



Technisch rapport

Haalbaarheidsonderzoek Duurzame warmte voor de wijk Wildbaan/Dennenburg



HOOGHEEMRAADSCHAP
DE STICHTSE
RIJNLANDEN



heuvelrugwonen



Heuvelrug Energie



PROVINCIE  UTRECHT



GEMEENTE
UTRECHTSE HEUVELRUG

Dwa

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
Aanleiding voor dit onderzoek	4
Opdrachtgevers	4
Doel van het haalbaarheidsonderzoek	5
Het proces dat is doorlopen	5
Leeswijzer	6
2. De wijk in beeld	7
Algemene beschrijving wijk	7
Referentiewoningen	8
Geschat energieverbruik	8
3. Conclusies	9
De energieconcepten	9
Aandachtspunten bij vergelijking energieconcepten	9
Sterke-zwakke analyse kansrijke concepten (swot)	9
Beoordeling van de energieconcepten	12
Te bereiken aantal woningen	13
Netcongestie	14
Keuzemodel voor de vier referentiewoningen	15
Zijn de woningen al klaar voor een duurzaam energieconcept?	17
4. Beschikbare aardgasloze alternatieven voor warmte	19
De niet-kansrijke alternatieven	19
De kansrijke alternatieven	20
Energieconcepten die verder doorgerekend zijn	21
5. Bevinding doorrekening energieconcepten	22
Impact in de woning	22
Minste geluid	23
Betaalbaarheid – bewonerslasten: Jaarlijkse energiekosten en investering	24
Woningen van het EPA-advies	26
Betaalbaarheid - Maatschappelijke kosten	27
CO ₂ -uitstoot	28

Gevoeligheidsanalyse - Veranderende energietarieven	29
Overige aandachtspunten	29
6. Mogelijkheden organisatie, eigendom en governance	32
Wet collectieve warmte	32
Wie zijn er eigenaar? Driehoek gemeenschap, overheid en markt	32
Mogelijke rollen gemeente	33
Energiecoöperatie en warmteschappen: de bewoners zijn zelf (deels) eigenaar	34
Overige vormen zonder eigendom van bewoners	36
7. De stappen naar realisatie	39
Stappen naar een collectieve warmteoplossing	39
Stappen naar een individuele warmteoplossing	41
Bijlage 1 - Omschrijving van kansrijke energieconcepten	42
Bijlage 2 - Uitgangspunten doorrekening	49
Bijlage 3 – Score aandachtspunten afwegingscriteria	50

1. Inleiding

Wereldwijd bouwen we het gebruik van fossiele brandstoffen af om de opwarming van de aarde te beperken. Nederland heeft als doel in 2050 volledig aardgasvrij te zijn. Dat gaat om zo'n zeven miljoen woningen: acht miljoen gebouwen in totaal. Dat betekent dat wij tot 2050 landelijk zo'n 220.000 woningen per jaar van het aardgas moeten halen. In de gemeente Utrechtse Heuvelrug zijn er bijna 22.000 woningen. Dit betekent dat er tussen nu en 2050 gemiddeld zo'n 800 woningen per jaar van het aardgas zullen moeten. Dit is een enorme opgave.

Aanleiding voor dit onderzoek

De Gemeente Utrechtse Heuvelrug, woningcorporatie Heuvelrug Wonen, lokale energiecoöperatie Heuvelrug Energie en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden werken samen bij de verkenning naar duurzame warmte voor de wijk Wildbaan/Dennenburg in Driebergen.

In 2019 is een haalbaarheidsstudie¹ uitgevoerd naar warmte uit de Rioolwaterzuivering (RWZI) Driebergen, waarin de voorkeur nog uit ging naar een hoogtemperatuur-warmtenet, omdat dit laagdrempeliger zou zijn en de beste businesscase leek op te leveren. Omdat de energiemarkt fors is veranderd, is de noodzaak groter geworden om duurzame warmte te vinden als alternatief voor aardgas. Alle betrokken partners willen de verkenning dan ook graag verder voortzetten. Daarnaast is er de wens om inwoners invloed te geven in het proces. Dit alles maakt dat een nieuwe haalbaarheidsstudie nodig is.

Opdrachtgevers

Dit onderzoek is mede tot stand gekomen door de Uitvoeringsverordening subsidie Energietransitie provincie Utrecht (USET 2021) van de provincie Utrecht.



PROVINCIE  UTRECHT

De volgende vier partners werken met elkaar samen als initiatiefnemers van deze haalbaarheidsstudie:



¹ Bron: Thermische energie uit afvalwater (TEA) Driebergen, Haalbaarheidsstudie warmtenet met duurzame energie, Techniplan, november 2019

Doel van het haalbaarheidsonderzoek

Met deze haalbaarheidsstudie willen de samenwerkende partners achterhalen wat het meest aantrekkelijke duurzame alternatief voor aardgas is voor het leveren van warmte aan de wijk Wildbaan/Dennenburg.

Alle wijken in Nederland gaan van het gas in de toekomst. Naast een individuele warmtepomp per woning heeft de wijk Wildbaan/ Dennenburg een aanvullende kans om warmte te winnen uit de RWZI. Niet alleen zal in dit onderzoek een technisch vergelijk gemaakt worden van mogelijke energieconcepten², ook worden mogelijke organisatievormen, zoals een Energiecoöperatie uitgewerkt en wordt op een rij gezet wat de stappen zijn om tot een lokaal warmtenet te komen.

Verkennd onderzoek

Stappen zetten in de huidige energietransitie, vraagt om richting zoeken in onzekerheid. Dat maakt dat vaak eerste keuzes gemaakt moeten worden, terwijl niet alles al geheel duidelijk of zeker is.

Dit is een verkennd onderzoek dat vergelijkt welke energieconcepten kansrijk zijn voor de wijk Wildbaan/ Dennenburg. Met dit rapport worden alle voor- en nadelen per concept op een rij gezet, zodat bewoners zelf kunnen kiezen welke concept zij voor hun wijk het beste vinden passen.

In de ontwikkel- en ontwerpfase, na deze verkennende fase, zal op steeds kleinere details het energieconcept voor de wijk worden uitgewerkt. In het geval van een keuze voor een collectief energieconcept zal, in de ontwikkel- en ontwerpfase, een businesscase en een voorlopig ontwerp voor het energieconcept gemaakt worden. Deze zullen weer meer inzicht geven in de technisch en financiële (on)mogelijkheden en implicaties. Dat maakt ook dat in deze verkennende fase antwoorden soms nog hoog over zijn en de gepresenteerde kosten in dit rapport ter indicatie zijn. Sommige vragen zijn zelfs nog niet te beantwoorden, omdat dit pas duidelijk wordt in de volgende ontwerpfase.

Het proces dat is doorlopen

De begeleidingsgroep bestaande uit de samenwerkende partners Heuvelrug Wonen, Heuvelrug Energie, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, de gemeente Utrechtse Heuvelrug en aangevuld met bewoners uit de wijk hebben het proces uitgewerkt en waar nodig bijgestuurd voor dit onderzoek.

Een meedenkgroup van circa twintig bewoners is meerdere keren bij elkaar gekomen om inhoudelijk input te geven op voorkeuren voor energieconcepten en aandachtspunten bij het vergelijken van deze energieconcepten. De meedenkgroup is voor het eerst bij elkaar geweest op 7 maart 2023 en een tweede keer op 19 april 2023 en vervolgens ook op 19 september en 7 november 2023..

- De meedenkgroup heeft aandachtspunten aangegeven die als afwegingscriteria gebruikt worden voor het vergelijken van de energieconcepten. Dit rapport laat voor deze aandachtspunten zien hoe de energieconcepten scoren.
- Op basis van een expert-analyse door DWA is een eerste grove selectie gemaakt van energieconcepten die niet kansrijk zijn voor de wijk (zie ook hoofdstuk 4 waarin is aangegeven welke energieconcepten kansrijk zijn en welke niet).
- De meedenkgroup heeft vervolgens hier vijf energieconcepten geselecteerd om verder in dit onderzoek te verkennen. Van deze vijf energieconcepten zijn drie als zelfstandig concept bruikbaar om energie te leveren voor de gehele wijk. Deze drie concepten (1 t/m 3) worden doorgerekend in dit onderzoek. De overige twee concepten (A+B) hebben, in de basis, grote organisatorische tekortkomingen en zijn daarom minder geschikt om energie te leveren voor de gehele wijk. Deze twee concepten (A+B) worden kwalitatief beoordeeld in dit

² Een energieconcept is een duurzaam alternatief systeem voor aardgas, dat warmte en in sommige gevallen koude levert aan de woningen in de wijk.

onderzoek, waarbij gekeken wordt of ze als aanvulling of optimalisatie kunnen dienen voor de concepten 1 t/m 3.

- In dit rapport vergelijken en beoordelen we de energieconcepten aan de hand van de aandachtspunten. In hoofdstuk 3 is een samenvatting van deze analyse. In hoofdstuk 5 wordt in meer detail de bevindingen van dit onderzoek uitgewerkt.
- Het haalbaarheidsonderzoek is afgerond met een wijkinformatieavond op 12 december 2023 en één op 23 januari 2023, waarin alle bewoners van de wijk zijn bijgepraat over de uitkomsten van dit onderzoek.

Leeswijzer

Dit rapport geeft eerst een beschrijving van de wijk (hoofdstuk 2). In hoofdstuk 3 staat vervolgens een samenvatting met de conclusies van de beoordeling van de energieconcepten. Hoofdstuk 4 geeft een toelichting op welke energieconcepten allemaal in beeld zijn geweest voor de wijk en licht toe welke energieconcepten als kansrijk worden gezien. De energieconcepten worden doorgerekend en in meer detail beoordeelt in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 wordt op een rij gezet wat de implicaties zijn voor de realisatie van een warmtenet en welke mogelijke organisatie- en eigendomsvormen er zijn. Hoofdstuk 7 zet op een rij welke stappen gezet moeten worden om tot realisatie te komen van een duurzame warmteoplossing.

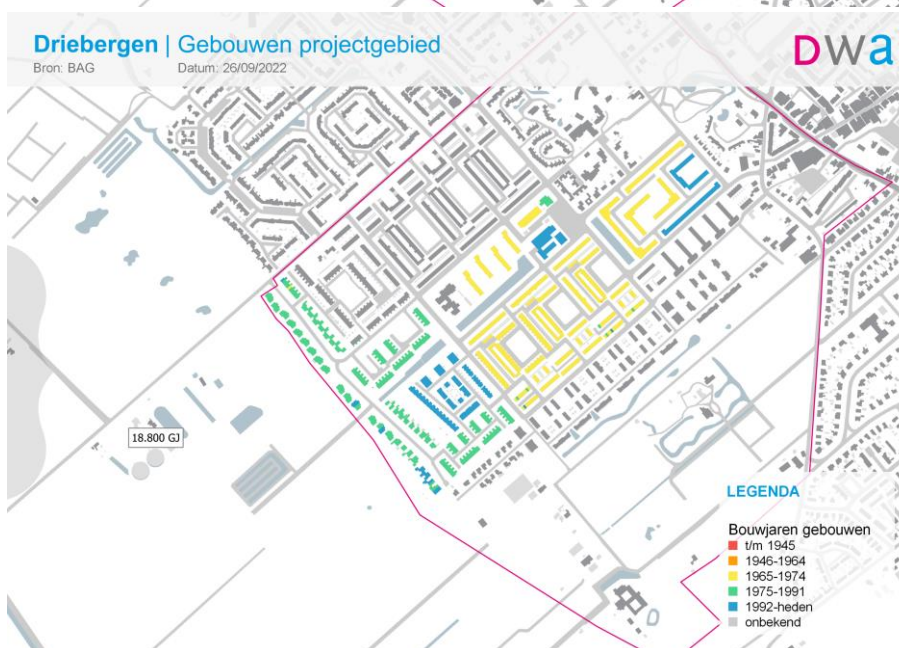
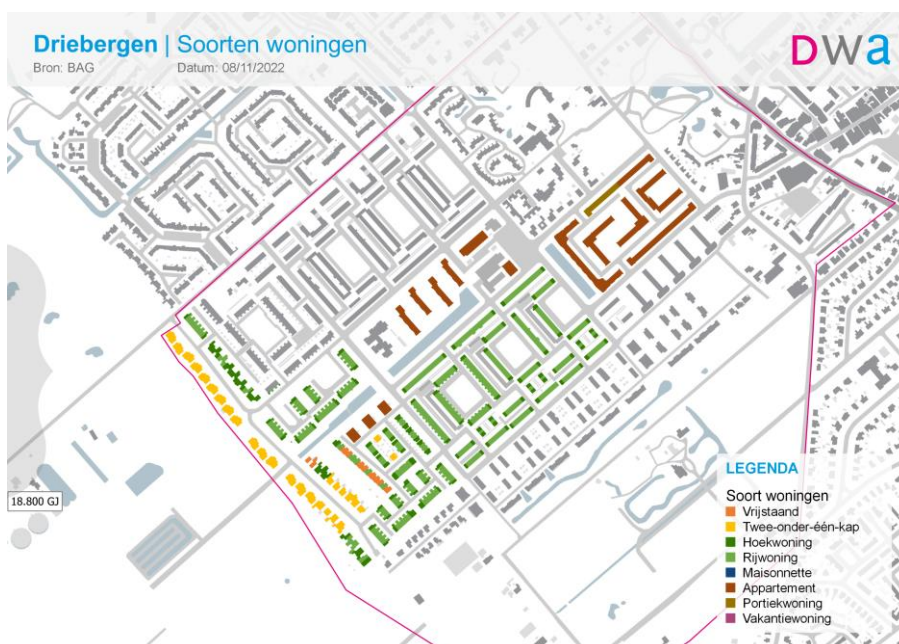
In bijlage 1 worden de energieconcepten uitgebreid beschreven; in bijlage 2 staan de uitgangspunten waarmee de doorrekening is opgesteld; in bijlage 3 staan de score die de meedenkgroep hebben gegeven aan de afwegingscriteria voor de energieconcepten.

