sub>-uitstoot te reduceren naar nul. Dit betekent dat ook de energievoorziening volledig duurzaam moet zijn en er geen gebruik meer gemaakt wordt van aardgas.

De ambitie voor een aardgasvrije samenleving volgt uit de afspraken van het Klimaatakkoord van Parijs (2015), de Energieagenda van de regering (2016) en het gelders energieakkoord.

Gemeente Lingewaard is actief aan de slag gegaan met de uitfasering van aardgas. Zo wordt er een warmtetransitievisie voor de hele gemeente opgesteld en voor de wijk Zilverkamp wat de mogelijkheden zijn voor de uitfasering van aardgas.

De wijk Zilverkamp in Huissen is in 2018 vanuit een voordracht door bewoners, wijkplatforms, gemeente Lingewaard, woningcorporatie Waardwonen, Waterschap Rivierenland, energiecoöperatie Lingewaard Energie en Liander aangewezen als 'Wijk van de toekomst'. Dit betekent dat de ambitie is uitgesproken om de omslag te maken van een voornamelijk op aardgas verwarmde wijk naar een wijk met een aardgasvrije warmtevoorziening, waarbij ondersteuning wordt geboden vanuit het provinciale programma 'Wijk van de toekomst'.

Het provinciale programma Wijk van de Toekomst richt zich op één van de hoofdthema's van de energietransitie in de gebouwde omgeving: de stapsgewijze afkoppeling van het aardgas van de Gelderse wijken én de opbouw van een nieuwe basis voor warmtevoorziening. Daarmee maakt een Wijk van de Toekomst zich klaar voor de toekomst en wordt een wijk een plek waar mensen prettig wonen en werken, zowel betaalbaar als veilig en aardgasvrij, geschikt voor jong en oud, zonder wateroverlast of hittestress en mét duurzaam vervoer.

### Uitgangspunten verkenning

Om de transitie naar een aardgasvrije warmtevoorziening te kunnen maken, is inzicht nodig in de mogelijke duurzame warmteconcepten en de haalbaarheid, voor- en nadelen en praktische consequenties hiervan. De gemeente heeft samen met de projectgroep Wijk van de Toekomst DWA gevraagd om een technische verkenning uit te voeren om de verschillende alternatieven en consequenties in beeld te brengen. Als uitgangspunten zijn hierbij geformuleerd dat de uit te werken alternatieven betaalbaar, betrouwbaar en duurzaam moeten zijn.

### Leeswijzer

In dit rapport worden de resultaten van de verkenning beschreven. wordt een overzicht gegeven van de mogelijk toepasbare aardgasvrije warmteconcepten. Hoofdstuk 2 beschrijft de voor deze verkenning relevante kenmerken van de wijk. Hoofdstuk 3 gaat in op de alternatieven voor aardgas op basis waarvan een selectie van uit te werken energieconcepten wordt gemaakt. De meest kansrijke concepten worden technisch en financieel uitgewerkt in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 gaat in op de

organisatie- en exploitatievormen. In hoofdstuk 6 worden de concepten beoordeeld op de gezamenlijk vastgestelde criteria en een advies gegeven over het te realiseren concept en benodigde vervolgstappen.

## 2 De wijk in beeld

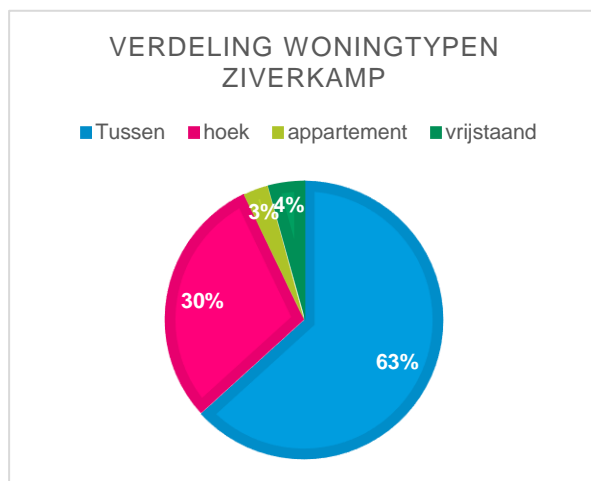
In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de woningtypen, energiegebruik en specifieke aandachtspunten in Zilverkamp die van belang zijn voor het uit te voeren onderzoek.

### 2.1 Woningtypen en eigendomsverhouding

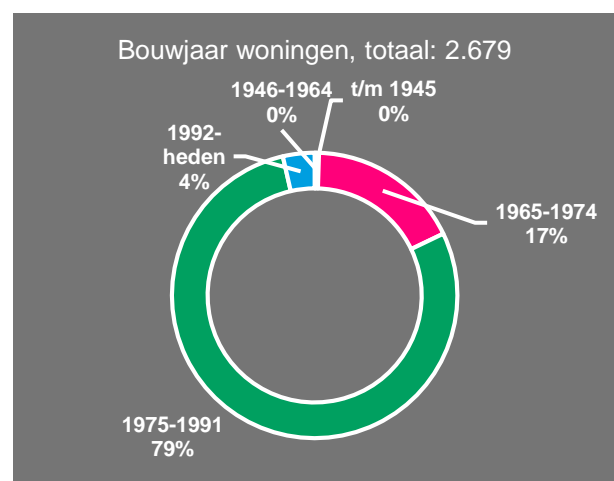
Zilverkamp is een wijk met 2.679 woningen. Hiervan zijn 498 woningen (18,5%) van woningcorporatie Waardwonen (bron: basisregistratie adressen en gebouwen). Om een passende wijkaanpak in beeld te kunnen brengen is het van belang dat er bekend is wat voor soort woningen het meeste in de wijk staan. Om dit in beeld te krijgen zijn de woningtypen, zoals deze zijn te herleiden vanuit de openbare data, geanalyseerd. De woningen zijn te onderscheiden in vier categorieën.

- 1 Tussenwoning.
- 2 Hoekwoning.
- 3 Vrijstaande woning.
- 4 Appartement.

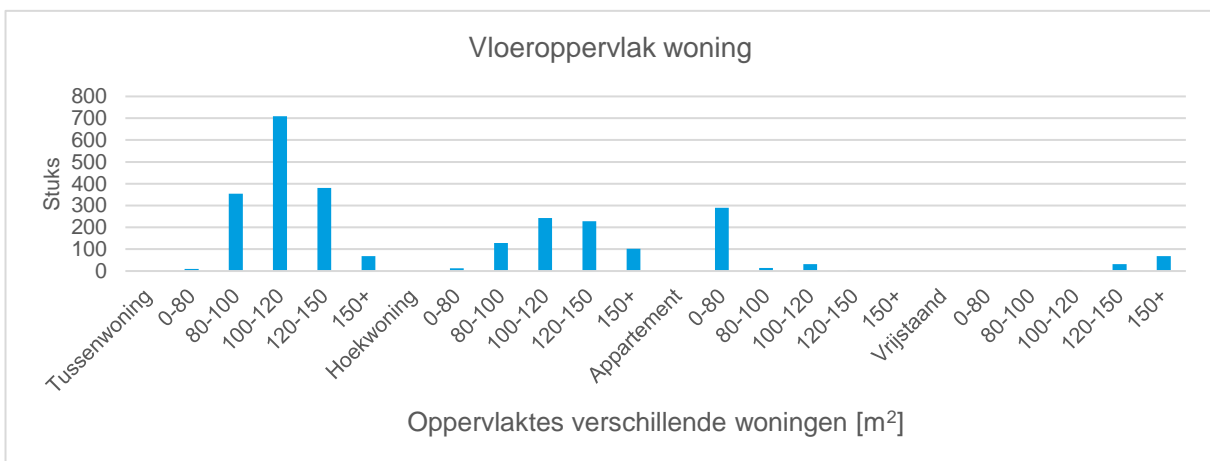
In Zilverkamp zijn de woningen verdeeld, zoals is weergegeven in de onderstaande figuur.



Figuur 2.2 Woningtypes Zilverkamp



Figuur 2.1 Bouwjaar woningen Zilverkamp



Figuur 2.3 Woninggrootte per woningtype

Uit de bovenstaande figuur blijkt dat het grootste gedeelte van Zilverkamp uit tussenwoningen en hoekwoningen bestaat. De meest voorkomende woning is een tussenwoning met een oppervlakte tussen de 100 en 120 m<sup>2</sup>.

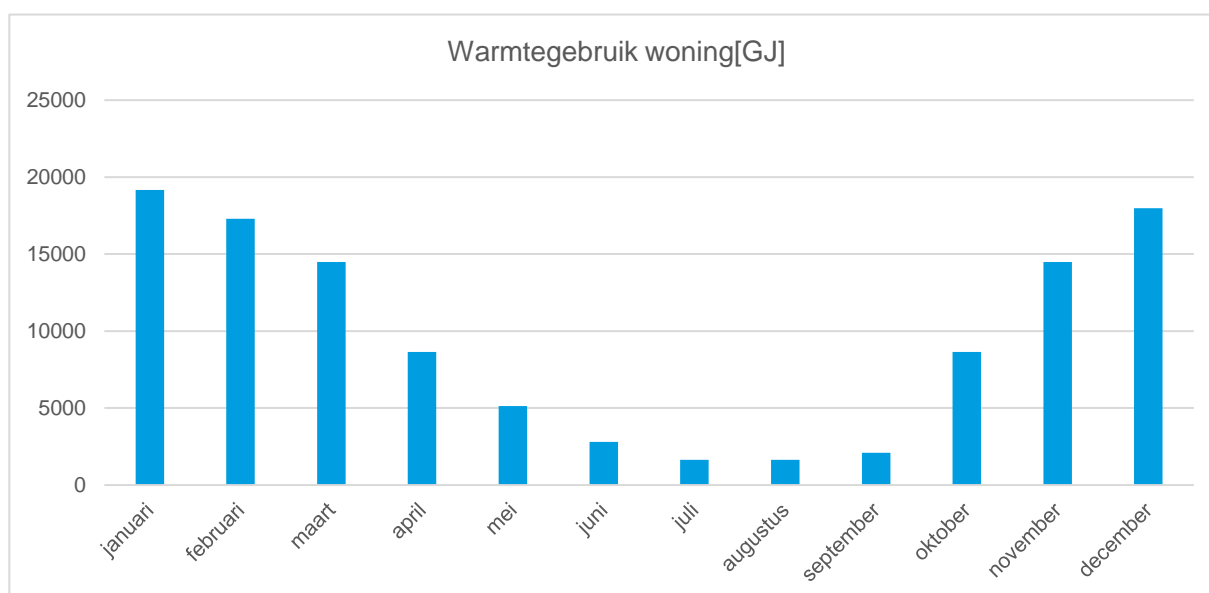
Naast de woningen zit er in Zilverkamp ongeveer 8.000m<sup>2</sup> aan utiliteit. Het grootste gedeelte van deze utiliteit bestaat uit winkels (92%). Daarnaast is er nog een deel bijeenkomstfunctie (5%) en gezondheidszorg (2%).