Januari 2024

2. De wijk in beeld

Algemene beschrijving wijk

Er liggen ongeveer 1.000 woningen in Wildbaan/Dennenburg in het gebied waarvoor de mogelijkheid van een warmtenet is onderzocht in 2019. Dit gebied is bepaald door woningen te kiezen die op een logische locatie liggen t.o.v. de warmtebron (de RWZI) en die een mix vormen van koop- en huurwoningen. Dit gebied is nu weer als uitgangspunt genomen voor dit onderzoek. De onderstaande kaarten geven een beeld van de wijk. De kaarten zijn gebaseerd op openbare data. Het is bekend dat sommige indelingen op de kaart niet geheel kloppen, toch zijn voor het overzicht de kaarten opgenomen in dit rapport.



Referentiewoningen

Om de doorrekening van de concepten goed aan te laten sluiten op de wijk, gebruiken we referentiewoningen. Dit zijn woningen die veel voorkomen in de wijk en die dus representatief zijn voor een groot deel van de wijk. In Wildbaan – Dennenburg zijn dit voornamelijk tussen- en hoekwoningen die gebouwd zijn tussen 1965 en 1974, 1975 en 1991.

De volgende vier referentiewoningen zijn geselecteerd.

- Rijwoning 1965-1974: Damhertlaan/Schippersdreef.
- Appartement 1965-1974: Groenhoek (sociale huur).
- Appartement 1965-1974: Jagersdreef.
- Twee-onder-een-kap 1975-1991: Jachtlaan.

Er is niet gekozen voor een hoekwoning, al komen ook deze veel voor in de wijk. De reden hiervoor is dat een hoekwoning veel overlap heeft met de geselecteerde twee-onder-een-kap en rijwoning (met voor die laatste als verschil een extra buitenmuur).

EPA-advies

Gelijktijdig heeft de gemeente voor vier woningen een EPA-advies laten uitvoeren. Hiervoor zijn min of meer dezelfde woningen gekozen, alleen niet de Jagersdreef (daarvoor heeft zich geen bewoner gemeld) en wel een hoekwoning. De EPA-adviezen zijn uitgevoerd op de Damhertlaan, Jachtlaan, Valkenkamp en Vossenkamp. De EPA-adviezen zijn op bewonersavonden gedeeld met eigenaren van vergelijkbare woningen in de wijk, met als doel om gedeelde uitdagingen ook gezamenlijk aan te pakken.

In deze woningen is tijdens het onderzoek voor het EPA-advies gekeken of en waar er ruimte is voor een aansluiting op het warmtenet.

Geschat energieverbruik

Om te kunnen beoordelen of het haalbaar is om woningen op een duurzame manier te verwarmen, is het nodig om in te schatten wat aan de ene kant de warmtevraag is van alle woningen in de wijk en aan de andere kant wat de potentie is van mogelijke energiebronnen.

Het energieverbruik van de wijk kan worden bepaald met openbare informatie van de netbeheerders. Zij publiceren iedere jaar de gemiddelde energiegebruiken van kleinverbruikers, vooral huishoudens. Deze data is anoniem en beschikbaar op postcode-6 niveau. Het gaat altijd om een gemiddelde van meer dan tien woningen. Zitten er minder woningen in een postcode, dan wordt gekeken naar het gemiddelde op postcode-4 niveau. Op basis van deze openbare data is de totale warmtevraag van de wijk inzichtelijk gemaakt.

Wanneer we kijken naar alle woningen in de wijk, dan zien we een totaal gasgebruik van 1.385.800 m³ in 2021. Gemiddeld per woning is dit zo'n 1.280 m³ per jaar³. Rekenen we om wat dit in eenheden warmte is, dan komt dit neer op 38 GJ per woning per jaar.

³ Een Nederlands huishouden verbruikt jaarlijks gemiddeld 1.169 m³ gas. Zie ook Milieu centraal: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/inzicht-in-je-energierekening/gemiddeld-energieverbruik/>

3. Conclusies

De energieconcepten

Op basis van het gesprek samen met de meedenkgroep zijn vijf energieconcepten geselecteerd die interessant zijn voor de wijk (zie voor uitgebreide toelichting hoofdstuk 4). De eerste drie energieconcepten zijn kansrijk als oplossing voor de gehele wijk en deze concepten zijn doorgerekend in dit onderzoek. De voor- en nadelen voor concepten a en b worden uitgewerkt in het rapport, zonder dat er gerekend is aan deze concepten, omdat deze concepten lastig uit te rollen zijn voor de gehele wijk. In de bijlage staat een uitgebreide beschrijving van deze vijf energieconcepten.

- Concept 1: Warmtenet met warmte uit RWZI op 70°C (inclusief wko)
- Concept 2: Bronnet met warmte uit RWZI op 15°C met warmtepomp per woning (inclusief wko)
- Concept 3: Individuele (lucht-water) warmtepomp
- Concept a: Pvt-panelen
- Concept b: Kleine clusters (5-10 woningen) met gezamenlijke bodemlus en individuele warmtepomp per woning

Aandachtspunten bij vergelijking energieconcepten

De meedenkgroep is gevraagd om aan te geven wat zij als bewoners belangrijk vinden in het maken van een keuze voor één van de energieconcepten. De volgende aandachtspunten zijn het meeste genoemd door de meedenkgroep.

- Impact in de woning. Hoe ver moet je huis aangepast worden? (12)
- Minste geluid. Risico op geluidshinder in de wijk. (12)
- Betaalbaarheid. Jaarlijkse energiekosten. (11,5)
- Betaalbaarheid. Investeringskosten. (11)
- CO₂-uitstoot. (8)

In de bijlage staat de volledige puntentelling voor de aandachtspunten.

Sterke-zwakte analyse kansrijke concepten (swot)

In deze paragraaf analyseren we de sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen van de kansrijke energieconcepten 1 tot en met 3.

Concept 1: Warmtenet met warmte uit RWZI op 70°C (incl. wko)

Sterkte

- Lage eenmalige investering in de woning.
- Weinig aanpassingen in de woning noodzakelijk.
- Bewoners worden in hogere mate ontzorgt.

Zwakte

- Relatief hogere maandelijkse energielasten.
- Energetisch minst efficiënt concept (en daarmee grootste CO₂-uitstoot).
- Afhankelijkheid van energieleverancier.

Kansen

- Geen geluid in de wijk als warmtepompcentrale bij de RWZI komt te staan.
- Met een energiecoöperatie en bewoners die (deels) mede-eigenaar van het warmtenet hebben zij invloed op de tariefstelling en is er minder afhankelijkheid van

Bedreigingen

- Vollooprisico: als onvoldoende bewoners over gaan op het warmtenet, kan er een financieel tekort ontstaan.
- Voor dit warmtenet is een grootverbruikersaansluiting nodig op het

energieleverancier. • Eventueel kan worden overwogen om het warmtenet te ontwerpen op 50°C. Dit is een optimalisatie die in het ontwerp- en ontwikkelfase verder kan worden uitgewerkt. Dit vraagt een grotere investering in isolatie van de woningen, maar levert lagere maandelijkse energielasten op en de CO₂-uitstoot daalt dan.	elektriciteitsnet. Door netcongestie worden deze aansluitingen de komende jaren niet afgegeven. In overleg met Stedin moet verkend worden wat wel kan.
Concept 2: Bronnet met warmte uit RWZI op 15°C met warmtepomp per woning (incl. wko)	
Sterkte • Maandelijkse energiekosten door rendement warmtepomp lager dan concept 1 (hoger dan concept 3). • Energetisch meest efficiënte concept. • Laag risico op geluid van warmtepomp. • Mogelijkheid om met dit concept tegen lage energiekosten koeling te leveren aan de woningen.	Zwakte • Veel aanpassingen in de woning noodzakelijk, zowel voor isolatie, als door plaatsing installatie (warmtepomp + boiler).vat). • Hoge investering door extra isolatie, aansluitkosten warmtenet en aanschaf warmtepomp. • Afhangelijkheid van energieleverancier.
Kansen • Wanneer al veel isolatiemaatregelen in de woning genomen zijn, zal de investering lager zijn. • Eventueel kan overwogen worden om een warmtepomp te installeren die 65°C maakt, zodat er ook minder geïsoleerd hoeft te worden. • Wanneer bewoners de warmtepomp kunnen leasen, ontzorgt dit hen. • Met een energiecoöperatie en bewoners die (deels) mede-eigenaar van het warmtenet hebben zij invloed op de tariefstelling en is er minder afhankelijkheid van energieleverancier. • PVT-panelen (vooral op sporthallen of in een grote weide) kunnen bij dit concept aanvullende warmte leveren en daarmee zou het concept meer woningen kunnen bedienen.	Bedreigingen • Vollooprisico: als onvoldoende bewoners over gaan op het warmtenet, kan er een financieel tekort ontstaan. • Voor dit warmtenet is een grootverbruikersaansluiting nodig op het elektriciteitsnet. Door netcongestie worden deze aansluitingen de komende jaren niet afgegeven. In overleg met Stedin moet verkend worden wat wel kan.
Concept 3: Individuele (lucht-water) warmtepomp	
Sterkte • Maandelijkse laagste energiekosten. • Volledige keuzevrijheid in energieleverancier en aanschaf warmtepomp. • Er hoeven geen leidingen voor een warmtenet te worden aangelegd (wel verdere verzwarende van het elektriciteitsnet noodzakelijk t.o.v. de andere concepten).	Zwakte • Veel aanpassingen in de woning noodzakelijk, zowel voor isolatie, als door plaatsing installatie (warmtepomp + boiler).vat). • Hoge investering door extra isolatie en aanschaf warmtepomp. • Grootste risico op geluidshinder per woningen door buitenunit warmtepomp. • Bewoners worden niet ontzorgt.
Kansen • Gezamenlijk inkoop van warmtepompen helpt bij de uitrol van dit energieconcept en leidt tot schaalvoordelen en ontzorging voor bewoners. • In samenwerking met de netbeheerder moet uitgewerkt	Bedreigingen • Wanneer de gehele wijk overgaat op een warmtepomp ontstaan er verdere problemen met netcongestie. Dit concept heeft de grootste impact op netcongestie.

worden hoe een uitrol van warmtepompen zo min mogelijk leidt tot netcongestie.

- Eventueel kan een woningeigenaar ook kiezen voor een bodemwarmtepomp of een warmtepomp met PVT-panelen. Deze systemen zijn over het algemeen duurder in aanschaf dan een lucht-water warmtepomp, maar hebben wel een beter rendement.

Beoordeling van de energieconcepten

Deze paragraaf geeft in de onderstaande tabel de samenvatting van de beoordeling op de belangrijkste aandachtspunten. Voor meer uitleg zie ook hoofdstuk 5 Bevinding doorrekening energieconcepten en Bijlage 2 – Multicriteria-analyse. Groen = meest positief van de concepten, rood = minst positieve concept ten opzichte van de andere concepten en oranje = in het middengebied: niet positief, niet negatief.