## 2.2 Energiegebruik

Om in beeld te krijgen hoe groot de opgave is waar we voor staan is het belangrijk dat er duidelijkheid is over hoeveel warmte er nodig is. De benodigde hoeveelheid warmte is in dit stadium alleen nog in te schatten door het gebruik van kentallen. Wanneer dit wordt gedaan krijgen we als uitkomst dat de totale warmtevraag van Zilverkamp ongeveer 114.000 GJ/jaar is. Deze warmte wordt gebruikt voor de ruimteverwarming en het warme tapwater van de woningen. In onderstaande tabel is een verdeling naar de verschillende gebruiksfuncties opgenomen.

Tabel 2.1 Warmtevraag gebruiksfuncties

| Gebruiksfunctie     | Aantal                  | Totale warmtevraag (m <sup>3</sup> aardgas) | Totale warmtevraag (GJ) |
|---------------------|-------------------------|---|-------------------------|
| Woningen (laagbouw) | 2.553                   | 3.791.000                                   | 107.000                 |
| Appartementen       | 126                     | 139.000                                     | 4.000                   |
| Utiliteit           | 8.161 [m <sup>2</sup> ] | 98.000                                      | 3.000                   |
| <b>Totaal</b>       |                         | <b>4.028.000</b>                            | <b>114.000</b>          |



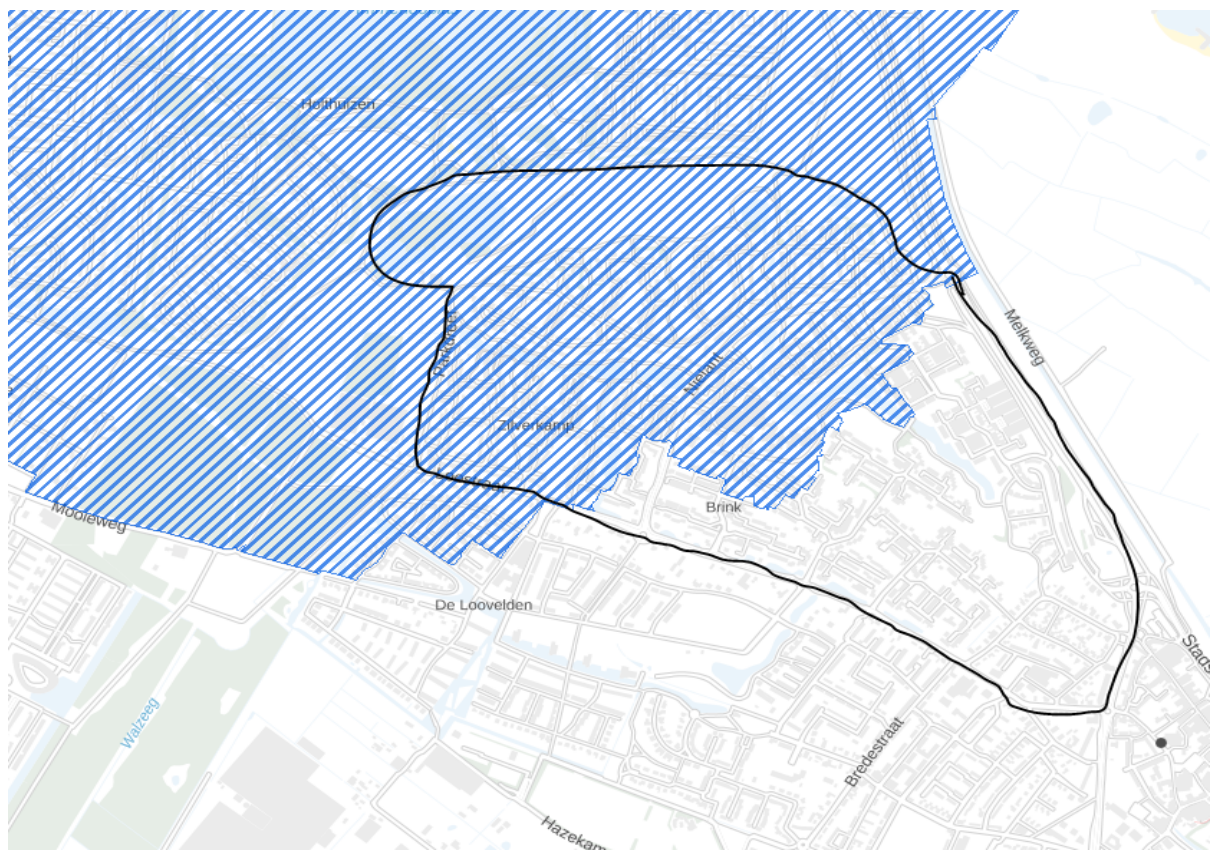
Figuur 2.4 Warmtegebruik per maand

De bovenstaande figuur geeft het warmtegebruik per maand weer. De informatie in deze figuur kan afwijken van het werkelijk maandelijks warmtegebruik. De figuur is opgesteld op basis van gemiddelde gebruiken van [www.energiesite.nl/](http://www.energiesite.nl/). Figuur 2.4 laat zien dat er vooral in de wintermaanden een

warmtevraag is in de woningen. In de zomermaanden is deze heel beperkt en bestaat dan alleen uit de vraag naar warmtapwater.

### 2.3 Drinkwaterbeschermingsgebied

Belangrijk aandachtspunt in de verkenning naar een aardgasvrije energievoorziening is het feit dat het grootste deel van de wijk in een drinkwaterbeschermingsgebied ligt (zie figuur 2.4). Dit betekent dat in dat gebied geen warmte uit de bodem mag worden gewonnen door middel van een open of gesloten bodemenergiesysteem.



Figuur 2.5 Drinkwaterbeschermingsgebied in Zilverkamp (bron beschermd grondwatergebied; [www.wkotool.nl](http://www.wkotool.nl))

### 3 Alternatieven voor aardgas

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de gehanteerde aanpak, beschikbare alternatieven voor aardgas en het temperatuurniveau waarop warmte geleverd wordt.

#### 3.1 Aanpak verkenning

Voor de realisatie van een aardgasvrije wijk is het niet alleen nodig om over te stappen op een aardgasvrije warmtevoorziening, maar ook zinvol (en in sommige gevallen noodzakelijk) om het energiegebruik reduceren. Hiervoor wordt de volgende aanpak gehanteerd.

- Stap 1 Beperking van de energievraag door schilverbetering
- Stap 2 Aardgasvrije warmteopwekking
- Stap 3 Hernieuwbare energieopwekking van het resterende energiegebruik (optioneel)

##### 3.1.1 Stap 1 Beperking van de energievraag door schilverbetering

Om het energiegebruik te reduceren, wordt aanbevolen om de woningen (verder) te isoleren. Voor een goede werking van de elektrische warmtepompconcepten (zie paragraaf 3.2) is het bovendien noodzakelijk dat dit gebeurt. Door betere isolatie blijft de warmte in de winter beter binnenshuis, en treed in de zomer de warmte minder snel in de woning. In deze paragraaf is benoemd op welke manier de woningen kunnen worden aangepast. De aanschaf van isolatie is het meest voordelig wanneer dit gebeurt op grote schaal (wijkbreed).

##### Gevelisolatie

De meeste woningen in de wijk zijn gebouwd rond 1970/1980. Dit betekent dat de panden matig geïsoleerd zijn. Om de isolatiewaarden van de gevel te verhogen zijn er drie opties.

- Spouwisolatie: bij spouwisolatie wordt de spouw van de gevel volgespoten met bijvoorbeeld kunststof bolletjes. Hierdoor wordt de isolatiewaarde van de spouw (en dus de gevel) verhoogd. Voor de concepten met laag temperatuurafgifte (bijvoorbeeld vloerverwarming) is de isolatiegraad dan nog onvoldoende. In dat geval zal er nog aanvullend geïsoleerd moeten worden aan de binnen- of buitenkant. Wanneer er voor een laag-temperatuuroplossing wordt gekozen is het verstandiger om een andere vorm van isolatie te kiezen.
- Voorzetwanden: isolerende voorzetwanden zijn wanden die tegen de binnengevel worden gezet. Bij deze vorm van isoleren kan de isolatiewaarde worden verhoogd naar het gewenste. Wel wordt de inpandige ruimte bij deze vorm van isolatie verminderd. De investering van binnengevelisolatie is ten opzichte van spouwisolatie aanzienlijk hoger ( $\pm 4x$ ).
- Buitengevelisolatie: bij buitengevelisolatie wordt er een gevel tegen de buitenkant van het pand gezet. Ook bij buitengevelisolatie kan iedere Rc-waarde worden behaald. Deze vorm van isolatie verandert de uitstraling van de woningen. Dit is de duurste vorm van gevelisolatie ( $\pm 8$  keer zo duur als spouwisolatie).

##### Vloerisolatie

Vloerisolatie kan worden toegepast door middel van een dekvloer en door middel van isolatie in de kruipruimte.

- Isoleren van de kruipruimte: de goedkoopste en simpelste manier om een vloer te isoleren is het plaatsen van isolatiemateriaal aan de onderkant van de vloer (in de kruipruimte). Bij een dergelijke isolatie hoeft er minimale afwerking te worden gehanteerd. Het aanbrengen kan in veel gevallen door de bewoner zelf worden gedaan. Een vereiste voor dit soort isolatie is dat er een kruipruimte aanwezig moet zijn. Dit is in de meeste jaren 70 wel aanwezig.

- Isolerende dekvloer: een dekvloer is een isolatiepakket die op de huidige vloer kan worden aangebracht. Deze vorm van isolatie kan goed met het plaatsen van vloerverwarming worden gecombineerd. De inpandige ruimte van de woningen wordt hiermee wel (in geringe mate) gereduceerd. Verder heeft het verhogen van de vloer ook gevolgen voor keuken, badkamer, deurkozijnen en bijvoorbeeld een schuifpui. Een dekvloer vereist een hoge investering.