Aandachtspunten	Concept 1: Warmtenet met warmte uit RWZI op 70°C (met wko)	Concept 2: Bronnet met warmte uit RWZI op 15°C met warmtepomp per woning (met wko)	Concept 3: Individuele warmtepomp
Impact in de woning	Geen aanpassingen, alleen plaatsen afleverset	Extra isoleren, afleverset en warmtepomp inclusief boiler vat	Extra isoleren en warmtepomp inclusief boiler vat
Minste geluid	Collectieve warmtepomp op centrale plek met buitenunit*	Deze warmtepomp heeft geen buitenunit. De binnenunit in de woning produceert geluid.	Per woning een warmtepomp met buitenunit, die geluid maakt
Betaalbaarheid: Jaarlijkse energiekosten incl. vastrecht	€ 1.700,-**	€ 1.010,-	€ 940,-
Betaalbaarheid: Investeringskosten woningeigenaren	€ 6.000 - € 12.000 afhankelijk van businesscase.***	€ 35.000,- Herinvestering na 15 jaar: € 6.200,-****	€ 37.000,- Herinvestering na 15 jaar: € 7.500,-
CO ₂ -uitstoot	Relatief veel energiegebruik en CO ₂ -uitstoot. Laag rendement van de warmtepomp en warmtepomp moet hogere temperatuur genereren	Relatief het laagste energieverbruik en CO ₂ -uitstoot. Hoog rendement van de warmtepomp en woning goed geïsoleerd, drukt de warmtevraag en dus het energieverbruik	Relatief weinig energiegebruik en CO ₂ -uitstoot. Hoog rendement van de warmtepomp en woning goed geïsoleerd, drukt de warmtevraag

* Er kan verkend worden of deze collectieve warmtepomp past op het terrein van de RWZI.

** Bij een voor deze wijk gemiddeld aardgasgebruik van 1.280 m³ en een aardgasprijs van € 1,08 (laag scenario, zie bijlage 2) zijn de jaarlijkse energiekosten: € 1.382,40.

*** De Bijdrage Aansluitkosten (BAK) is de door de Autoriteit Consument en Markt (ACM) gemaximeerd op € 5.340,-. Echter kan het zijn dat er nog aanvullende projectkosten tussen € 2.000,- en € 7.000,- betaald moeten worden. Eventuele subsidie (WIS/ISDE) is niet meegenomen in dit bedrag. Met het uitwerken van de businesscase zal duidelijk worden wat de precieze bedragen zijn en hoe diverse kosten worden verdeeld.

**** Wanneer een warmtepomp gekocht wordt door woningeigenaar en niet geleast. Bij leasen warmtepomp geen herinvestering voor de woningeigenaar.

Te bereiken aantal woningen

Deze tabel geeft een inschatting per energieconcept van het aantal woningen dat met het concept kan worden verwarmd.

Concept 1: Warmtenet (70°C) met warmte uit RWZI	De capaciteit van de RWZI is 18.800 GJ. Met alleen de RWZI als warmtevoorziening voor de wko kunnen er circa 1.200 woningen worden verwarmd (zie ook paragraaf 5.7).
Concept 2: Bronnet (15°C) warmte uit RWZI met warmtepomp per woning	De capaciteit van de RWZI is 18.800 GJ. Wanneer woningen gekoeld worden (belangrijk voor de balans van de wko) en met optimaal isoleren is het mogelijk om meer dan 1.200 woningen te verwarmen (en te koelen) met de RWZI in combinatie met een wko. De precieze aantallen hangt weer van de configuratie van het energieconcept af.
Concept 3: Individuele warmtepomp	Met dit concept kan de hele wijk van warmte worden voorzien.
Concept a: Pvt-panelen	<i>Individuele pvt-panelen per woning in combinatie met een warmtepomp</i> Het is mogelijk dat iedere woningeigenaar zelf pvt-panelen legt en deze aansluit op een warmtepomp. Daarmee kan de gehele wijk worden verwarmd. Het is daarmee een aanvullende optie voor concept 3. <i>Collectieve wko gevoed door pvt-panelen</i> Met dit concept kan de hele wijk van warmte worden voorzien, al ligt het niet voor de hand om dit niet in combinatie te doen met warmte uit de RWZI. Pvt-panelen kunnen een aanvullende warmtebron zijn voor concept 2, al zijn er dan wel aanvullende technische en organisatievraagstukken. Het vraagt om extra warmteleidingen per woningen van de pvt-panelen naar het warmtenet en er moeten afspraken worden gemaakt over eigendom van de panelen en/of teruglevering van de warmte.
Concept b: Kleine clusters (5-10 woningen) met gezamenlijke bodemlus en individuele warmtepomp	In de basis kan met genoeg kleine clusters de gehele wijk worden verwarmd. Het ligt echter niet voor de hand om voor circa 1.200 woningen 100x een dergelijke cluster te realiseren, omdat dit erg bewerkelijk is. Wanneer als oplossingen voor de gehele wijk individuele warmtepompen worden gekozen, dan is dit een aanvullende optie voor kleine groepen woningeigenaren.

Netcongestie

Op steeds meer plekken in Nederland moet rekening gehouden worden met netcongestie. Er is sprake van netcongestie als de vraag naar transport van elektriciteit, zowel bij de aanbieder (zonnepanelen) als de afnemer (laadpalen en warmtepomp), groter is dan de transportcapaciteit van het net. Ook voor deze wijk en de mogelijkheden voor de realisatie van energieconcepten is netcongestie een belangrijk aandachtspunt. Tot 2029 is het niet mogelijk om een grootverbruikersaansluiting te krijgen, maar het lijkt er ook op dat op korte termijn voor kleinverbruikers het probleem groter wordt. Het grootverbruikersaansluiting zijn nodig collectieve energieconcepten. Wanneer kleinverbruikers geen andere aansluiting kunnen aanvragen, wordt het lastiger om zonnepanelen of warmtepompen te plaatsen.

Stedin⁴ geeft aan dat het belangrijk is om hen te betrekken bij de verdere vervolgstappen, omdat voor ieder concept er impact is van en op het elektriciteitsnet. Over het algemeen heeft Stedin een voorkeur voor een efficiënt energieconcept, dat in totaliteit het minste vermogen vraagt. In het geval van een collectief energieconcept kan worden bekeken, bij het ontwerpen ervan, of het mogelijk is om te werken met een flexibele aansluiting en het systeem zo te ontwerpen dat het geen elektriciteit vraagt op het moment dat het stroomverbruik het hoogste is op een dag (tussen 16.00u en 20.00u), maar dat het warmte de rest van de dag opslaat in een buffer die dan op deze tijdstippen ingezet wordt.

	1. Warmtenet RWZI – MT (70°C - centrale warmtepomp in de wijk)	2. Warmtenet RWZI – ZLT bronnet (15°C - warmtepomp per woning)	3. Lucht- waterwarmtepomp	a. Pvt-panelen	b. Kleine clusters met per woning een bodemwarmtepomp en gezamenlijk gedeelde bodemlus
Impact op elektrische infrastructuur lokaal	Relatief lage impact op netcongestie. Grootgebruikers- aansluiting noodzakelijk.	Relatief hoge impact op netcongestie. Grootgebruikers- aansluiting noodzakelijk. In alle woningen staat een individuele combiwarmtepomp, die stroom gebruikt. Deze warmtepomp heeft een hoger rendement dan bij concept 3.	Relatief hoge impact op netcongestie. In alle woningen staat een individuele combiwarmtepomp, die stroom gebruikt.	In alle woningen staat een individuele combiwarmtepomp, die stroom gebruikt. De pvt- panelen wekken naast warmte ook stroom op en de warmtepomp heeft een hoger rendement dan bij concept 3.	Relatief hoge impact op netcongestie. In alle woningen staat een individuele combiwarmtepomp, die stroom gebruikt. Deze warmtepomp heeft een hoger rendement dan bij concept 3.

⁴ Voor meer toelichting op hoe Stedin kijkt naar netcongestie, zie ook: <https://www.stedin.net/-/media/project/online/files/zakelijk/duurzaamheid-en-uw-bedrijf/energietransitie-standaarden-en-vuistregels.pdf>

Keuzemodel voor de vier referentiewoningen

Er zijn vier referentiewoningen gekozen, die representatief zijn voor een groot deel van de wijk. In deze paragraaf werken we de voorkeursopties voor elk van de referentiewoningen uit, zodat voor bewoners van eenzelfde type woningen een helder keuzemodel ontstaat.

	Concept 1: Warmtenet met warmte uit RWZI op 70°C	Concept 2: Bronnet met warmte uit RWZI op 15°C met warmtepomp per woning	Concept 3: Individuele warmtepomp
Rijwoning 1965-1974: Damhertlaan/Schippersdreef	- Voor deze oudere woningen, met minder basis-isolatie, is het een voordeel dat bij dit concept de woning niet extra geïsoleerd hoeven te worden. De investeringskosten zijn het laagst van alle concepten. - De jaarlijkse energielasten zijn wel relatief het hoogst.	- De woningen moeten extra geïsoleerd worden voor dit concept, dat vraagt om een flinke investering. - Afhankelijk van de huidige stand van de (na)isolatie van de woning, kan deze investering kleiner worden. - Dit concept heeft de laagste maandelijkse lasten voor deze woningen. - Dit concept biedt wel de beste energetische efficiëntie. - Voor dit concept moet er een warmtepomp met boilervat geplaatst worden in de woning. - Dit concept kan koeling leveren.	- De woningen moeten extra geïsoleerd worden voor dit concept, dat vraagt om een flinke investering. Afhankelijk van de huidige stand van de (na)isolatie van de woning, kan deze investering kleiner worden. - De ruimtelijke impact is groot door het plaatsen van een warmtepomp met boilervat voor deze woningen. - Dit concept kan koeling leveren.
Appartement 1965-1974: Groenhoek (sociale huur)	- Voor deze oudere woningen, met minder basis-isolatie, is het een voordeel dat bij dit concept de woning niet extra geïsoleerd hoeven te worden. De investeringskosten zijn het laagst van alle concepten. - De jaarlijkse energielasten zijn wel relatief het hoogst.	- De woningen moeten extra geïsoleerd worden voor dit concept, dat vraagt om een flinke investering. - Afhankelijk van de huidige stand van de (na)isolatie van de woning, kan deze investering kleiner worden. - Dit concept heeft de laagste maandelijkse lasten voor deze woningen. - Dit concept biedt wel de beste energetische efficiëntie. - Voor dit concept moet er ook een warmtepomp met boilervat geplaatst worden in de woning. - Voor appartementen is koeling wenselijk. Dit concept kan koeling leveren.	- Individueel per woning is geen ruimte voor een warmtepomp, wel collectief per gebouw (afhankelijk van de wensen van Heuvelrug Wonen) - Eventueel kan de collectieve warmtepomp voor dit complex op het dak geplaatst worden. - Voor appartementen is koeling wenselijk. Dit concept kan koeling leveren.

	Concept 1: Warmtenet met warmte uit RWZI op 70°C	Concept 2: Bronnet met warmte uit RWZI op 15°C met warmtepomp per woning	Concept 3: Individuele warmtepomp
Appartement 1965-1974: Jagersdreef	- Voor deze oudere woningen, met minder basis-isolatie, is het een voordeel dat bij dit concept de woning niet extra geïsoleerd hoeven te worden. De investeringskosten zijn het laagst van alle concepten. - De jaarlijkse energielasten zijn wel relatief het hoogst.	- De woningen moeten extra geïsoleerd worden voor dit concept, dat vraagt om een flinke investering. - Afhankelijk van de huidige stand van de (na)isolatie van de woning, kan deze investering kleiner worden. - Dit concept heeft de laagste maandelijkse lasten voor deze woningen. - Dit concept biedt wel de beste energetische efficiëntie. - Voor dit concept moet er ook een warmtepomp met boilervat geplaatst worden in de woning. - Voor appartementen is koeling wenselijk. Dit concept kan koeling leveren.	- Individueel per woning is geen ruimte voor een warmtepomp, wel collectief per gebouw. - Eventueel kan de collectieve warmtepomp voor dit complex op het dak geplaatst worden. - Voor appartementen is koeling wenselijk. Dit concept kan koeling leveren.
Twee-onder-een-kap 1975-1991: Jachtlaan	- Deze woningen zijn beter geïsoleerd, dan de oudere referentiewoningen. Ook voor deze woningen hoeft dus niet geïnvesteerd te worden in isolatie. - Deze woningen liggen verder uit elkaar, waardoor meer lengte aan leidingen nodig is en het gehele warmtenet duurder wordt. Hoeveel duurder is op dit moment niet bekend en moet worden uitgewerkt in een volgende fase.	- Deze woningen zijn al goed geïsoleerd en er hoeft dan alleen geïnvesteerd te worden in de warmtepomp. Dit maakt dat de investering voor dit concept voor deze woningen lager is dan voor de andere woningen. - Deze woningen liggen verder uit elkaar, waardoor meer lengte aan leidingen nodig is en het gehele warmtenet duurder wordt. Hoeveel duurder is op dit moment niet bekend en moet worden uitgewerkt in een volgende fase. - Voor dit concept moet er ook een warmtepomp met boilervat geplaatst worden in de woning. - Dit concept kan koeling leveren.	- Deze woningen zijn al goed geïsoleerd en er hoeft dan alleen geïnvesteerd te worden in de warmtepomp. Dit maakt dat de investering voor dit concept voor deze woningen lager is dan voor de andere woningen. - Dit concept kan koeling leveren.