### Dakisolatie

De daken in de wijk Zilverkamp bestaan uit platte en (voor het grootste gedeelte) schuine delen. De platte daken zijn relatief makkelijk te isoleren door een isolatielaag aan de bovenkant aan te brengen. Hierbij moeten de bitumen ook worden vervangen. De schuine daken kunnen worden geïsoleerd door ofwel onder de dakpannen te isoleren ofwel aan de binnenkant van het dak te isoleren. Aan de binnenkant isoleren is de goedkoopste en makkelijkste oplossing. Wel wordt ook hier de inpandige ruimte (in geringe mate) verminderd, en moet er bij het aanbrengen hiervan de zolder worden vrijgemaakt.

### Isolatiekwaliteit

Om een systeem met een warmtepomp goed te laten werken, moet het pand een goede isolatiegraad gedaan. De waarde van deze isolatiegraad is open ter discussie. Een hoge isolatiegraad geeft meer comfort en een lager energiegebruik. Een lage isolatiegraad veroorzaakt het omgekeerde. Om een idee te geven van het verschil van isolatiewaardes van een pand over de jaren heen zijn in tabel 3.1 de waardes die op dit moment in het bouwbesluit staan en de waardes die de woningen nu hebben weergegeven. Een warmtepomp kan worden gebruikt vanaf een RC-waarde van 3,5 (voor alle constructies).

Tabel 3.1 Rc-waardes huidig Bouwbesluit

| Constructie | Rc-waarde | Rc-waardes jaren '70 woningen |
|-------------|-----------|-------------------------------|
| Vloer       | 3,5       | 0,52                          |
| Gevel       | 4,5       | 1,3                           |
| Dak         | 6,0       | 1,3                           |

### 3.1.2 Stap 2 Aardgasvrije energieopwekking

Beperking van de energievraag door extra isolatie is een maatregel die in alle gevallen zinvol is. Voor realisatie van een aardgasvrije wijk moet gezocht worden naar een aardgasvrij alternatief voor de aardgasgestookte ketel. Hiervoor zijn verschillende alternatieven denkbaar. In paragraaf 3.3 wordt op deze alternatieven ingegaan.

### 3.1.3 Stap 3 Hernieuwbare energieopwekking van het resterende energiegebruik

Na toepassing van een aardgasvrij energieconcept resteert er een elektriciteitsvraag. Deze elektriciteitsvraag kan waar mogelijk, duurzaam ingevuld worden door de toepassing van zonnepanelen op de daken. Het in beeld brengen van de mogelijkheden en potentie hiervan valt echter buiten de scope van deze verkenning.



## 3.2 Temperatuur doet er toe

De huidige aardgasgestookte CV-ketel levert warmte op hoogtemperatuur (70-90°C). Voor dat aardgas zoeken we een alternatief. Hoe hoger de temperatuur van dat alternatief, hoe minder er verandert hoeft te worden aan de woning (isolatie en radiatoren / warmte-afgiftesysteem).

De volgende drie temperatuurniveaus worden onderscheiden:

- 1 Hoogtemperatuur warmtebronnen: geothermie, restwarmte, doorgaans 70-90°C;
- 2 mid-temperatuur warmtebronnen: restwarmte, doorgaans 40-70°C;<sup>2</sup>
- 3 laagtemperatuur warmtebronnen: grondwater, lucht, thermische energie uit afvalwater, oppervlaktewater, doorgaans tot 40°C.

Voor Zilverkamp zijn hoogtemperatuur en laagtemperatuurbronnen beschikbaar. In paragraaf 3.3 wordt ingegaan op de verschillende alternatieven. Naast deze alternatieven kan er gebruik worden gemaakt van alternatieve gassen, zoals biogas of waterstof. Toepassing van biogas of waterstof wordt ook gezien als een hoogtemperatuur oplossing; met behulp van een ketel kan warmte geleverd worden van 70-90°C.

## 3.3 Overzicht aardgasvrije warmteconcepten

Onderstaand worden de mogelijke concepten voor een aardgasvrije warmteopwekking beschreven onderverdeeld naar hoog- en laagtemperatuur en hernieuwbare gassen.

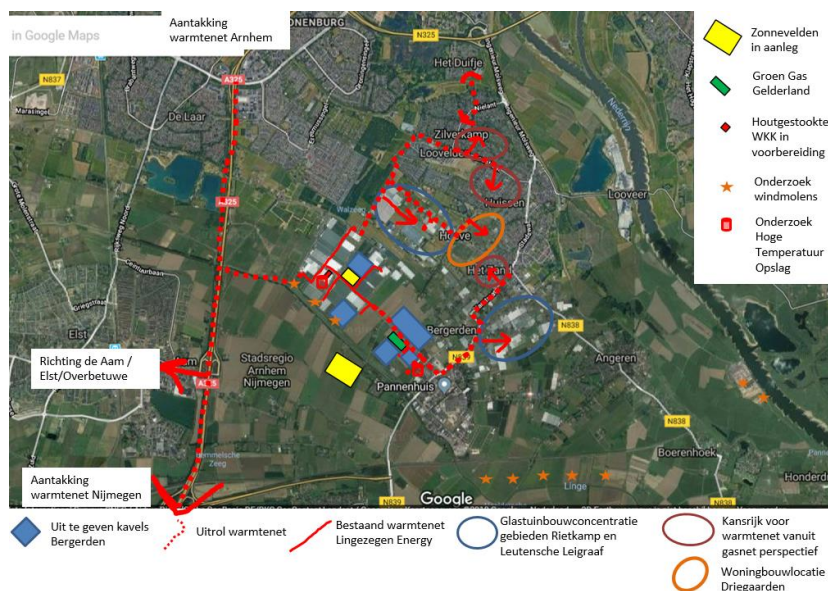
### 3.3.1 Hoogtemperatuur

Voor Zilverkamp zijn de volgende hoogtemperatuuro oplossingen denkbaar.

#### A Warmtenet

In de omgeving van Zilverkamp zijn twee warmtenetten waarop mogelijk kan worden aangesloten. Dit betreft het warmtenet van Arnhem en het warmtenet in het tuinbouwgebied Nextgarden (circa 2 km afstand).

Dit biedt kansen om de warmtevoorziening voor de hele wijk door middel van één systeem te verduurzamen.



<sup>2</sup> Houdt er bij midden temperatuur-oplossingen rekening mee dat er in sommige gevallen (maar niet altijd) een extra legionella beveiliging nodig is voor het warm-tapwatergebruik.



In de regio is in potentie voldoende warmte aanwezig om te voorzien in de benodigde warmte voor de wijk Zilverkamp bij aanleg/uitbreiding van het warmtenet. Zo is er warmte vanuit de AVR en wordt in het glastuinbouwgebied Nextgarden komend jaar een houtgestookte WKK gerealiseerd en onderzoek gedaan naar de toepassing van ondiepe of ultradiepe geothermie en zon-thermie in combinatie met hoge temperatuur opslag. Dit zijn allemaal hoog-temperatuur bronnen, dus voor dit warmtenet is het niet noodzakelijk om vergaande isolatie toe te passen (echter help isoleren wel bij het reduceren van de energievraag en het verhogen van het comfort in de woning). Een aandachtspunt hierbij is dat de warmte van de meeste bronnen beschikbaar is in de zomer, terwijl er in de winter de hoogste warmtevraag voorkomt. Er wordt op dit moment onderzoek gedaan naar hoge-temperatuur warmteopslag.

De mate van duurzaamheid van warmte uit een AVR of hout-gestookte WKK's kan worden betwijfeld. Er moet echter worden gerealiseerd dat dit tussenoplossingen zijn om op korte termijn warmte te kunnen leveren. In verloop van tijd kunnen deze bronnen worden vervangen door bijvoorbeeld geothermie, zon-thermie of restwarmte. Bij deze oplossing is dus een stapsgewijze verduurzaming van toepassing.

### **B Collectieve wko en warmtepomp in combinatie met collectieve HT-warmtepomp**

Deze variant bestaat uit een duurzame energievoorziening met warmte-koudeopslag (wko), waarbij de warmte uit de wko wordt opgewaardeerd door een hoogtemperatuurwarmtepomp opgesteld. Dit is een warmtepomp die, met een lager rendement, hogere temperaturen kan behalen. Hierdoor kunnen de isolatie maatregelen worden beperkt. De ontwikkeling van hoogtemperatuur warmtepompen voor individuele woningen staan echter nog wel in de kinderschoenen en er zijn nog geen langdurige meetgegevens beschikbaar waaruit blijkt dat deze warmtepomp daadwerkelijk de opgegeven temperatuur haalt met een goed rendement. Hoge temperatuurwarmtepompen met grotere vermogens worden al meer toegepast (bijvoorbeeld in de industrie) en ook toepasbaar voor meerdere woningen (centrale warmtepomp). Dat is het principe van dit concept: een centrale warmte-koudeopslag in combinatie met een centrale warmtepomp. Deze warmtepomp verwarmt het water uit de wko tot circa 70°C, waarna het gedistribueerd wordt naar de woningen. In de woningen wordt dit gebruikt voor directe verwarming en warm tapwater. Hoewel 70°C lager is dan de huidige aanvoertemperatuur (90°C), is dit voldoende om goed te kunnen functioneren in combinatie met het huidige afgiftesysteem.

Belangrijk aandachtspunt bij dit concept is het thermisch in balans zijn van de WKO en de beperkte toepasbaarheid in verband met het drinkwaterbeschermingsgebied. Het is echter aannemelijk dat er in het gedeelte van de wijk wat buiten het drinkwaterbeschermingsgebied ligt, een wko kan worden geplaatst welke de hele wijk bedient. Omdat woningen meer warmte vragen dan koude, moet er aanvullend warmte onttrokken worden uit een andere bron. Hierbij kan gedacht worden aan de benutting van warmte uit oppervlaktewater of riool (riothermie).

### **C Zonthermie**

De energie van de zon kan gebruikt worden voor de opwekking van elektriciteit of van warmte. De opwekking van warmte uit zonne-energie wordt zonthermie genoemd. Dit kan op woningniveau door middel van een zonnecollector en boiler en op grotere schaal door middel van een collectorveld. Zonthermie levert met name warmte in de zomer terwijl voor ruimteverwarming de meeste warmte in de winter nodig is. Dit betekent dat het alleen nuttig toepasbaar is voor ruimteverwarming in combinatie met een andere techniek. In dit geval kan het als bron dienen voor het warmtenet.

## D Collectieve houtgestookte ketels

Naast de toepassing van bodemwarmte of geothermie kan gebruik worden gemaakt van hout als brandstof. Hout kan door bewerking tot houtsnippers of houtpellets geschikt worden gemaakt voor toepassing in houtgestookte ketels. In verband met de opslagcapaciteit en de houtkwaliteit heeft de toepassing van houtpellets de voorkeur. Nadeel is echter dat het tarief voor houtpellets hoger is dan die van houtsnippers.