Zijn de woningen al klaar voor een duurzaam energieconcept?

Zet 'em op 70 of 50!

De makkelijkste manier om na te gaan of de woning al klaar is voor een warmtenet op 70°C of voor een warmtepomp die maximaal 50°C afgeeft, is om de cv-ketel af te stellen op 70°C of 50°C (dus niet de thermostaat in de huiskamer). Wanneer in het winterseizoen de woning nog steeds comfortabel wordt met de ketel op deze stand, is de woning klaar voor het duurzame energieconcept. Als dit niet het geval is, kunnen er extra isolatiemaatregelen genomen worden en/of andere afgiftesystemen dan de radiator worden aangelegd als vloerverwarming of laagtemperatuurconvectoren. Het is wel belangrijk dat het tapwater op meer dan 60°C wordt verwarmd, in verband met het voorkomen van Legionella.

Isoleren is altijd goed. Hoe minder energie gebruikt wordt, hoe energie er opgewerkt moet worden. Bewoners willen echter wel weten wat zij ter indicatie aan isolatiemaatregelen moeten nemen om te zorgen dat een concept hun woning comfortabel verwarmt. In de tabel hieronder laten we zien welke isolatiemaatregelen voor de vier referentiewoningen nodig zijn voor alle energieconcepten. We gaan er daarbij van uit dat er nog geen enkele (na)isolatiemaatregelen genomen zijn, dus dat de referentiewoningen nog zo zijn als dat ze waren bij de bouw. *Alle na-isolatiemaatregelen die al genomen zijn, kunnen worden weggestreept en leiden dus tot een lagere investering.*

	Concept 1: Warmtenet met warmte uit RWZI op 70°C	Concept 2: Bronnet met warmte uit RWZI op 15°C met warmtepomp per woning	Concept 3: Individuele warmtepomp	Concept a: Pvt-panelen	Concept b: Kleine clusters met gezamenlijke bodemplus en individuele warmtepomp per woning
Rijwoning 1965-1974: Damhertlaan/ Schipperdreef	• Geen isolatie noodzakelijk • Radiatoren opnieuw inregelen, mogelijk beperkt vervangen	• Vloerisolatie • Dakisolatie • Isolierend glas • Laagtemperatuur-afgiftesysteem • Gevelisolatie*	• Vloerisolatie • Dakisolatie • Isolierend glas • Laagtemperatuur-afgiftesysteem • Gevelisolatie*	• Vloerisolatie • Dakisolatie • Isolierend glas • Laagtemperatuur-afgiftesysteem • Gevelisolatie*	• Vloerisolatie • Dakisolatie • Isolierend glas • Laagtemperatuur-afgiftesysteem • Gevelisolatie*
Appartement 1965-1974: Groenhoek (sociale huur)	• Geen isolatie noodzakelijk • Radiatoren opnieuw inregelen, mogelijk beperkt vervangen	• Isolierend glas • Dakisolatie • Afhankelijk van het appartement ook gevelisolatie en vloerisolatie	• Isolierend glas • Dakisolatie • Afhankelijk van het appartement ook gevelisolatie en vloerisolatie	• Isolierend glas • Dakisolatie • Afhankelijk van het appartement ook gevelisolatie en vloerisolatie	• Isolierend glas • Dakisolatie • Afhankelijk van het appartement ook gevelisolatie en vloerisolatie
Appartement 1965-1974: Jagersdreef	• Geen isolatie noodzakelijk • Radiatoren opnieuw inregelen, mogelijk beperkt vervangen	• Isolierend glas • Dakisolatie • Afhankelijk van het appartement ook gevelisolatie en vloerisolatie	• Isolierend glas • Dakisolatie • Afhankelijk van het appartement ook gevelisolatie en vloerisolatie	• Isolierend glas • Dakisolatie • Afhankelijk van het appartement ook gevelisolatie en vloerisolatie	• Isolierend glas • Dakisolatie • Afhankelijk van het appartement ook gevelisolatie en vloerisolatie

	Concept 1: Warmtenet met warmte uit RWZI op 70°C	Concept 2: Bronnet met warmte uit RWZI op 15°C met warmtepomp per woning	Concept 3: Individuele warmtepomp	Concept a: Pvt-panelen	Concept b: Kleine clusters met gezamenlijke bodemplus en individuele warmtepomp per woning
Twee-onder- één-kap 1989	• Geen isolatie noodzakelijk • Radiatoren opnieuw inregelen, mogelijk beperkt vervangen	• Vloerisolatie • Dakisolatie • Isoleren glas	• Vloerisolatie • Dakisolatie • Isoleren glas	• Vloerisolatie • Dakisolatie • Isoleren glas	• Vloerisolatie • Dakisolatie • Isoleren glas

*Gevelisolatie: **Let op!** In de wijk staan woningen met een glazuurlaag op de gevel. Bij deze woning kan de gevel niet worden na-geïsoleerd.

Ventilatie

Dit rapport richt zich voor op het leveren van warmte aan de wijk. We gaan in dit rapport niet in op ventilatie om het rapport niet extra complex te maken. Toch is ventilatie een belangrijk onderwerp, zeker met het oog op een gezond leefklimaat in de woning. In huizen die steeds beter geïsoleerd worden, is het belangrijk om ventilatie te behouden, of extra aan te leggen. Haal niet zomaar bestaande luchtroosters en ventilatiekanalen uit de woning bij een renovatie. Verken daarom ook de mogelijkheden van ventilatie met en warmteterugwinning (balans-ventilatie), of CO₂-gestuurde ventilatie bij renovatie of aanvullende isolatie van de woning.

4. Beschikbare aardgasloze alternatieven voor warmte

Dit hoofdstuk brengt alle beschikbare duurzame alternatieven voor warmte in beeld en beschrijft waarom deze wel of niet kansrijk zijn voor de wijk Wildbaan/ Dennenburg. Een eerste selectie wordt gemaakt op basis van de kennis en expertise van DWA. Om de kansrijkheid van warmtealternatieven te bepalen, kijken we naar de betrouwbaarheid, betaalbaarheid en de beheersbaarheid. In het onderzoek is met de meedenkgroep eerst grof alle alternatieven besproken en heeft de meedenkgroep vijf energieconcepten geselecteerd die in meer detail worden doorgerekend en vergeleken.

De niet-kansrijke alternatieven

Deze tabel geeft de alternatieven die om technische of om beschikbaarheidsredenen niet kansrijk zijn voor de wijk. Deze alternatieven zijn afgevalen.

Warmtealternatief	Uitleg	Kansrijkheid
TEO (Thermische Energie uit Oppervlaktewater)	Bij thermische energie uit oppervlakteater (TEO) wordt warmte onttrokken aan een rivier, kanaal of meer. In de omgeving van Wildbaan/Dennenburg is echter geen oppervlakte water in de buurt.	Door de afwezigheid van oppervlaktewater wordt deze techniek niet kansrijk geacht.
Geothermie	Geothermische warmte ontstaat door de warmte-uitstraling uit de kern van de aarde die via een warmtenet naar de huizen wordt geleid. Zowel ondiepe als (ultra)diepe geothermie behoeven een grote bebouwingsdichtheid en een groot aansluit volume (minimaal 5.000 woningen) om een rendabel project te realiseren.	Geothermie lijkt op dit moment niet kansrijk. Er worden verkenningen uitgevoerd naar de potentie van geothermie in de regio. Het is nog niet bekend hoe groot deze potentie is. Verder is de bebouwingsdichtheid in de wijk te laag om de kosten van het boren te dekken. Dit warmtealternatief valt af, omdat het <u>niet betaalbaar</u> is.
Restwarmte	Restwarmtebronnen komen in veel vormen en maten voor. Het is de warmte die 'overblijft' na bijvoorbeeld een productieproces. In de omgeving van Wildbaan/Dennenburg zijn echter geen grote processen die restwarmte zouden kunnen leveren.	Door de afwezigheid van potentiële restwarmtebronnen is het gebruik van restwarmte niet kansrijk.
Biomassa	Bij biomassa wordt warmte opgewekt uit organische materialen die in de natuur voorkomen. Uit (de verbranding van) snoeiafval kan warmte opgewekt worden.	Het stoken van biomassa wordt niet langer als duurzaam gezien. Het gebruik ervan wordt daarom niet als kansrijk gezien.
Groengas	Biogas is het gas dat vrijkomt bij de vergisting van natte biomassa, zoals mest en GFT-afval, dat kan worden omgezet naar groengas dat aardgas één op één kan vervangen.	Op dit moment is er in de omgeving van Driebergen geen producent van groengas. Groengas wordt daarom niet als kansrijk beschouwd.
Waterstof	De (grootschalige) toepassing van waterstof op de gebouwde omgeving is voor 2030 niet realistisch. Er moet veel elektriciteit worden opgewekt voor het maken van groene waterstof. Momenteel is er nog geen overschot aan elektriciteit. Voor 2030 gaan we nog niet uit van de toepassing van waterstof bij het verwarmen van woningen.	Waterstof is op dit moment nog niet marktrijp en wordt daarom niet als kansrijk beschouwd. Het is ook de verwachting dat waterstof na 2030 een te duur concept is voor woningen. Beschikbare waterstof gaat eerder naar industrie en mobiliteit.

De kansrijke alternatieven

Deze tabel geeft de duurzame alternatieven in beeld die kansrijk zijn voor de wijk. De meedenkgroep heeft uit deze tabel de vijf energieconcepten geselecteerd voor verdere verkenning in dit haalbaarheidsonderzoek. De volgorde van de energieconcepten in deze tabel is willekeurig.

Warmtealternatief	Uitleg	Kansrijkheid
TEA (Thermische Energie uit Afvalwater)	Bij thermische energie uit afvalwater (TEA) wordt warmte onttrokken aan afvalwater. Er is een potentiële warmtebron; de RWZI Driebergen. De RWZI heeft niet enorm veel warmte beschikbaar (theoretisch voldoende voor zo'n 500 woningen). Het voordeel is dat de RWZI vrij dicht bij de bebouwing ligt. Deze warmtebron is kansrijk voor het benutten van warmte.	Aquathermie lijkt kansrijk.
Bodemlus	Een 'bodemlus' is een systeem om warmte te winnen uit de ondiepe bodem 50-150 meter diep, rondom de woning of het gebouw. Er wordt warmte uit de bodem gehaald en deze wordt met een bodemwarmtepomp opgewaardeerd (verhoogd) naar een temperatuur waarmee de woning verwarmd kan worden. Het is daarmee een all-electric oplossing. De bodem in Nederland is zeer geschikt voor het winnen van warmte. De technische potentie voor warmte uit de bodem door middel van bodemlussen is dan ook groter dan de warmtevraag van Driebergen.	Een bodemlus lijkt kansrijk.
Warmte-koudeopslag (wko)	Bij het gebruik van een wko wordt warmte uit de bodem benut, net als een bodemlus. De toepassing is echter anders. Het technisch potentieel van deze techniek is zeer groot, maar ook hier gelden een aantal voorwaarden en belemmeringen. Wko kan toegepast worden als warmtebuffer, in combinatie met bijvoorbeeld TEA.	Een wko lijkt kansrijk.
Luchtwarmtepomp	Een individuele lucht-waterwarmtepomp haalt via een buitenunit warmte uit de buitenlucht. Deze verwarmt water op naar een temperatuur tussen de 35 en 55 graden. Het warme water stroomt door de vloerverwarming, convectoren of door radiatoren en verwarmt zo het huis. Tapwater wordt verwarmd met een boiler. De woning moet goed geïsoleerd zijn om te zorgen dat de warmte binnen blijft.	Een individuele luchtwarmtepomp lijkt kansrijk.
Hybride warmtepomp	Een hybride warmtepomp is een kleine elektrische luchtwarmtepomp gekoppeld aan een (bestaande) cv-ketel. De warmtepomp zorgt op de meeste dagen voor duurzame warmte in huis. Bij kouder weer springt de cv-ketel bij. De cv-ketel zorgt daarnaast voor het warme water in de badkamer en keuken. Met een hybride warmtepomp kan je 40 tot 60% op het aardgasverbruik in de woning besparen.	Een hybride warmtepomp is een kansrijke techniek. De woningen zijn hiermee echter niet aardgasvrij. Het kan dus ingezet worden als tussenstap, maar is geen definitieve oplossing om naar aardgasvrij te gaan.
Zonthermie	Met zonnecollectoren of pvt-panelen kan warmte uit de zon gewonnen worden. Pvt-panelen kunnen zowel warmte als elektriciteit maken. De warmte uit de zon wordt met een warmtepomp opgewaardeerd tot bruikbare warmte in de woning. Dit concept is een variatie op de buitenluchtwarmtepomp, met als voordeel dat er geen geluid buiten de woning te horen is.	Warmte uit de zon halen is op woningniveau een kansrijke techniek.
Collectieve luchtwarmtepomp	Een collectieve luchtwaterwarmtepomp produceert in één grote opwekinstallatie warmte voor meerdere woningen. Met een warmtenet wordt de warmte naar de woningen worden gebracht.	Een collectieve luchtwarmtepomp is niet kansrijk. Het is relatief duur om een warmtepomp en opslag zonder aanvullende warmtebron te realiseren. Dit gebeurt eigenlijk alleen wanneer er geen ruimte is voor een individuele warmtepomp en de kosten voor isolatie te hoog liggen. Een aantal woningen is al goed geïsoleerd waardoor andere alternatieven goedkoper en minder ingrijpend zijn. Deze optie is <u>niet betaalbaar</u> .

Energieconcepten die verder doorgerekend zijn

Op basis van het gesprek samen met de meedenkgroep zijn vijf energieconcepten geselecteerd die interessant zijn voor de wijk. Deze vijf energieconcepten worden verder verkend in de volgende hoofdstukken. De eerste drie energieconcepten zijn kansrijk als oplossing voor de gehele wijk. In de bijlage staat een uitgebreide beschrijving van deze vijf energieconcepten.

Concept 1: Warmtenet met warmte uit RWZI op 70°C (met wko)

Benutting van de warmte uit de rioolwaterzuivering is interessant, omdat dit de enige duurzame externe warmtebron in de buurt is. Zeker in combinatie met een wko kan warmte uit een RWZI gebruikt worden voor verwarming van woningen. Een warmtenet is nodig om de warmte uit de RWZI naar de woningen te brengen. Een warmtenet kan water op verschillende temperaturen transporteren. In dit concept gaan we rekenen met een warmtenet op 70°C, waarbij er op een centrale plek een grote industriële warmtepomp, samen met de warmte uit de RWZI de warmte levert voor de woningen.

Concept 2: Bronnet met warmte uit RWZI op 15°C met warmtepomp per woning (met wko)

Dit concept is ook een warmtenet gevoed met warmte uit de RWZI met een warmte-koude opslag. De temperatuur in de leidingen van dit warmtenet is veel lager: 15°C. Daarom noemen we dit een bronnet. Bij een bronnet is het nodig dat een warmtepomp in de woning de warmte verder opwaardeert naar hogere temperaturen voor gebruik in de woning.

Concept 3: Individuele luchtwaterwarmtepompen

Als tegenhanger van de collectieve systemen kijken we ook naar individuele systemen, zoals de lucht-waterwarmtepomp. De lucht-water warmtepomp heeft een buitenunit die daarmee warmte uit de buitenlucht haalt.

Deze drie bovenstaande concepten zijn kansrijk voor het leveren van warmte voor de gehele wijk. Deze concepten worden daarom ook uitgebreid doorgerekend. De volgende twee concepten zijn veel ingewikkelder om voor de gehele wijk uit te rollen. Daarom verkennen we deze concepten meer op hoofdlijnen, ook om te zien of ze op een manier een aanvullingen kunnen zijn voor de bovenstaande concepten.

Concept a: Pvt-panelen

Een variatie op de luchtwarmtepomp is een warmtepomp gevoed met warmte uit pvt-panelen. Indicatief omschrijven we de verschillen tussen een buitenluchtwarmtepomp en een warmtepomp met pvt-panelen. Ook bekijken we de mogelijke inzet van pvt-panelen bij de warmtenetten.

Concept b: Klein cluster (5-10 woningen) met collectieve bodemlussen en individuele water-waterwarmtepompen

Een concept dat tussen een individueel systeem en een collectief systeem zit, is het klein-collectief. Hier wordt een systeem met bodemlussen gedeeld tussen vijf tot tien woningen. Dit concept maakt gebruik van warmtepompen per woning, maar ook een warmtenetje tussen de woningen. Indicatief omschrijven we de verschillen tussen het klein-collectiefconcept en de warmtenetconcepten.

5. Bevinding doorrekening energieconcepten

Dit hoofdstuk gaat in op de technische haalbaarheid van de kansrijke alternatieven uit het vorige hoofdstuk. We kijken daarbij niet alleen naar de maatschappelijke kosten, dus de totale kosten per concept. We kijken ook naar de bewonerslasten, dus de kosten die niet voor de maatschappij zijn, maar die direct bij de bewoner liggen.

- Impact in de woning. Hoe ver moet je huis aangepast worden? (12)
- Minste geluid. Risico op geluidshinder in de wijk. (12)
- Betaalbaarheid. Jaarlijkse energiekosten. (12)
- Betaalbaarheid. Investeringskosten. (11)
- CO₂-uitstoot. (8)

In bijlage 3 staat een overzicht van alle aandachtspunten voor het afwegen van energieconcepten.

In dit hoofdstuk geven we in onderstaande tabel weer hoe de concepten scoren op de aandachtspunten. Hoe meer +, hoe positiever de beoordeling van het concept op dat punt. Hoe meer –, hoe negatiever de beoordeling.

Impact in de woning

In de onderstaande tabel leggen we uit wat per energieconcept de impact is op uw woning.

1. Warmtenet RWZI – MT (70°C - centrale warmtepomp in de wijk)	2. Warmtenet RWZI – ZLT-bronnet (15°C - warmtepomp per woning)	3. Luchtwater-warmtepomp	a. Pvt-panelen	b. Kleine clusters met per woning een bodem-warmtepomp en gezamenlijk gedeelde bodemlus
--	--	--------------------------	----------------	---

Aanpassingen aan/in de woning

Bouwkundig	++ Geen aanpassingen nodig in de woning.	- Extra isolatiemaatregelen/ betere beglazing/ kozijnen.	- Extra isolatie-maatregelen/ betere beglazing/ kozijnen.	- Extra isolatie-maatregelen/ betere beglazing/ kozijnen.	- Extra isolatie-maatregelen/ betere beglazing/ kozijnen.
Installatie-technisch	- Verwijderen ketel. Plaatsen afleverset en aanpassen cv-aansluiting ruimteverwarming en aansluiting warm water van cv-ketel op afleverset. Aanleg warmtenet.	-- Plaatsen afleverset in de woning. Plaatsen individuele combiwarmtepomp en aanpassen distributiesysteem en afgiftesysteem ruimteverwarming. Plaatsen boiler vat voor warm tapwater. Aanleg bronnet.	-- Plaatsen individuele combi-warmtepomp en aanpassen distributiesysteem en afgiftesysteem ruimteverwarming. Plaatsen boiler vat voor warm tapwater en buitenunit voor warmteonttrekking uit buitenlucht.	-- Plaatsen individuele combi-warmtepomp, buffervat en aanpassen distributiesysteem en afgiftesysteem ruimteverwarming. Plaatsen boiler vat voor warm tapwater en pvt-panelen voor warmteonttrekking uit buitenlucht.	-- Plaatsen warmtewisselaar in woning. Plaatsen individuele combiwarmtepomp en afgiftesysteem ruimteverwarming. Plaatsen boiler vat voor warm tapwater. Mogelijk ook gedeelde leidingen door kruipruimte om bodemlus te delen.

Koeling in de woning?	- Nee	+ Ja. Passief koelen is mogelijk.	+ Ja	+/- Niet in de individuele variant, wel mogelijk wanneer gecombineerd met warmtenet en wko.	+ Ja, zelfs wenselijk. Passief koelen is mogelijk.
Extra in woning	++ Afleverset, circa 0,5 m² en 0,8 m hoog.	-- Warmtewisselaar, individuele combiwarmtepomp + boiler: circa 1 m² en 2 m hoog, exclusief ruimte voor service.	- Individuele combi-warmtepomp + boiler: circa 1 m² en 2 m hoog, exclusief ruimte voor service.	- Individuele combi-warmtepomp + boiler: circa 1 m² en 2 m hoog, exclusief ruimte voor service.	-- Warmtewisselaar, individuele combiwarmtepomp + boiler: circa 1 m² en 2 m hoog, exclusief ruimte voor service.

Isolatie

De concepten die verwarmen met een warmtepomp per woning (dus concepten 2 tot en met 5), hebben een goed geïsoleerde woning nodig. Dit betekent het glas vervangen voor HR⁺⁺-glas of tripleglas. Ook de vloer en idealiter het dak zijn geïsoleerd. Eventueel worden ook de gevels geïsoleerd, al moet dit wel met extra aandacht en zorgvuldigheid gedaan worden, omdat dit ook steeds vaker niet goed wordt uitgevoerd. Het is belangrijk altijd te vragen naar om een dampwerende laag.

In de doorrekening van de kosten voor bewoners is een post voor woningisolatie opgenomen. Hierin is uitgegaan van een volledig ongeïsoleerde woning om zo het slechtste scenario in beeld te brengen. Zijn bijvoorbeeld de gevels en het glas al wel geïsoleerd, dan zal de investering om de woning aardgasvrij te maken lager zijn.

Ook het afgiftesysteem in de woning moet geschikt zijn om te verwarmen met laagtemperatuurwarmte. Dit kan met vloerverwarming, maar ook met laagtemperatuurradiatoren of -convectoren. Het voordeel van deze radiatoren of convectoren is dat niet de volledige vloer opengemaakt hoeft te worden. Wel is het zo dat in de basis vloerverwarming als comfortabel wordt gezien.

Minste geluid

In deze tabel zetten we per concept op een rij wat de te verwachten geluidsproductie is.

1. Warmtenet RWZI – MT (70°C - centrale warmtepomp in de wijk)	2. Warmtenet RWZI – ZLT bronnet (15°C - warmtepomp per woning)	3. Lucht-waterwarmtepomp	a. Pvt-panelen	b. Kleine clusters met per woning een bodemwarmtepomp en gezamenlijk gedeelde bodemlus
- De collectieve warmtepompunit zal geluid produceren. Verkend kan worden of de warmtepompunit bij de RWZI past.	+ De warmtepompen hebben geen buitenunit en zijn dus stil.	-- De warmtepompen hebben een buitenunit die geluid produceert.	- Voor het individuele concept hebben de warmtepompen een buitenunit die geluid produceert.	+ De warmtepompen hebben geen buitenunit en zijn dus stil.

Betaalbaarheid – bewonerslasten: Jaarlijkse energiekosten en investering

Er zit een verschil tussen de kosten die door de maatschappij betaald moeten worden voor een warmtenet (alle kosten voor alle partijen) en de kosten die direct bij de bewoner zelf komen te liggen. Vandaar dat we dit in twee paragrafen uitleggen. In deze paragraaf richten we ons op de kosten voor de bewoners, in de volgende op de totale maatschappelijke kosten. Dit is een verkennend onderzoek en dat houdt in dat alle bedragen indicatief zijn.⁵

In bijlage 2 hebben we de uitgangspunten voor de doorrekening opgenomen, met een laag scenario en een hoog scenario voor de tarieven voor elektra, gas en warmte. Voor het berekenen van de bewonerslasten gaan we uit van het lage scenario. In paragraaf 5.6 geven we een gevoeligheidsanalyse voor de hoge scenario's.

Voor het individuele concept 3 met luchtwaterwarmtepomp geldt dat de maatschappelijke kosten gelijk zijn aan de bewonerslasten. De bewoner betaalt namelijk alle kosten die nodig zijn om het concept te realiseren.