Om de woningen van warmte te voorzien, kan een collectieve houtgestookte ketel geplaatst worden en de warmte door middel van een warmtenet naar de woningen worden gedistribueerd.

Aandachtspunten bij dit concept zijn de beschikbaarheid van hout in de nabije omgeving en de invloed op de luchtkwaliteit. Pelletkachels en biomassaketels zijn de schoonste kachels op hout, maar stoten meer fijnstof uit dan verwarming op aardgas of elektriciteit. Een toename van het aantal pelletkachels en biomassaketels zorgt dus voor extra luchtvervuiling. Bij gebruik van houtpellets is daarnaast de herkomst belangrijk: indien deze elders zijn geproduceerd en eerst getransporteerd moeten worden leidt dit ook tot (extra) gebruik van transportbrandstoffen.

De beschikbaarheid van houtachtige biomassa in de gemeente Lingewaard is 0-3,2 GJ/ha (bron: warmteatlas.nl). Dit is een combinatie van houtachtige biomassa van snoeiwerkzaamheden als houtachtige biomassa uit bosgebieden. Wanneer de beschikbaarheid van deze houtachtige biomassa evenredig wordt verdeeld over de gemeente is er ongeveer 500 GJ/jaar aan warmte uit houtachtig biomassa voor de wijk Zilverkamp (bron: warmteatlas.nl). Dit is ongeveer 0,5% van de totale warmtevraag.

In het glastuinbouwgebied Nextgarden wordt een houtgestookte WKK gerealiseerd als warmtebron voor het warmtenet. Bij uitbreiding van het warmtenet naar Zilverkamp, zou het daarmee een van de warmtebronnen zijn voor de woningen. Een groot deel van de warmte is echter nu al nodig in het glastuinbouwgebied, zodat er voor Zilverkamp nog aanvullende warmtebronnen nodig zijn (zie ook concept A).

## E Individuele houtgestookte ketels

In plaats van het centraal in het gebied opstellen van houtgestookte ketels, is het ook mogelijk om per woning een ketel te plaatsen die gevoed wordt door houtpellets. Hiervoor zijn diverse typen ketels of kachels op de markt. Voor dit concept zijn dezelfde aandachtspunten van toepassing als voor concept D.

### 3.3.2 Laagtemperatuur

Op laagtemperatuur zijn de volgende oplossingsrichtingen denkbaar.

## F Collectieve wko in combinatie met individuele warmtepompen

Deze variant bestaat uit een duurzame energievoorziening met warmte-koudeopslag (wko), waarbij het (grond)water uit de wko wordt gedistribueerd naar de verschillende woningen. Dit water wordt in de zomer ingezet voor koeling van de woningen. Voor verwarming staat bij de woningen een individuele warmtepomp opgesteld, die de warmte onttrekt uit de wko.

Belangrijk aandachtspunt bij dit concept is dat de wko thermisch in balans moet zijn. Omdat woningen meer warmte vragen dan koude, moet er aanvullend warmte onttrokken worden uit een andere bron. Hierbij kan gedacht worden aan de benutting van warmte uit oppervlaktewater of riool (riothermie). Daarnaast zullen de woningen extra geïsoleerd moeten worden (zie paragraaf 3.1), omdat de

warmtepomp laag temperatuurwarmte levert (circa 40°C) en zullen de woningen voorzien moeten worden van vloerverwarming.

Voor het grootste deel van de wijk is dit concept niet toepasbaar, omdat het in een drinkwaterbeschermingsgebied ligt<sup>3</sup>. Voor de hoeveelheid benodigde wko-bronnen, en of deze voor de wijk buiten het beschermd drinkwatergebied kunnen worden geplaatst is nader onderzoek nodig.

### G Riothermie

In het afvalwater van huishoudens is nog veel warmte aanwezig. Denk aan douchewater, vaatwasser en wasmachine. Dit afvalwater wordt afgevoerd door de riolering. Door middel van een warmtewisselaar kan deze warmte teruggewonnen worden (zie foto). Belangrijke aandachtspunten bij toepassing van dit concept zijn:



- de temperatuur van het rioolwater fluctueert sterk (een forse regenbui bijvoorbeeld heeft al een sterke temperatuurdaling tot gevolg);
- gedurende slechts enkele maanden in de zomer is de temperatuur boven de 20°C. Dit betekent dat er in korte tijd veel warmte gewonnen moet worden en gebufferd;
- rioolbuizen worden zo snel mogelijk leeg gepompt om overstromen te voorkomen. Hierdoor kan er minder warmte teruggewonnen worden, dan bij langzamer stromend water.

Voor de verwarming van de woningen is het gebruik van riothermie als enige warmtebron vanwege bovenstaande aandachtspunten niet aan te bevelen. Wel is het toepasbaar in combinatie met warmte-koudeopslag, waarbij de teruggewonnen warmte uit rioolwater in de zomer in de warme bron wordt gepompt en in de winter gebruikt kan worden voor verwarming. Dit concept is daarmee vergelijkbaar met concept B en E waarbij in plaats van oppervlaktewater, rioolwater als extra warmtebron wordt ingezet.

Zonthermie (concept C) is een andere techniek die gebruikt kan worden om de warmte-koudeopslag thermisch in balans te krijgen in plaats van het gebruik van oppervlaktewater (concept D) of riothermie.

### H Individueel warmtepompsysteem per woning met bodem als bron

In dit concept worden de woningen voorzien van een individueel warmtepompsysteem. Door het aanbrengen van bodemwarmtewisselaars in de bodem wordt er warmte onttrokken uit de bodem en door middel van de warmtepomp afgegeven aan de woning.

Belangrijk aandachtspunt bij dit concept is, dat een groot deel van de wijk in een drinkwaterbeschermingsgebied ligt waar geen bodemwarmtewisselaars toegepast mogen worden. Een ander aandachtspunt is het ruimtebeslag en de interferentie tussen de bodemwarmtewisselaars. Vanwege onderlinge beïnvloeding van de bodemcollectoren hebben deze een minimale onderlinge afstand nodig van circa 7-8 meter.

---

<sup>3</sup> Het is denkbaar om de woningen in het drinkwaterbeschermingsgebied te voeden met warmte vanuit de WKO. Hiervoor is echter een dermate groot brondebiet en zijn lange distributieleidingen nodig dat het financieel niet interessant is en de ruimte buiten het drinkwaterbeschermingsgebied waarschijnlijk te beperkt is om alle bronnen te kunnen realiseren.

Warmtepompsystemen kunnen ook in collectieve vorm worden uitgevoerd (bijvoorbeeld op straat- of blokniveau). Echter heeft dit geen energetisch voordeel, en worden de kosten verhoogd doordat er een warmtenet moet worden aangelegd. Bij een individuele oplossing moet er rekening worden gehouden met een boilervat die in de woningen moet worden geplaatst. Hier is zeer waarschijnlijk voldoende ruimte voor.

### I **Individueel warmtepompsysteem per woning met lucht als bron**

Net als in het bovengenoemde concept worden in dit concept de woningen voorzien van een individueel warmtepompsysteem. In plaats van de onttrekking van warmte uit de bodem wordt de warmte onttrokken uit de buitenlucht en door middel van de warmtepomp afgegeven aan de woning. Aandachtspunt bij dit concept is de geluidsproductie door de buitenunit van de warmtepomp. Ook moet er voor dit concept een laagtemperatuur afgiftesysteem worden aangelegd. In dit onderzoek is er uit gegaan van vloerverwarming.

De luchtwarmtepomp is op de markt ook beschikbaar in hybride variant, waarbij het toestel bestaat uit een aardgasketel in combinatie met een kleine warmtepomp. Voor warm tapwater en bij een hoge ruimteverwarmingsvraag komt de ketel in. Voor het overige deel wordt de warmtepomp gebruikt.

Warmtepompsystemen kunnen ook in collectieve vorm worden uitgevoerd (bijvoorbeeld op straat- of blokniveau). Echter heeft dit geen energetisch voordeel, en worden de kosten verhoogd doordat er een warmtenet moet worden aangelegd. Bij een individuele oplossing moet er rekening worden gehouden met een boilervat die in de woningen moet worden geplaatst. Hier is zeer waarschijnlijk voldoende ruimte voor.

### 3.3.3 **Hernieuwbare gassen**

#### J **Groen gas/biogas**

Levering van groen gas aan de wijk is mogelijk indien dit in de directe omgeving wordt opgewekt door bijvoorbeeld een vergistingsinstallatie. Hierbij wordt het geproduceerde biogas opgewerkt naar groen gas (aardgaskwaliteit) en ingevoed op het aardgasnet. Praktisch betekent dit dat de woningen in Zilverkamp aangesloten blijven op het gasnet. Voor de opwekking van warmte kan een (conventionele) ketel of een hybride warmtepomp worden toegepast.

Voorwaarde voor de realisatie van dit concept is de aanwezigheid van een biomassacentrale in de directe omgeving die biogas/groen gas produceert. Dit is het geval op de glastuinbouwlocatie Bergerden. Hier is een biovergister gerealiseerd met een capaciteit van 7 – 9 miljoen m<sup>3</sup> groen gas. Dit gas wordt ingevoed op het gasnet in Huissen. De groencertificaten die dit oplevert, komen beschikbaar voor het regionale openbaar vervoer. Het gas is daarmee dus niet meer toepasbaar voor Zilverkamp.

Als gekeken wordt naar de lokale beschikbaarheid van biogas dan blijkt uit openbare gegevens dat er in de gemeente Lingewaard 42-62 GJ/ha./jaar beschikbaar komt (bron: warmteatlas.nl). Wanneer er vanuit wordt gegaan dat het beschikbare biogas evenredig over de gemeente wordt verdeeld zal er ongeveer 6.000 tot 9.000 GJ aan biogas beschikbaar zijn voor de wijk. Dit dekt ongeveer 5%-8% van de totale warmtevraag van Zilverkamp. In combinatie met het feit dat het aanbod aan biogas op nationaal niveau ook beperkt is (ca. 5% van de totale warmtevraag mogelijk) en binnen de industrie en transportsector naar verwachting ook vraag naar deze hoogwaardige brandstof ontstaat omdat er voor deze sectoren mogelijk geen alternatieven beschikbaar komen, is toepassing van biogas voor Zilverkamp niet voor de hand liggend.