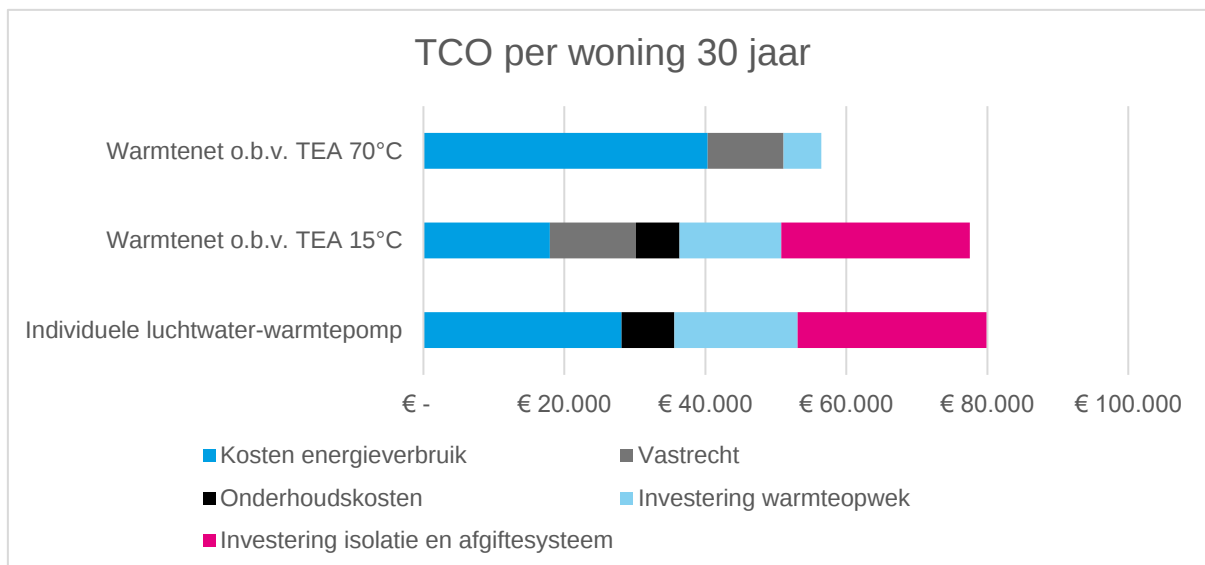
Voor de gemiddelde warmtevraag van de hele wijk per woning, laag scenario

	Warmtenet op basis van TEA 70°C	Warmtenet op basis van TEA 15°C	Individuele luchtwater- warmtepomp
Energiekosten warmte* (per jaar)	€ 1.340,-	€ 600,-	€ 940,-
Vastrecht (per jaar)	€ 360,-	€ 410,-	-
Onderhoudskosten (per jaar)	-	€ 210,-	€ 250,-
Totaal aan jaarlijkse lasten	€ 1.700,-	€ 1.220,-	€ 1.190,-
Investering warmteopwekker (eenmalig)	€ 6.000 - € 12.000,- afhankelijk van business case	€ 8.240,-	€ 10.000,-
Investering isolatie en afgiftesysteem	-	€ 26.770,-	€ 26.770,-
Totaal aan investering per woning	€ 6.000 - € 12.000,-	€ 35.010,-	€ 36.770,-
Herinvestering na vijftien jaar	-	€ 6.200,-	€ 7.500,-

* Aanvullende kosten voor koeling zijn niet meegenomen in deze berekening van de energiekosten.

⁵ De kosten zijn bepaald op basis van het prijspeil 2023. Het is goed mogelijk dat prijzen, voor bijvoorbeeld materialen, installaties en energie, in de toekomst veranderen.

De onderstaande grafiek geeft de Total Cost of Ownership (TCO) en laat zien wat de totale bewonerslasten over een periode van dertig jaar zijn. We rekenen hier met het lage scenario van de tarieven. Het warmtenet op 70°C heeft de laagste totale bewonerslasten voor dertig jaar, vooral omdat er geen investeringen in isolatie nodig zijn. De totale kosten zijn het hoogst voor concept 3 luchtwaterwarmtepomp.



In de energiekosten is geen rekening gehouden met een verlaging van de energielasten door eigen opwek van duurzame energie. Is de woning voorzien van zonnepanelen, dan kan de energierekening, die uitsluitend bestaat uit elektriciteit significant lager worden. Ook is in de investeringen (voor isolatie en/of warmtepomp) geen rekening gehouden met subsidie.

Warmtenet op 70°C

Het warmtenet met een aanvoertemperatuur van 70°C komt op dit moment voor bewoners als goedkoopste uit de bus. Voor dit concept is het niet noodzakelijk om de woning te isoleren, hoewel we dit wel adviseren. Hoe minder energie er gebruikt wordt, hoe minder er hoeft te worden opgewekt. Er hoeft alleen een Bijdrage Aansluitkosten (BAK) betaald te worden en wellicht aanvullende werkzaamheden om leidingen van de cv-ketel te verleggen naar de afleverzet. De maximale hoogte van de BAK is bepaald door de ACM en vastgelegd op eenmalige kosten van € 5.340,- inclusief btw. In de praktijk zien we dat er aanvullend projectkosten worden gerekend aan bewoners. Deze projectkosten zijn nodig om de businesscase van een warmtenet positief te krijgen. De hoogte van de aanvullende projectkosten ligt doorgaans tussen de € 2.000,- en € 7.000,- en komen bovenop de BAK.

Warmtenet op 15°C (bronnet)

Het concept met het bronnet heeft forse isolatiekosten. Naast de aanleg van een collectieve infrastructuur moet er ook geïnvesteerd worden in een warmtepomp per woning. Dit verhoogt de investeringen voor de warmte-opwek. Ook hier geldt: is de woning al geïsoleerd, dan vervallen deze kosten en ziet de conceptenvergelijking er anders uit. Wel zijn de jaarlijkse energiekosten lager, met name door de goede isolatie.

Ook in dit concept kan de energierekening worden verlaagd door het toepassen van zonnepanelen. De energierekening zal niet zoveel dalen als voor concept 3 luchtwaterwarmtepomp, omdat er naast elektragebruik ook een vastrecht op het warmtenet is opgenomen in de energierekening. Deze daalt niet door duurzame energieopwekking. In de investering is uitgegaan van het kopen van de warmtepomp door de bewoner. Overigens leert de ervaring dat de exploitant voorstelt om de warmtepomp te huren van de exploitant, zodat deze ook kan garanderen dat de gekozen warmtepomp ook geschikt is voor aansluiting op het warmtenet. De investering daalt dan en de jaarlijkse kosten worden hoger, omdat de huur van de warmtepomp dan opgenomen wordt in het vastrecht.

Lucht-waterwarmtepomp per woning

Zoals aangegeven, is het concept met individuele warmtepompen per woning het concept met de hoogste bewonerslasten. Een aantal factoren kunnen dit concept echter interessanter maken. Een groot deel van de kosten voor dit concept zitten in de woningisolatie. Is de woning al goed (na)geïsoleerd en voorzien van een laagtemperatuurafgiftesysteem, dan vervallen de kosten voor woningisolatie en het afgiftesysteem.

Onderstaande tabel geeft een samenvattend overzicht van de belangrijkste punten op de kosten.

	1. Warmtenet RWZI – MT (70°C - centrale warmtepomp in de wijk)	2. Warmtenet RWZI – ZLT bronnet (15°C - warmtepomp per woning)	3. Luchtwater- warmtepomp	a. Pvt-panelen	b. Kleine clusters met per woning een bodem- warmtepomp en gezamenlijk gedeelde bodemplus
Maandelijke energiekosten warmte/koude bewoners (indicatie)	Afhankelijk van tariefstelling door de exploitant voor ruimte- verwarming en warm water.	Vrij om energie- leverancier te kiezen. Wel vastrechtkosten warmteaansluiting, mogelijk huur van warmtepomp. Door isolatie minder warmtevraag, dus minder energiekosten.	Vrij om energie- leverancier te kiezen. Door isolatie minder warmtevraag, dus minder energiekosten.	Vrij om energie- leverancier te kiezen. Deel van de benodigde stroom wordt opgewekt door de pvt-panelen. Door isolatie minder warmtevraag, dus minder energiekosten.	Vrij om energie- leverancier te kiezen. Vastrechtkosten voor warmte. Laagste maandelijke energiekosten door hoog rendement.
Waarvan (extra) elektriciteits- kosten bewoner	Geen. Bewoner rekent warmte af per GJ.	Voor individuele combi- warmtepomp en boilervat.	Voor individuele combi- warmtepomp en boilervat.	Voor individuele combi- warmtepomp en boilervat.	Voor individuele combiwarmtepomp en boilervat.
Eenmalige investering/ Aansluitkosten warmtenet (indicatie)	Alleen aansluitbijdrage, mogelijk wel extra projectkosten.	Aansluitbijdrage + extra investering isolatie en afgiftesysteem.	Extra investering isolatie en afgiftesysteem.	Extra investering isolatie en afgiftesysteem, naast investering warmtepomp ook investering in pvt- panelen	Aanleg bodemplus + extra investering isolatie en afgiftesysteem.

Woningen van het EPA-advies

Wanneer we kijken naar de woningen van het EPA-advies zien we dat er al het een en ander gedaan om is energie te besparen. In woningen zijn de vloeren, het glas en het dak al geïsoleerd. Gevelisolatie is een uitdaging, omdat een deel van de woningen geglazuurde stenen op de gevel heeft. Deze stenen zijn dampdicht, waardoor in de winter vorstschade kan ontstaan. Er zijn isolatiebedrijven die de spouw isoleren wanneer de gevel voorzien is van geglazuurde stenen, maar er zijn er ook een aantal die dit niet doen door de risico's.

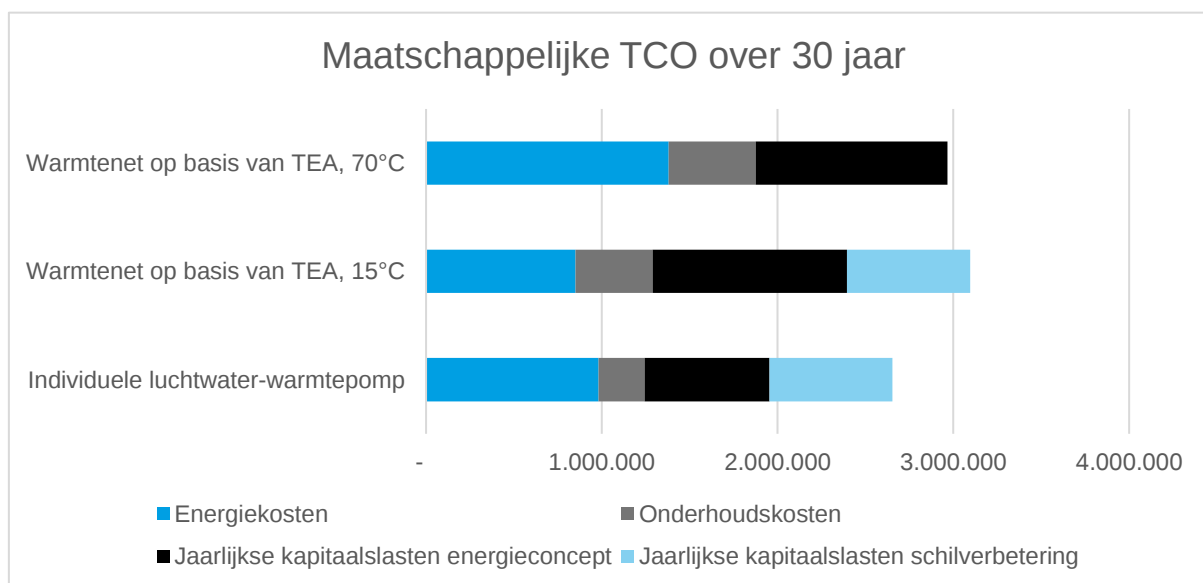
In alle woningen is voldoende ruimte om de benodigde techniek te plaatsen. Een aandachtspunt is de hoogte van de warmtepompcombinatie. Een all-in-one binnenunit met warmtepomp en boiler past waarschijnlijk niet. Al zijn er ook modellen waar de binnenunit los wordt gemonteerd van het boilervat. Voor een aansluiting op het warmtenet moeten leidingen in de woning verlegd worden.

Omdat alle EPA-woningen al aardig verduurzaamd zijn, zijn de kosten voor aanvullende woningisolatie om het warmteconcept haalbaar te maken, beperkt.

Betaalbaarheid - Maatschappelijke kosten

Vergelijken we de maatschappelijke kosten (dus alle totale kosten voor iedereen bij elkaar opgeteld, behalve die voor de verzwaring van het elektriciteitsnet) met elkaar, dan zien we dat het concept met de luchtwaterwarmtepomp het goedkoopst is over een looptijd van dertig jaar. Dit komt voornamelijk doordat hier geen collectieve voorzieningen hoeven te worden aangelegd, naast de individuele woningaanpassingen en installaties in de woning. Dit is een verkennend onderzoek en dat houdt in dat alle bedragen indicatief zijn.⁶

	Warmtenet op basis van TEA 70°C	Warmtenet op basis van TEA 15°C	Individuele luchtwater-warmtepomp
Energiekosten	€ 1.381.000,-	€ 851.000,-	€ 982.000,-
Onderhoudskosten	€ 495.000,-	€ 439.000,-	€ 262.000,-
Investeringskosten	€ 1.091.000,-	€ 1.104.000,-	€ 709.000,-
Investering isolatie en afgiftesysteem	-	€ 701.000,-	€ 701.000,-
Totaal	€ 2.967.000,-	€ 3.095.000,-	€ 2.654.000,-



Het concept met collectieve warmtepomp in de wijk en warmtenet met aanvoertemperatuur van 15°C heeft de hoogste maatschappelijke kosten. Dit komt onder andere door de hoge investeringskosten in de collectieve techniek, het warmtenet en de investeringen in de woning. In deze berekening is geen rekening gehouden met opbrengsten van het warmtenet. Het is dus geen businesscase, maar een overzicht van de totale kosten over een

⁶ De kosten zijn bepaald op basis van het prijspeil 2023. Het is goed mogelijk dat prijzen, voor bijvoorbeeld materialen, installaties en energie, in de toekomst veranderen.

periode van dertig jaar in het concept. De energiekosten, zijn de kosten die betaald worden door een exploitant waar de collectieve warmtepomp op draait en de energie die de distributiepompen nodig hebben om de warmte uit het warmtenet te verdelen naar de woningen.

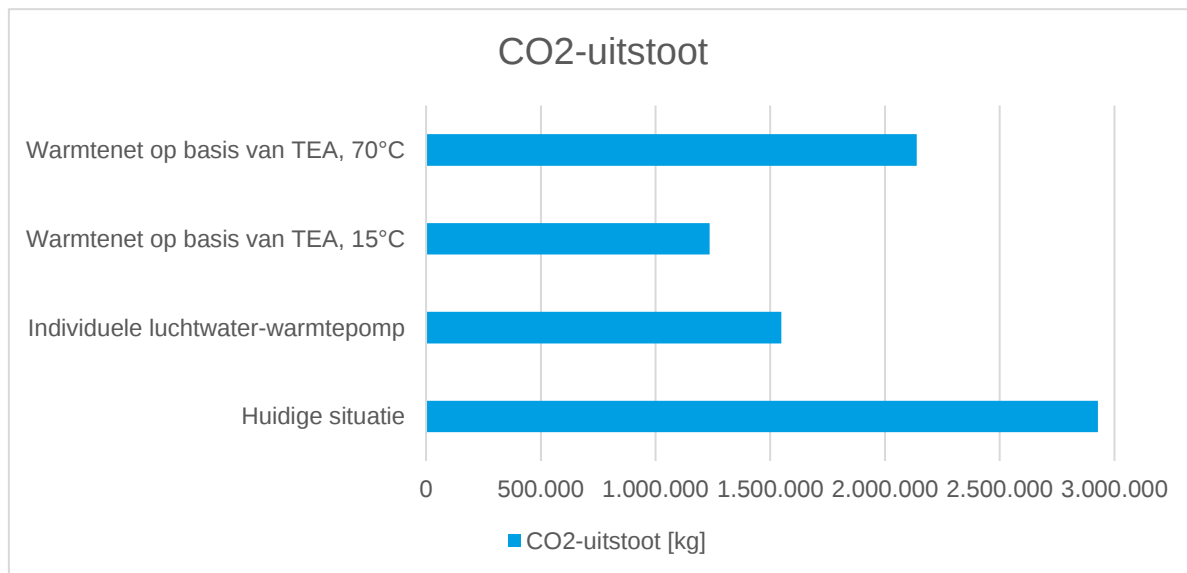
Het warmtenet op 70°C is iets goedkoper dan het warmtenet op 15°C qua kosten. De energiekosten die hier zijn weergegeven, zijn de elektrakosten van de collectieve installatie die een exploitant betaalt om de wko- en het distributiesysteem te laten werken.

De individuele luchtwaterwarmtepomp heeft de laagste maatschappelijke kosten, omdat er geen leiding net aangelegd hoeft te worden. Wel moet het elektriciteitsnet worden verzwakt, deze kosten voor netverzwaring zijn niet meegenomen in alle concepten, omdat deze kosten nauwelijks terug te rekenen zijn naar een specifieke wijk.

Een warmtepomp heeft ongeveer een levensduur van 15 jaar en vaak ook langer. In de berekening voor de TCO is daarom ook een herinvestering opgenomen voor een warmtepomp, zowel bij de individuele als bij de collectieve energieconcepten.

CO₂-uitstoot

De CO₂-uitstoot is op het eerste oog een wat rare vergelijking, omdat we zoeken naar oplossingen die aardgasvrij zijn en dan is de verwachting dat alle duurzame energieconcepten geen CO₂ meer uitstoten. Dit klopt voor de lange termijn. Alle concepten gebruiken echter ook elektriciteit en zolang de opwekking van elektriciteit niet zonder CO₂-uitstoot gaat, zijn de concepten ook niet zonder uitstoot. Het is het doel om in 2035 de volledige opwekking van elektriciteit duurzaam te hebben. Eigen zonnepanelen en het invoeden van deze elektriciteit helpt ook om de CO₂-uitstoot van de concepten te verlagen. In deze vergelijking is de mate van CO₂-uitstoot ook een indicatie van de energiezuinigheid van het systeem.



Kijken we naar de CO₂-besparing, dan zien we dat het concept met het warmtenet op 70°C de hoogste CO₂-uitstoot heeft. Dit komt door het lagere rendement van de warmtepomp, die een hogere temperatuur warmte moet maken. Door het lagere rendement is het energiegebruik van de warmtepomp hoger en dus ook de CO₂-uitstoot. Daarnaast is er stroom nodig om de warmte te verdelen naar de woning, ook dit geeft CO₂-uitstoot.

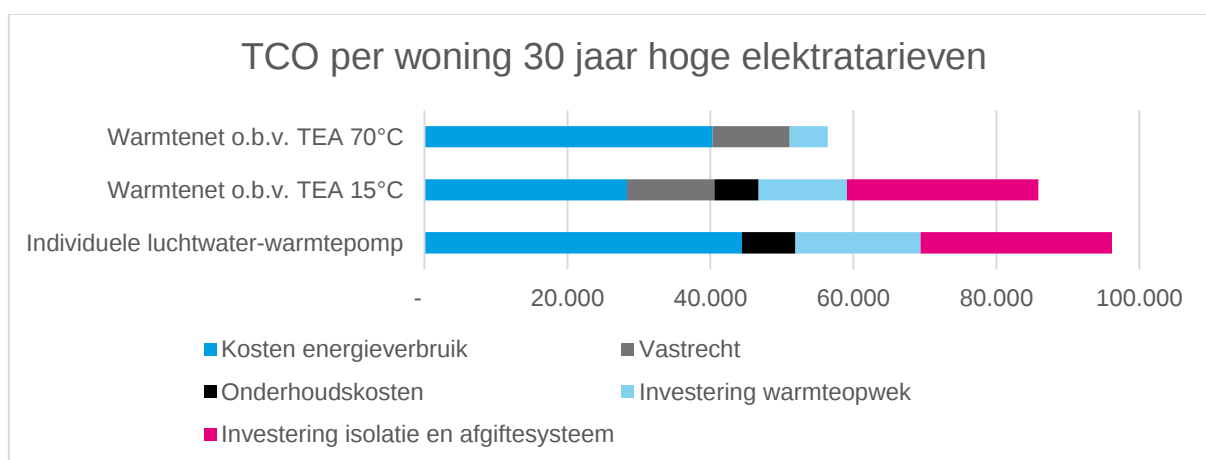
Het concept met een warmtenet op 15°C heeft de laagste CO₂-uitstoot en de hoogste CO₂-besparing. Dit komt door het hoge rendement van de warmtepomp. Hierdoor is het energiegebruik van de warmtepomp laag en dus ook de CO₂-uitstoot. Het hoge rendement compenseert ook het stroomgebruik van de pompen die de warmte verdelen naar de woningen.

Het concept met de luchtwaterwarmtepomp heeft een gemiddelde CO₂-uitstoot. De luchtwaterwarmtepomp heeft een lager rendement dan de warmtepomp die aangesloten is op het warmtenet van 15°C, maar een hoger rendement dan de collectieve warmtepomp die 70°C moet maken. Doordat er geen sprake is van een warmtenet, gaat er ook geen energie naar de distributie van warmte.

Gevoeligheidsanalyse - Veranderende energietarieven

In de huidige tijd veranderen de energietarieven hard. Hierdoor is het lastig om concepten te vergelijken. Om toch inzicht te geven in wat er in de toekomst gebeurt als de tarieven veranderen, laten we in deze paragraaf zien wat het effect is als de elektriciteitstarieven stijgen. Dit is een verkennend onderzoek en dat houdt in dat alle bedragen indicatief zijn.

Wanneer de elektrakosten stijgen, dan wordt het warmtenet op 70°C juist het goedkoopste.



Overige aandachtspunten

Overige aandachtspunten multicriteria-analyse

Multi-criteria-analyse	1. Warmtenet RWZI – MT (70°C - centrale warmtepomp in de wijk)	2. Warmtenet RWZI – ZLT bronnet (15°C - warmtepomp per woning)	3. Luchtwater- warmtepomp	a. Pvt-panelen	b. Kleine clusters met per woning een bodemwarmtepomp en gezamenlijk gedeelde bodemplus
------------------------	--	---	------------------------------	----------------	---

Ruimtebeslag warmte/koude

Ruimte rond woning	Warmteleidingen moeten in de straat worden aangelegd.	Warmteleidingen moeten in de straat worden aangelegd.	Buitenunits individuele warmtepompen.	Ruimte voor de pvt-panelen, bij voorkeur op daken. Bij collectief ook aanvullende retour warmteleidingen van de woning naar het warmtenet.	Warmteleidingen moeten in de straat worden aangelegd.
Extra in terrein	Collectieve warmtepomp-ruimte in de wijk:	Warmteleidingen in de grond. Warmtewisselaar bij	Aanpassing elektriciteits-netwerk.	Aanpassing elektriciteitsnetwerk.	Gesloten bodemcollectoren per cluster woningen.

Multi-criteria-analyse	1. Warmtenet RWZI – MT (70°C - centrale warmtepomp in de wijk)	2. Warmtenet RWZI – ZLT bronnet (15°C - warmtepomp per woning)	3. Luchtwater- warmtepomp	a. Pvt-panelen	b. Kleine clusters met per woning een bodemwarmtepomp en gezamenlijk gedeelde bodemplus
	circa 90-140m ² . Warmteleidingen in de grond. Warmtewisselaar bij RWZI en wko.	RWZI en wko in de bodem. Aanpassing elektriciteitsnetwerk.			Warmteleidingen van bron naar woningen. Aanpassing elektriciteitsnetwerk.

Organisatorische aspecten

Afhankelijkheid derden	Warmtelevering voor ruimte- verwarming en tapwater door warmtebedrijf, tenzij bewoners dit zelf organiseren via een energie- coöperatie. Geen mogelijkheid om energie- leverancier voor ruimte- verwarming en tapwater te kiezen op individueel niveau.	Warmtelevering voor voeding individuele combiwarmtepomp door warmtebedrijf, tenzij bewoners dit zelf organiseren via een energiecoöperatie. Geen mogelijkheid om individueel andere warmteleverancier te kiezen. Individueel vrije keus voor andere elektriciteits- leverancier.	Geen collectieve voorzieningen. Individueel maximale vrijheid voor eigen keuze.	Geen collectieve voorziening. Vrije keus in elektriciteits- leverancier. De warmte uit de panelen wordt ingevoerd in de warmtepomp. *zie ook de beschrijving verderop in dit document. Het is zeer bewerkelijk om voor dit concept naar een collectieve opslag te gaan. Het ligt daarmee niet voor de hand om voor dit concept te kiezen voor een collectief net met opslag.	Geen of beperkte collectieve voorziening. Alleen bij een collectief collectorveld. Bij collectief collectorveld dit opnemen in VvE.
-----------------------------------	---	---	---	---	--

Specifieke aandachtspunten

Warmteleidingen in de wijk noodzakelijk. Daarnaast moeten de aansluitingen in de woning verlegd worden, omdat de cv-ketel op zolder staat. Individuele afrekening voor ruimteverwarming en tapwater.	Opstelplaats vinden voor individuele combiwarmtepomp in de woning, warmteleidingen in de wijk: bij koeling zelfs een 4-pijpsysteem. Daarnaast moeten de aansluitingen in de woning verlegd worden, omdat de cv-ketel op zolder staat. Aanpassen afgiftesysteem in de woning.	Plaats van de buitenunits is aandachtspunt en het geluid van de buitenunits. Bij voorkeur op het dak, waardoor er mogelijke minder ruimte is voor zonnepanelen.	Plaatsing van pvt-panelen op daken. Idealiter daar waar nog geen pv(t)-panelen liggen. Het is erg bewerkelijk om dit concept collectief te maken. Eventueel kan dit concept gebruikt worden in combinatie met concepten 1+2, zodat er een aanvullende warmtebron is voor de collectieve voorziening, al is dat ook niet zomaar georganiseerd.	Afweging tussen gesloten bodemcollectoren per woning of een collectief collectorveld. Voordeel van collectief: minder collectoren, vaak goedkoper dan gesloten bodemcollectoren per woning en minder ruimte in de bodem nodig. Wel afstemmen hoe financieel/organisatorisch collectief te organiseren. Groot aantal boringen voor de gesloten bodemcollectoren. Impact bij aanleggen in de openbare ruimte rondom de flat. Slechts voor kleine clusters woningen.
---	---	--	--	--

6. Mogelijkheden organisatie, eigendom en governance

Voor een individuele oplossing als een warmtepomp ligt het voor de hand dat een particuliere woningeigenaar zelf eigenaar wordt van de installatie die duurzame warmte en/of koeling opwekt. Voor een collectieve oplossing als een warmtenet ligt dit vaak wat complexer. Er zijn grofweg drie soorten eigenaren voor een warmtenet: de (lokale) overheid, de markt (bedrijven) en de gemeenschap (bijvoorbeeld energiecoöperaties). Zij kunnen ieder alleen, of samen in verschillende onderlinge verhoudingen eigenaar worden van een warmtenet. Dit hoofdstuk 6 gaat in op deze verschillende organisatie- en eigendomsvormen voor warmtenetten. Kortom: met welke implicaties moet rekening gehouden worden bij het realiseren van een warmtenet?