## K Waterstof of ammoniak als alternatief voor aardgas

Op dit moment vindt er veel onderzoek plaats naar de mogelijkheden om de bestaande gasinfrastructuur te behouden door gebruik van *waterstof*. Het is mogelijk om waterstof bij te mengen in het aardgasnet. Op dit moment is dit toegestaan tot maximaal 0,1%. Uit testen blijkt dat bijmenging tot 20% technisch zonder problemen kan. De verwachting is dat dit verder opgeschroefd kan worden.

Waterstof staat momenteel volop in de belangstelling als oplossing voor de energietransitie. Dit maakt dat veel partijen momenteel onderzoek uitvoeren naar de (on)mogelijkheden van toepassing van waterstof met het doel beter in beeld te krijgen welke rol er is weggelegd voor waterstof in de energietransitie. Recentelijk heeft KIWA bijvoorbeeld na onderzoek vastgesteld dat het bestaande aardgasleidingnet naar verwachting geschikt kan worden gemaakt voor transport van waterstof.

Belangrijk om te beseffen, is dat waterstof geen energiebron is, maar een energiedrager. Dit betekent dat het geproduceerd moet worden uit elektriciteit. Elektriciteit wordt op dit moment voor het grootste deel nog opgewekt uit aardgas. Om aardgasvrij te worden, zal dus overgeschakeld moeten worden naar duurzame alternatieven als wind en zon. Met deze duurzame elektriciteit kan dan waterstof worden geproduceerd: groene waterstof<sup>4</sup>.

Voor de opwekking van deze elektriciteit zijn echter veel windturbines, of andere vormen van duurzame opwekking van elektriciteit, nodig, die simpelweg niet allemaal in Nederland passen en op korte termijn ook niet beschikbaar zullen zijn<sup>5</sup>. Voor de nabije toekomst is waterstof daarom nog geen duurzame oplossing voor Zilverkamp. Bovendien is de verwachting dat waterstof als warmtebron meer urgent is voor de transportsector en industrie dan voor de woningbouw. Dit is omdat waterstof verbranding een hoge verbrandingstemperatuur heeft, en de industrie dit hard nodig heeft. Woningen kunnen relatief makkelijk op een midden- of lage temperatuur werken.

Waterstof en/of ammoniak kunnen mogelijk (ook) uitgroeien tot een medium voor de opslag van elektriciteit. Door toepassing van zonne-energie en windenergie wordt duurzame elektriciteit opgewekt. Op dit moment wordt het elektriciteitsnet nog als buffer gebruikt als vraag en aanbod niet met elkaar in balans zijn. Door de toename van het aantal zonnepanelen en windturbines neemt de noodzaak echter toe om andere vormen van buffering toe te gaan passen (bijvoorbeeld buurtaccu's). Ammoniak of waterstof kan hiervoor als medium worden toegepast. Hierbij wordt de geproduceerde zonne- of windenergie gebruikt om water elektrochemisch te splitsen tot waterstof. De geproduceerde waterstof kan opgeslagen worden of gebruikt worden om met stikstof uit de lucht te reageren tot ammoniak, die in vloeibare vorm wordt opgeslagen. Wanneer extra energie nodig is, kan de ammoniak verstoofd worden in een energiecentrale, als vervanging voor aardgas.

---

<sup>4</sup> In de berekeningen wordt er gerekend met elektrolyse-productie van waterstof. Dit is op dit moment de meest gebruikte vorm van waterstofproductie. Waterstof kan ook worden geproduceerd met hitte (thermolysen) en middels een algenbioreactor. Deze laatste twee productiemethodes worden weinig gebruikt.

<sup>5</sup> Voor de toepassing van warmtepompen is ook elektriciteit nodig. De omzetting naar bruikbare warmte is echter veel efficiënter (rendement van circa 300% versus 75% (<https://www.wattisduurzaam.nl>)), waardoor er minder elektriciteit nodig is.

### 3.4 Uit te werken warmteconcepten

Op meer inzicht te krijgen in de toepassing van aardgasvrije alternatieven op verschillende temperatuurniveaus wordt op elk temperatuurniveau een kansrijk warmteconcept uitgewerkt. De volgende concepten zijn geselecteerd voor verdere uitwerking:

- 1 **Hoogtemperatuur.** Hierbij worden twee warmteconcepten uitgewerkt:
  - a Realisatie van een warmtenet (concept A), waarbij het bestaande warmtenet in glastuinbouwgebied NextGarden wordt uitgebreid naar Zilverkamp.
  - b Realisatie van WKO in combinatie met een HT-warmtenet voor het deel van Zilverkamp buiten het drinkwaterbeschermingsgebied (concept B). De rest van Zilverkamp wordt voorzien van een individuele warmteopwekker (zie 2).
- 2 **Laagtemperatuur.** Toepassing van een luchtwarmtepomp per woning (concept H).
- 3 **Hernieuwbaar gas.** Toepassing van een hybridewarmtepomp, waarmee op termijn over gegaan worden op waterstof.

## 4 Duurzame warmteconcepten voor Zilverkamp

In dit hoofdstuk wordt er verder ingegaan op de aandachtspunten die de geselecteerde concepten met zich mee brengen. Hierbij wordt er ingegaan op de technische inpasbaarheid en de financiële consequenties van de verschillende concepten.

### 4.1 Technische en energetische haalbaarheid

#### 4.1.1 Praktische aandachtspunten en inpasbaarheid

Per concept zijn er een aantal aandachtspunten te benoemen ten aanzien van de implementatie en/of beschikbaarheid. In de onderstaande tabel zijn de aandachtspunten per concept weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de impact op de openbare ruimte en de impact in de woning.

Tabel 4.1 Aandachtspunten per concept

| Concept   | Impact openbare ruimte  | Impact woning   |
|---|---|---|
| Op aardgas blijven                                    | Niet. Aangezien dit systeem al wordt gebruikt hoeft er in de nabije toekomst geen aanpassingen aan de infrastructuur plaats te vinden, wel kan het zijn dat het gasnet op sommige plekken moet worden vernieuwd.  | Zeer beperkt. De ketel zal mogelijk vervangen moeten worden door een nieuwe.  |
| <i>Hoogtemperatuur</i><br>Aansluiten op het warmtenet | De straat zal open moeten worden gemaakt en opnieuw moeten worden aangelegd om de distributieleidingen in de grond aan te kunnen leggen.  | De ketel zal moeten worden vervangen door een warmte-afleverset. In plaats van een ketel op de bovenste verdieping zal er een warmte-afleverset op de begane grond (meterkast?) worden geplaatst.   |
| <i>Hoogtemperatuur</i><br>WKO met HT-warmtepomp       | Ruimtebeslag voor WKO-bron en technische ruimte voor de warmtepomp.<br>De straat zal open moeten worden gemaakt en opnieuw moeten worden aangelegd om de distributieleidingen in de grond aan te kunnen leggen.   | Idem warmtenet.   |
| <i>Laagtemperatuur</i><br>Lucht-water warmtepomp      | Mogelijke verzwaring van het elektriciteitsnet waardoor trotoirs moeten worden open gehaald en opnieuw worden aangelegd. Het is niet zeker of dit alleen geldt voor de trafokasten of ook voor het distributienet in de wijk. Er moeten wel extra trafokasten en regelkasten worden geplaatst.  | Aanbrengen laag-temperatuurafgiftesysteem in de woning en extra isolatie van dak, gevel en vloer.   |
| <i>Hernieuwbaar gas</i><br>Hybride warmtepomp         | Mogelijke verzwaring van het elektriciteitsnet waardoor trotoirs moeten worden open gehaald en opnieuw worden aangelegd. Het is niet zeker of dit alleen geldt voor de trafokasten of ook voor het distributienet in de wijk. Er moeten wel extra trafokasten en regelkasten worden geplaatst. Ook moet het gasnet waarschijnlijk worden verbeterd. | De ketel zal moeten worden vervangen door een warmtepomp. In plaats van een ketel op de bovenverdieping zal er een warmtepomp op de begane grond worden geplaatst. Mogelijk moet ook de elektriciteitsaansluiting van de woning worden verzwared. |



### 4.1.2 Energie

Ieder concept brengt een ander energiegebruik met zich mee. In de onderstaande tabel is het energiegebruik per concept weergegeven. De getallen in de tabel zijn voor een voorbeeldwoning uit de jaren 70, met een gemiddeld gebruikersgedrag. Aannemelijk is dat een deel van de woningen al aan energetische verbeteringen onderhevig zijn geweest. Dit resulteert in lagere verbruiken. Het gedrag van bewoners kan ook (substantiële) impact hebben op het energiegebruik. Bij het warmtepomp concept is er gerekend met een COP<sup>6</sup> van 4.

Tabel 4.2 Energiegebruik per woning

| Concept   | Gasverbruik [m <sup>3</sup> /jaar] | Elektriciteitsgebruik [kWh/jaar] | Warmtegebruik [GJ/jaar] |
|---|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Op gas blijven                                    | 1.100 – 1.480                      | 2.200 – 2.600                    | 0                       |
| Hoogtemperatuur<br>Aansluiten op het<br>warmtenet | 0                                  | 2.200 – 2.600                    | 32 – 42                 |
| Hoogtemperatuur<br>Wko met HT warmtepomp          | 0                                  | 2.200 – 2.600 <sup>7</sup>       | 32 – 42                 |
| Laagtemperatuur<br>Lucht-water warmtepomp         | 0                                  | 4.320 – 5.460                    | 0                       |
| Hernieuwbaar gas<br>Hybride warmtepomp*           | 550 - 650                          | 3.400 – 3.900                    | 0                       |

In de bovenstaande tabel is er als uitgangspunt gebruikt dat er geen koeling in de woningen is (met als uitzondering de optie met de WKO). Het is aannemelijk dat een deel van de woningen wel een vorm van koeling zal worden toegepast; bijvoorbeeld een airco. Wanneer dit het geval is wordt er 300 – 900 kWh extra verbruikt.

<sup>6</sup> De COP (coëfficiënt of performance) is de rendementsaanduiding van een warmtepomp. Een COP van 4 betekent dat de warmtepomp een rendement van 400% heeft.

<sup>7</sup> Het elektriciteitsgebruik van een WKO met HT warmtepomp is in de tabel even hoog als bij een warmtenet met andere input. Er moet echter wel worden gerealiseerd dat er bij de HT warmtepomp op collectief niveau ook extra elektriciteit moet worden opgewekt voor de warmtepomp.



### 4.1.3 Naar een volledig hernieuwbare energievoorziening

Tabel 4.2 laat zien dat er bij de verschillende concepten nog energie wordt gebruikt. Om een volledig hernieuwbare energievoorziening te kunnen realiseren, zal dit energiegebruik uit hernieuwbare energiebronnen moeten worden opgewekt. Ten aanzien van het warmtenet wordt hierbij uitgegaan van de hout-gestookte WKK als bron die op termijn wordt vervangen door geothermie en/of zonthermie. Beide bronnen worden als duurzaam gezien. Het gebruik van biomassa wordt door ons daarbij wel als tijdelijke oplossing gezien. Dat is in dit geval ook de situatie.

In tabel 4.3 is aangegeven hoeveel zonnepanelen c.q. windturbines er nodig zijn om de benodigde elektriciteit op te wekken c.q. te compenseren. Bij de hybride warmtepomp is daarbij zowel de variant op aardgas als op waterstof berekend. De hoeveelheid benodigde zonnepanelen en windturbines is berekend zonder het combineren van deze twee technieken. Er zijn ook situaties denkbaar waarin beide technieken worden gebruikt.

Tabel 4.3 Benodigde hoeveelheid pv-cellen en windturbines

| Concept   | Totaal gasverbruik [m <sup>3</sup> /jaar] | Totaal elektriciteitsgebruik [kWh/jaar] | Benodigd aantal zonnepanelen [m <sup>2</sup> ] | Benodigd aantal windturbines <sup>8</sup> |
|---|---|---|--|---|
| Op gas blijven  | ±4.000.000                                | ±8.000.000                              | ±50.000  | 1   |
| Hoogtemperatuur<br>Aansluiten op het warmtenet <sup>9</sup> | 0   | ±8.000.000                              | ±50.000  | 1   |
| Hoogtemperatuur<br>Wko met HT warmtepomp                    | 0   | ±22.500.000                             | ±140.000                                       | 3   |
| Laagtemperatuur<br>Lucht-water warmtepomp                   | 0   | ±16.750.000                             | ±105.000                                       | 3   |
| Hernieuwbaar gas<br>Hybride warmtepomp<br>aardgas           | ±2.000.000                                | ±12.000.000                             | ±75.000  | 2   |
| Hernieuwbaar gas<br>Hybride warmtepomp<br>waterstof         | ±6.600.000 <sup>10</sup>                  | ±12.000.000                             | ±250.000                                       | 4   |

<sup>8</sup> In de berekening is er uit gegaan van 3MW windmolens. Dit zijn windmolens met een as-hoogte van 120m. Deze hebben een gemiddelde jaarproductie van 29,7 TJ.

<sup>9</sup> Bij een warmtenet kan eventueel een wko-bron nodig zijn.

<sup>10</sup> Hier gaat het om waterstofgas, niet om aardgas.

## 4.2 Financiële haalbaarheid

### 4.2.1 Investerings

In de onderstaande tabel zijn de investeringen per woning weergegeven voor de verschillende concepten. In tabel 4.4 zijn de maatschappelijke kosten weergegeven. Dit zijn de investeringen die moeten worden gedaan (door de bewoner of door andere partijen). Hierbij moet in het achterhoofd worden gehouden dat de geraamde kosten voor het verzwaren van het elektriciteitsnet niet volledig kan worden toegerekend aan het op een andere manier verwarmen van de woning. Hierbij speelt ook de steeds hogere elektriciteitsvraag van verkeer en vervoer en zonnepanelen bijvoorbeeld een rol.

Onder 'techniek inpandig' vallen de benodigde warmtepompen of warmtewisselaars in en rondom de woning. Onder 'isolatie' vallen alle isolerende maatregelen aan dak, gevel, vloer en ramen van de woningen en het herstel van de woning na het treffen van de maatregelen.

Tabel 4.4 Indicatie investeringen warmteconcepten

| Totaal investeringen inclusief btw          |                       |                         |                         |                          |                           |
|---|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
|   | Op het gasnet blijven | Warmte                  |                         | All-electric             | Hybride warmtepomp        |
|   |                       | Aansluiten op warmtenet | Wko + ht wp             | Lucht                    |                           |
| <b>Basis isolatie</b>                       | € 0,- tot € 9.000,-   | € 0,- tot € 9.000,-     | € 0,- tot € 9.000,-     | N.v.t.                   | € 0,- tot € 9.000,-       |
| <b>Vergaande isolatie</b>                   | N.v.t.                | N.v.t.                  | N.v.t.                  | € 7.000,- tot € 24.000,- | N.v.t.                    |
| <b>Techniek inpandig</b>                    | € 2.000,-             | € 2.600,- tot € 3.200,- | € 2.600,- tot € 3.200,- | € 9.000,- tot € 15.000,- | € 10.500,- tot € 16.500,- |
| <b>Kosten renoveren gasnet<sup>11</sup></b> | N.v.t.                | € 350,-                 | € 350,-                 | € 350,-                  | N.v.t.                    |
| <b>Nieuw warmteafgifte systeem</b>          | N.v.t.                | N.v.t.                  | N.v.t.                  | € 5.000,- tot € 7.000,-  | N.v.t.                    |
| <b>Verwijderen gasaansluiting</b>           | N.v.t.                | € 700,-                 | € 700,-                 | € 700,-                  | N.v.t.                    |
| <b>Verzwaren elektriciteitsnet</b>          | N.v.t.                | N.v.t.                  | N.v.t.                  | € 3.000,-                | € 3.000,-                 |
| <b>Aanleg warmtenet</b>                     | N.v.t.                | € 4.000,- tot € 5.600,- | € 4.000,- tot € 5.600,- | N.v.t.                   | N.v.t.                    |

<sup>11</sup> Wanneer er in de wijk Zilverkamp werkzaamheden in de bodem moeten worden verricht (voor het plaatsen van leidingen of kabels) moet een deel van het gasnet vanwege het materiaal waaruit deze bestaat (grondroeringsgevoelige materialen) tijdelijk worden vervangen/ondersteund. Hier zijn extra kosten aan verbonden. Bij het in stand houden van het gasnet zijn deze kosten niet van toepassing, aangezien er geen werkzaamheden in de bodem hoeven te worden uitgevoerd.

| Totaal investeringen inclusief btw    |                           |                           |                           |                             |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
|                                       | Op het gasnet blijven     | Warmte                    |                           | All-electric                | Hybride warmtepomp        |
|                                       |                           | Aansluiten op warmtenet   | Wko + ht wp               | Lucht                       |                           |
| <b>Ht warmtepomp/boring</b>           | N.v.t.                    | PM                        | € 4.000,-                 | N.v.t.                      | N.v.t.                    |
| <b>Regeneratie wko</b>                | N.v.t.                    | N.v.t.                    | € 200,-                   | N.v.t.                      | N.v.t.                    |
| <b>Kosten warmtebron</b>              | N.v.t.                    | € 1.000,- tot € 4.000,-   | N.v.t.                    | N.v.t.                      | N.v.t.                    |
| <b>Totaal per woning</b>              | € 2.000,- tot € 11.000,-  | € 8.650,- tot € 22.850,-  | € 11.850,- tot € 23.050,- | € 25.050,- tot € 49.350,-   | € 13.500,- tot € 28.500,- |
| <b>Totaal Zilverkamp<sup>12</sup></b> | € 28,6 tot € 31,4 miljoen | € 61,4 tot € 67,5 miljoen | € 63,3 tot € 69,6 miljoen | € 135,4 tot € 148,9 miljoen | € 77,8 tot € 85,6 miljoen |

## 4.2.2 Exploitatiekosten

In tabel 4.5 zijn de jaarlijkse exploitatiekosten weergegeven. Bij de concepten met een (gedeeltelijke) collectieve energievoorziening, zullen de exploitatiekosten voor de collectieve installatie (warmtenet, WKO) betaald worden door de exploitant. Deze kosten worden vervolgens door middel van warmte- en koudetarief doorbelast aan de bewoner. Zie hoofdstuk 5 en de uitgangspunten in bijlage I voor verdere toelichting op de berekening.

Tabel 4.5 Jaarlijkse lasten bewoners

| Jaarlijkse kosten per woning per jaar inclusief btw |                       |                         |                     |                         |                     |
|---|-----------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
|   | Op het gasnet blijven | Warmte                  |                     | All-electric            | Hybride             |
|   |                       | Aansluiten op warmtenet | Wko + ht wp         | Lucht                   | Hybride warmtepomp  |
| <b>Onderhoud</b>                                    | € 100,-               | € -                     | € -                 | € 200,-                 | € 230,-             |
| <b>Vastrecht elektriciteit</b>                      | € 44,-                | € 44,-                  | € 44,-              | € 44,-                  | € 44,-              |
| <b>Vastrecht gas</b>                                | € 51,-                | € -                     | € -                 | € -                     | € 51,-              |
| <b>Vastrecht warmte</b>                             | € -                   | € 309,-                 | € 309,-             | € -                     | € -                 |
| <b>Energiekosten elektra</b>                        | € 550,- tot € 650,-   | € 550,- tot € 650,-     | € 550,- tot € 650,- | € 1.080,- tot € 1.360,- | € 860,- tot € 980,- |

<sup>12</sup> Dit is een inschatting op basis van de woningtypes en bouwjaren.

| Jaarlijkse kosten per woning per jaar inclusief btw |                        |                         |                         |                         |                         |
|---|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|   | Op het gasnet blijven  | Warmte                  |                         | All-electric            | Hybride                 |
|   |                        | Aansluiten op warmtenet | Wko + ht wp             | Lucht                   | Hybride warmtepomp      |
| Energiekosten gas                                   | € 825,- tot € 1.110,-  | € 0,-                   | € 0,-                   | € 0,-                   | € 420,- tot € 490,-     |
| Energiekosten Warmte                                | € 0,-                  | € 1.010,- tot € 1.190,- | € 1.010,- tot € 1.190,- | € 0,-                   | € 0,-                   |
| Huur warmtewisselaar                                | € -                    | € 185,-                 | € 185,-                 | € -                     | € -                     |
| Totaal afgerond                                     | € 1.580,- tot €1.970,- | € 1.750,- tot € 2.020,- | € 1.750,- tot € 2.020,- | € 1.270,- tot € 1.560,- | € 1.470,- tot € 1.660,- |

Zoals eerder is benoemd is in de vergelijking geen rekening gehouden met de plaatsing van een airco voor koeling van de woning. Door het energiegebruik van een airco komen er ± € 75,- tot € 225,-/jaar extra op de energierekening.

### 4.3 Total cost of ownership

In tabel 4.6 zijn de total cost of ownership (TCO) berekend. De TCO is de contante waarde van de totale investeringen en onderhouds- en energiekosten over een periode van 30 jaar. Hierbij is gerekend met een inflatie en energieprijssijging van 2% per jaar. Bij de berekening van de TCO is er rekening gehouden met een levensduur van 15 jaar voor inpanidige technische installaties (ketels, warmtepompen etc.) en collectieve installaties (centrale warmtepomp) en 30 jaar voor bouwkundige maatregelen en infrastructuur (afgiftesystemen, isolatie, warmtenet et cetera). De TCO berekening is gericht op de bewonerskosten. In deze berekening is er een kostenpost van € 3.500,- gerekend als bijdrage aansluitkosten. Deze vervangt de in tabel 4.4 geraamde investering voor het warmtenet, warmtebron en regeneratievoorziening.

Tabel 4.6 TCO warmteconcepten (inclusief btw)TCO inclusief btw

| TCO warmteconcepten (inclusief btw)TCO inclusief btw |                            |                            |                            |                            |                            |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|  | Op het gasnet blijven      | Warmte                     |                            | All-electric               | Hybride warmtepomp         |
|  |                            | Aansluiten op warmtenet    | Wko + ht wp                | Lucht                      |                            |
| TCO  | € 84.000,- tot € 106.000,- | € 83.500,- tot € 105.000,- | € 83.500,- tot € 105.000,- | € 87.000,- tot € 130.000,- | € 85.000,- tot € 114.000,- |

In de berekeningen is er rekening gehouden met een energieprijssijging van 2%. Het is aannemelijk dat de gasprijs harder gaat stijgen dan de elektriciteitsprijs. In dat geval zal de TCO voor 'Op het gasnet blijven' stijgen en dus hoger worden dan voor het warmtenet en WKO met HT-warmtepomp. Het uitgangspunt bij de bovenstaande berekening is dat alle concepten worden vergeleken op een gelijk niveau. Bij de referentie op het aardgas is bijvoorbeeld een herinvestering voor de ketels meegerekend. Bij een warmtenet is dit niet gebeurd, omdat de levensduur van een warmtenet langer is dan 30 jaar.

## 5 Organisatie en financiering warmtevoorziening

Dit hoofdstuk beschrijft de organisatorische mogelijkheden voor aanleg en exploitatie (inclusief beheer en onderhoud) van de (collectieve) energievoorziening. De organisatie en exploitatie hiervan is (deels) afhankelijk van het te kiezen warmteconcept. Daarom worden per warmteconcept de mogelijkheden beschreven.

### 5.1 Warmtenet

Bij aansluiting van de hele wijk op een warmtenet zijn er verschillende mogelijkheden denkbaar wat betreft de realisatie en exploitatie van het warmtenet. Een belangrijk onderscheid is tussen:

- 1 een warmtenet waarbij het netwerk en de warmtelevering in handen zijn van één partij (zoals het collectieve energiebedrijf van de tuinders – Lingezege Energy – bij het warmtenet in NEXTgarden, of Nuon bij het warmtenet in Arnhem);
- 2 een openbaar warmtenet waarbij het netwerk in handen is van één partij en een of meer (andere) partijen de warmtelevering verzorgen.

#### 5.1.1 Warmtenet eigendom van één (derde) partij

In deze variant wordt het warmtenet ontworpen, gerealiseerd en geëxploiteerd door een derde partij. De investering in de aanleg/uitbreiding van het warmtenet en de exploitatie hiervan komen dan voor rekening van deze partij. De kosten voor de gebruiker zijn dan de aansluitbijdrage, een vastrecht per jaar en een variabel tarief voor de afgenomen hoeveelheid warmte. Deze hoeveelheid wordt bemeterd en in de regel afgerekend op basis van een niet-meer-dan-anders (nmda)-tarief. Qua contractduur dient een keuze gemaakt te worden. Gangbaar bij volledige outsourcing is een contractduur van dertig jaar of langer. De exploitant bepaalt voor een belangrijk deel de warmtebron voor het warmtenet.

#### Voordelen

- Alle investeringen en risico's van het project liggen bij een derde partij. Na het aanbesteden is duidelijk wat de kosten zijn. Deze zullen dan via de aansluitbijdrage, een vastrecht per jaar worden doorgerekend aan de gebouweigenaar. Alle risico's nadien zijn voor de exploitant van het systeem.
- Aantal betrokken partijen beperkt (een exploitant en een of meerdere warmteleveranciers), daarmee minder complexe organisatie dan bij meerdere partijen.

#### Nadelen

- Het feit dat alle risico's bij een derde worden neergelegd, moet worden betaald.
- Langlopende contracten met de exploitant.
- Geen/beperkte sturing op de kosten voor de gebruiker en de duurzaamheid van de warmtebron.

#### 5.1.2 Open warmtenet

In deze variant wordt het warmtenet ontworpen en gerealiseerd door een partij die niet zelf ook de exploitatie (warmtelevering) doet. Meerdere warmtebronnen kunnen op het net aangesloten worden. Als warmtebron voor het warmtenet zijn diverse warmtebronnen denkbaar. Naast de levering van warmte vanuit NEXTgarden (nu nog gas, vanaf 2020 snoeihoutcentrale) en/of de afvalcentrale (AVR Duiven) kunnen in de toekomst andere warmtebronnen aangesloten worden, zoals zonthermie of geothermie. Bij een open warmtenet, waarbij de infrastructuur (distributienet) toegankelijk is voor

meerdere aanbieders kunnen ook meerdere partijen warmte aan de gebruikers aanbieden. Zo ontstaat er een vergelijkbare situatie als bij de huidige gas- en elektriciteitsnetten..

Als inwoners is wellicht mogelijk om hierin te participeren door gezamenlijk te investeren in een warmtebron (bijvoorbeeld zon-thermie of warmte-koudeopslag met HT-warmtepompen) en zo (mede)-eigenaar te worden van een warmtebron en/of het warmtenet. Bij een open warmtenet ligt een publieke rol (bijvoorbeeld een gemeentelijk warmtebedrijf) voor de hand. Er zijn zeer beperkt voorbeelden in Nederland bekend van open warmtenetten. Wel zijn er verschillende voorbeelden van gemeentelijke warmtebedrijven die een aanbod van warmte verzorgen.

De gemeente Lingewaard is bezig met een onderzoek naar het implementeren van een open warmtenet. Hierdoor zijn er situaties denkbaar waarin bijvoorbeeld zowel warmte van de kassen als een wko met HT-warmtepomp wordt gebruikt in één warmtenet. Hierdoor zouden de bewoners bij de keuze voor een warmtenet een warmteleverancier kunnen kiezen. Of dit mogelijk is zal blijken uit het onderzoek.

#### Voordelen

- Sturing op de kosten voor de gebruiker en de duurzaamheid van de warmtebron.

#### Nadelen

- Het eventuele energieprijrisico ligt bij de gebruiker (bij inwonerparticipatie).
- Door meerdere betrokken partijen is de organisatie complex.

## 5.2 Centrale warmte-koudeopslag met centrale HT-warmtepomp

De realisatie van centrale WKO en warmtepomp en levering van de warmte door middel van een warmtenet aan de woningen wordt vaak uitbesteed aan een derde partij, omdat het in eigen beheer realiseren en exploiteren complex is vanwege het verdeeld eigendom van alle inwoners. In de afgelopen jaren zijn er echter ook verschillende projecten uitgevoerd, waarbij de realisatie en exploitatie van het collectieve energiesysteem in eigen beheer wordt gedaan. Een steeds meer opkomende vorm is het afsluiten van een gecombineerd contract voor realisatie en instandhouding waarbij de verantwoordelijkheid voor realisatie en exploitatie gedeeltelijk wordt weggelegd. Onderstaand wordt ingegaan op deze drie varianten.

### 5.2.1 Outsourcing

Bij outsourcing wordt de realisatie en exploitatie volledig uitbesteed aan een derde partij. Feitelijk komt dit overeen met de situatie in de vorige paragraaf waarbij het warmtenet wordt gerealiseerd en geëxploiteerd door een derde partij. Voor een overzicht van de voor- en nadelen wordt verwezen naar de voorgaande paragraaf.

#### Gecombineerd contract voor realisatie en instandhouding

Een variant op volledige outsourcing is om zelf eigenaar te blijven van het energiesysteem, maar de realisatie en exploitatie uit te besteden. De eigenaren profiteren van de revenuen van het energiesysteem, maar dragen zelf ook meer risico's dan bij outsourcing. Aanbesteding aan de markt vindt pas plaats nadat de projectscope voldoende helder is en er zoveel mogelijk projectrisico's zijn afgedekt. Zodoende wordt een scherpe marktprijs verkregen.

Aanbesteding vindt plaats aan de hand van de UAV-GC. Dit is een contractvorm waarbij marktpartijen worden gevraagd een prijs in te dienen voor zowel de aanleg en realisatie van het project alsook voor

de meerjarige instandhouding. Door voor een gecombineerd contract te kiezen, krijgt de te selecteren marktpartij in een nader vast te stellen vorm de verantwoordelijkheid voor het correct functioneren van de installaties. De marktpartij zal zich van meet af aan betrokken voelen bij de exploitatieperiode. Wanneer bij de realisatie slecht werk wordt geleverd, komt dit als een boemerang terug in de vorm van storingsmeldingen en/of boetebedragen. De marktpartij moet daarnaast ook voldoende vrijheid krijgen om optimalisaties door te voeren. Eventueel kunnen ook beheertaken, zoals: facturatie van energiekosten, klantencontact, et cetera aan de te selecteren marktpartij worden uitbesteed.

### 5.2.2 Eigen beheer

Het alternatief voor outsourcing is het in eigen beheer (gemeente en/of ontwikkelaar) aanleggen en beheren van de installatie. In deze variant wordt de installatie door de exploitant volledig ontwikkeld. Voor de exploitatie (beheer en onderhoud, facturatie, storingsafhandeling, contractvorming en diversen) kunnen vervolgens derden worden ingeschakeld die werken onder verantwoordelijkheid van de exploitant.

#### Voordelen

- Sturing op de kosten voor de gebruiker.

#### Nadelen

- Het eventuele energieprijrisico ligt bij de gebruiker (bij inwonerparticipatie)..
- Voor de aansturing van het onderhoud en beheer van een warmtepompinstallatie is en ter zake kundige partij nodig. Deze draagt zorg voor het onderhoud en beheer, de energie-inkoop, monitoring en facturatie. Dit is mogelijk door het aanstellen/inhuren van een 'installatiemanager'.

## 5.3 Individuele warmtepomp

Het gebruik van een warmtepomp per woning is vergelijkbaar met de huidige situatie met een gasgestookte ketel per woning. Net als bij een ketel kan de bewoner (of woningcorporatie) de warmtepomp zelf aanschaffen en het onderhoud regelen door middel van een onderhoudscontract bij een installateur. Voordeel van deze variant is dat de bewoner direct voordeel heeft van de lagere energiekosten. Het risico van energieprijsstijging of tegenvallend onderhoud zijn echter ook voor de bewoner.

#### Lease

Alternatief is om de warmtepomp te huren of leasen. Net als bij een lease-auto wordt dan betaald voor het gebruik van de warmtepomp. Gedurende de exploitatietermijn wordt een vergoeding betaald voor het gebruik waarmee de lessor de investering en onderhoudskosten terugverdiend.

## 5.4 Financiering gebouwgebonden maatregelen

Een groot deel van de investeringen, met name bij de laagtemperatuuroplossingen (warmtepomp) zit in het isoleren van de woning en het aanbrengen van een laag temperatuurafgiftesysteem. Een alternatief die het onderzoeken waard is, is het gezamenlijk investeren in de benodigde maatregelen. Een mogelijkheid om dit vorm te geven, is het oprichten van een EnergieCollectief voor en door de inwoners van Zilverkamp. Dit EnergieCollectief investeert en realiseert de benodigde de maatregelen. Naast isolatie, afgiftesysteem en warmtepomp kan hierbij ook gedacht worden aan zonnepanelen.

DWA heeft aan de wieg gestaan van een soortgelijk initiatief in Utrecht, maar dan voor en door bedrijven. Zie [www.ecub.nl](http://www.ecub.nl) voor meer informatie.



## 6 Vergelijking warmteconcepten en doorkijk

### 6.1 Beoordeling warmteconcepten

In de startbijeenkomst op 8 januari 2019 zijn criteria vastgesteld op basis waarvan beoordeling van de warmteconcepten zal plaatsvinden. In de bijeenkomst op 12 februari 2019 zijn deze verder aangescherpt en uitgebreid. Onderstaand worden deze criteria beschreven op basis waarvan vervolgens de beoordeling van de warmteconcepten plaatsvindt.

#### 6.1.1 Beoordelingscriteria

De volgende criteria zijn gedefinieerd:

- 1 *Investering per partij.* De initiële investeringen die nodig zijn voor realisatie van de energievoorziening per partij.
- 2 *Total-cost-of-ownership.* De energie- en onderhoudskosten voor de bewoner gedurende de exploitatietermijn. De TCO is de contante waarde van de totale investeringen en onderhouds- en energiekosten over een periode van 30 jaar.
- 3 *Hernieuwbare energie.* De mate waarin met het warmteconcept gebruik wordt gemaakt van hernieuwbare energie.
- 4 *Financiering.* Betaalbaarheid en financieringsmogelijkheden voor realisatie van het warmteconcept.
- 5 *Sociale-economische impact.* De impact die de realisatie van het warmteconcept heeft op de bewoners van de wijk. De betreft enerzijds de impact bij realisatie en anderzijds de impact gedurende de exploitatie. Hierbij is als uitgangspunt dat de oplossing voor alle inwoners bereikbaar moet zijn (laag-, midden- en hoog inkomen).
- 6 *Gezondheid.* Mate waarin de energievoorziening invloed heeft op de gezondheid van bewoners (voorbeeld: hittestress).
- 7 *Comfort.* Mogelijkheid om de woning in de zomer te kunnen koelen, en verbetering van het comfort door betere isolatie en tochtvermindering.
- 8 *Opschaalbaarheid.* De mate waarin de energievoorziening uitgebreid kan worden naar in de wijk zelf en naar omliggende buurten en wijken. Ook moet er bij dit criteria worden gekeken naar de mate waarin er keuzevrijheid bestaat voor bewoners om wel of niet mee te doen. Voorbeeld; Bij een warmtenet is het belangrijk dat een groot percentage van de wijk mee doet om de kosten per woning zo laag mogelijk te houden. Het is bij dit voorbeeld dus niet wenselijk dat bewoners een individuele oplossing kiezen boven het warmtenet.
- 9 *Faseerbaarheid.* De mate waarin de energievoorziening gefaseerd aangelegd kan worden.
- 10 *Marktrijpheid.* Beschikbaarheid van de energievoorziening op de markt.
- 11 *Organiseerbaarheid.* De complexiteit van het proces om te komen tot realisatie en exploitatie van de energievoorziening (voorbeeld: bij realisatie van een collectief warmteconcept zijn meer partijen betrokken dan bij een individueel warmteconcept).
- 12 *Betrouwbaarheid.* De verschillende concepten hebben verschillende vormen van betrouwbaarheid. Zo ondervind er bijvoorbeeld een grote groep mensen bij het uitvallen van een warmtenet discomfort, maar is de kans dat er veel mensen tegelijk een discomfort ervaren een stuk kleiner bij een individuele oplossing.

## 6.1.2 Score warmteconcepten

In onderstaande tabel is de score op de criteria opgenomen.

Tabel 6.1 Score warmteconcepten op criteria DWA

|                            | Warmtenet hele wijk   | WKO en HT-warmtepomp  | Luchtwarmtepomp per woning                                | Hybride warmtepomp   |
|----------------------------|---|---|---|--|
| Investering woningeigenaar | +   | +   | --  | -  |
|                            | (zie tabel 4.4)   | (zie tabel 4.4)   | (zie tabel 4.4)   | (zie tabel 4.4)  |
| Investering collectief     | -   | -   | +   | +/-  |
| Total cost of ownership    | -   | --  | ---   | -  |
|                            | (zie tabel 4.6)   | (zie tabel 4.6)   | (zie tabel 4.6)   | (zie tabel 4.6)  |
| Hernieuwbare energie       | +   | +/-   | ++  | +/-  |
|                            | (zie tabel 4.2)   | (zie tabel 4.2)   | (zie tabel 4.2)   | (zie tabel 4.2)  |
| Financiering               | Volledige outsourcing mogelijk<br>Langjarig contract                              | Mogelijkheid om zelf te exploiteren   | +/-<br>Vergelijkbaar met ketel                            | +/-<br>Vergelijkbaar met ketel                             |
| Sociale-economische impact | Aanleg warmteleiding en afleverset in woning<br>Afhankelijk van warmteleverancier | Aanleg warmteleiding en afleverset in woning<br>Oprichting entiteit voor exploitatie energiesysteem | Aanbrengen afgiftesysteem en isolatie in woning           | Vervangen grondroeringsgevoelige leidingen van het gasnet. |
| Gezondheid                 | +/-<br>Geen invloed   | +/-<br>Geen invloed   | +   | +/-<br>Geen invloed  |
| Comfort                    | -<br>Geen koeling   | +   | +   | +/-<br>Mogelijkheid tot koeling, maar in geringe mate      |
| Opschaalbaarheid           | ++<br>Op te schalen met meerdere woningen tegelijk.                               | -<br>Niet of beperkt opschaalbaar.  | +/-<br>Opschaalbaar per woning.                           | +/-<br>Opschaalbaar per woning.                            |
| Faseerbaarheid             | --<br>In korte tijd een groot deel van de wijk aansluiten                         | -<br>In korte tijd deel van de wijk aansluiten  | +/-<br>Per woning realiseerbaar                           | +/-<br>Per woning realiseerbaar                            |
| Marktrijpheid              | +/-<br>Veel toegepast   | --<br>Nauwelijks nog toegepast  | -<br>Beperkt toegepast                                    | --<br>Nauwelijks nog toegepast                             |
| Organiseerbaarheid         | Groot aantal woningen snel aan te sluiten. Ontwerp warmtenet nodig.               | Klein deel van de wijk snel aan te sluiten.<br>Nader onderzoek nodig naar                           | Vergelijkbaar met ketel.<br>Ontwerpwerkzaamheden beperkt. | Vergelijkbaar met ketel.<br>Ontwerpwerkzaamheden beperkt.  |

|                 | Warmtenet hele wijk | WKO en HT-warmtepomp                             | Luchtwarmtepomp per woning | Hybride warmtepomp |
|-----------------|---------------------|--|----------------------------|--------------------|
|                 |                     | bodemgeschiktheid en ontwerp energievoorziening. |                            |                    |
| Betrouwbaarheid | -                   | -  | +                          | +                  |

## 6.2 Doorkijk

De tabel in de vorige paragraaf laten zien dat elk concept zijn voor- en nadelen heeft. De keuze voor een technisch alternatief is echter van veel andere factoren afhankelijk. Dit betreft onder meer het draagvlak onder de rest van de inwoners van Zilverkamp, de gewenste organisatie- en samenwerkingsvorm en de financiering van de benodigde investeringen. Belangrijk hierin is dat alle bewoners van de Zilverkamp mee moeten kunnen doen; huurder en koper, grote of kleine portemonnee. Een belangrijke eerste stap hierin is energiebesparing. Ten aanzien van de verdere uitwerking worden de volgende acties voorgesteld.

- 1 Presentatie van de uitkomsten van deze verkenning aan de bewoners. Doel van deze bijeenkomst is om enerzijds de meningen en wensen van bewoners te inventariseren en anderzijds vast te stellen welke nadere uitwerking nodig is om te komen tot besluitvorming.
- 2 Uitwerking van de gewenste organisatievorm om te komen tot een aardgasvrije energievoorziening voor en door de bewoners. Hierbij is het van belang dat er een duurzame energievoorziening wordt gerealiseerd met behoud van comfort en tegen gelijke of lagere kosten.
- 3 Uitwerking van de financiering van de benodigde investeringen. Vanuit het Rijk worden hiervoor regelingen opgezet echter op gemeentelijk of buurniveau zullen waarschijnlijk aanvullend constructies nodig zijn om het voor iedereen in de wijk betaalbaar te houden.

## Bijlage I   Uitgangspunten

|  |       |                   |
|--|-------|-------------------|
| Tarief aardgas (inclusief btw)                           | 0,76  | €/m <sup>3</sup>  |
| Tarief warmte (inclusief btw)                            | 26,15 | €/GJ              |
| Tarief elektriciteit                                     | 0,25  | €/kWh             |
| Inflatie   | 2%    | per jaar          |
| Energieprijsstijging                                     | 2%    | per jaar          |
| Onderhoudskosten warmtepomp (percentage van investering) | 3%    | per jaar          |
| Afschrijvingstermijn isolatie en LTV                     | 40    | jaar              |
| Afschrijvingstermijn installaties                        | 15    | jaar              |
| CO <sub>2</sub> -emissie aardgas                         | 1,78  | kg/m <sup>3</sup> |
| CO <sub>2</sub> -emissie elektriciteit                   | 0,566 | kg/kWh            |