Wet collectieve warmte

Met de Wet collectieve warmte (Wcw) is er nieuwe regelgeving in ontwikkeling die belangrijke spelregels stelt voor het realiseren en exploiteren van een warmtenet. Deze wet zal vergaand van invloed zijn op de manier waarop warmtenetten worden aangelegd. De wet heeft de volgende doelen.

- *Consumenten beter beschermen wanneer ze worden aangesloten op een warmtenet.* Dit gebeurt door het vergroten van publieke sturing op realisatie en exploitatie van warmtenetten en betekent dat de (lokale) overheid vaker eigenaar moet worden van de warmtenetten.
 - De infrastructuur van grote warmtenetten (bij meer dan 1.500 woningen) moeten voor minimaal 51% in publieke handen komen (dus niet de warmtebron). Het eigendom in publieke handen ligt dan bijvoorbeeld bij een gemeente, provincie of energiecoöperatie.
 - Voor warmtenetten met minder dan 1.500 aansluitingen kan de gemeente een ontheffing afgeven. Dan is er niet de 51%-publieke verplichting. Zoals het er nu uit ziet, zal een eventueel warmtenet in Driebergen voorlopig onder de grens van 1500 woningen blijven. Als er eenmaal een warmtenet ligt, ontstaat er mogelijk een kans om dit warmtenet verder uit te breiden als andere warmtebronnen in de omgeving rendabel worden. Dan is het handig als het warmtenet niet van eigenaar hoeft te veranderen. De gemeente heeft nog geen standpunt ingenomen over publiek eigendom van het warmtenet.
- *Stoppen met uitstoten van broeikasgassen in 2050.* Dit gebeurt door het opstellen van prestatienormen voor de maximale uitstoot van warmtenetten. Hiermee worden eisen gesteld aan de duurzaamheid van het warmtenet.
- *Aanscherping van de consumentenbescherming en betere borging leveringszekerheid.* Dit gebeurt doordat consumenten/bewoners eerder in aanmerking komen voor compensatie als er storingen zijn in de levering van warmte.
- *Invoeren van transparante en kostengebaseerde tariefregulering.* Dit gebeurt door het invoeren van regels om transparante prijzen en voorwaarden af te dwingen voor warmtenet. Dit betekent bijvoorbeeld dat de gasprijs wordt losgekoppeld van de warmteprijs. Dit maakt dat bij plotse stijging van de gasprijs de tarieven voor het warmtenet niet plots meestijgen.

Bij het schrijven van dit rapport is de geplande inwerkingtreding van de Wcw: 1 januari 2025. Het is afwachten of de lopende formatie en een nieuw kabinet wijzigingen gaan doorvoeren in deze aankomende wetgeving.

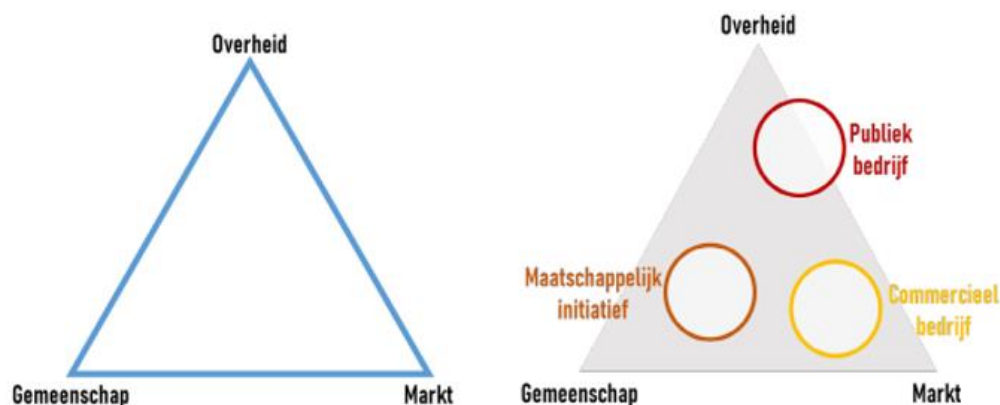
Wie zijn er eigenaar? Driehoek gemeenschap, overheid en markt

De vorige paragraaf beschrijft dat voor grotere warmtenetten de meerderheid van het eigendom in handen moet liggen van een publieke partij. Dit roept de vraag op: welke eigenaren kunnen er zijn voor een warmtenet? Deze

paragraaf zet deze mogelijk eigenaren op een rij. De eigenaren kunnen in drie hoofdcategorieën ingedeeld worden.

- Gemeenschap: hieronder vallen energiecoöperaties, warmteschappen of andere bewonersinitiatieven.
- Overheid/Publiek: dit kan de landelijke overheid, provincie of gemeente zijn, maar ook bijvoorbeeld netbeheerders of bedrijven waarvan de overheid eigenaar is.
- Markt/Privaat: dit zijn commerciële bedrijven als Eneco en Vattenfall.

De onderstaande figuur geeft de verschillende categorieën weer en laat mogelijke vormen van eigendom zien. Naast deze vormen zijn er vele tussenvarianten in verschillende eigendomsverhoudingen. Deze worden verderop in het hoofdstuk toegelicht.



Bron: Stowa – Warmte uit Samenwerking – verkenning naar de governance van aquathermie (2021)

Mogelijke rollen gemeente

Een gemeente als publieke partij kan (mede-)eigenaar zijn van een warmtenet. Wanneer de gemeente geen eigenaar is van een warmtenet (in het geval van een warmtenet met minder dan 1500 woningen), dan kan het andere rollen aannemen om de komst van een warmtenet te bevorderen. Hieronder worden de rollen uiteengezet.

Facilitator | Marktpartijen of inwoners pakken de gewenste ontwikkeling zelf op en er is geen actieve rol van de gemeente nodig. De gemeente biedt daar waar nodig subsidies aan.

Rol gemeente

Faciliterend

Stimulerend | De overheid stimuleert marktpartijen en burgers om zelf actie te ondernemen. Bijvoorbeeld door het verstrekken van subsidies of andere financiële regelingen.

Stimulerend

Regisseur (concessieverlener) | De gemeente verleent een concessie voor de ontwikkeling en exploitatie van de warmtevoorziening in een bepaald gebied voor een bepaalde periode.

Regisserend

Mede-eigenaar

Participant in PPS joint-venture | De gemeente participeert in een entiteit en zoekt partners om de warmtevoorziening te ontwikkelen en te exploiteren.

Participerend

Eigenaar gemeentelijk warmtebedrijf | De gemeente wordt zelf eigenaar en exploitant van de energievoorziening.

Zelf doen

Energiecoöperatie en warmteschappen: de bewoners zijn zelf (deels) eigenaar

In Nederland komt het steeds vaker voor dat bewoners zelf het initiatief nemen om tot een energiecoöperatie te komen. In eerste instantie waren deze energiecoöperaties vooral actief in het isoleren van woningen of in het opwekken van energie uit windmolens of zonnepanelen. Inmiddels komt het ook steeds vaker voor dat energiecoöperaties zich inzetten voor het aanleggen van warmtenetten. Met deze zogenaamde warmteschappen willen bewoners zelf invloed en zekerheid hebben over de lokale productie van de warmte (en eventueel koude) voor hun woningen. Deze invloed kan zich richten op de gestelde tarieven voor het leveren van de warmte, maar ook op andere aspecten. Deze invloed hangt ook af van waar het warmteschap eigenaar van is: van de warmtebron, het warmtenet en of het de levering van warmte aan bewoners verzorgt.

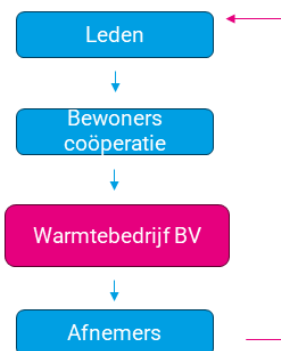


De figuur hiernaast toont vier mogelijke eigendomsvarianten, waarbij bewoners zelf mede-eigenaar zijn van een warmtenet. Deze worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per mogelijke variant wordt aangegeven welke aandachtspunten er zijn op verschillende aspecten

Bron figuur: *Energie samen – Warmteschappen: vier organisatievormen voor lokaal eigendom in de warmtetransitie (2021)*

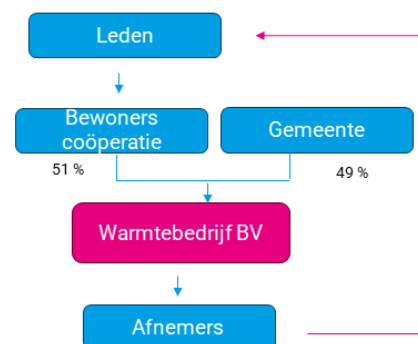
100% eigendom inwoners (energiecoöperatie)

- **Restrictie aantal woningen:** geen, al is deze variant niet aannemelijk voor grote warmtenetten.
- **Eigendom:** volledig eigendom van de bewoners.
- **Zeggenschap:** volledig zeggenschap bewoners in de energiecoöperatie
- **Draagkracht en risico's:** het risico ligt volledig bij de energiecoöperatie. Bewoners moeten zelf de volledige investering dragen of financieren met lening. Energiecoöperaties zijn altijd UA (uitgezonderde Aansprakelijkheid) dus bewoners draaien nooit zelf op voor eventuele verliezen. Financiële buffers zijn nodig en/of extra inleg wordt mogelijk gevraagd bij niet verzekerbare schade.
- **Financiering:**
 - Mogelijk goedkoper als bewoners zelf geld inleggen. Ook omdat bewoners vaak een lagere rendementseis hebben dan commerciële bedrijven. De vraag is wel of bewoners zelf voldoende geld ophalen voor de volledige investering. Hierbij kunnen andere partijen, als Energie Samen, eventueel helpen in het financieren van het warmtenet.
 - Mogelijk duurder wanneer er leningen aangetrokken moeten worden. Welke rente vraagt een geldschieter of bank voor een dergelijk project?
- **Capaciteiten:** bewoners moeten kennis, kunde en tijd hebben om dit van de grond te krijgen, of daarbij door partijen ondersteund worden.



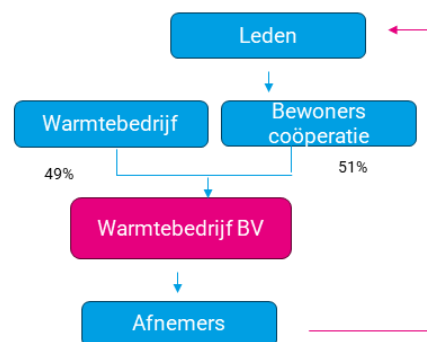
Bewoners en gemeente

- **Restrictie aantal woningen:** geen grens aan de aantallen woningen.
- **Eigendom:** gedeeld tussen bewoners en gemeente. Het percentage is ter voorbeeld, maar de verhouding kan ook anders verdeeld worden, bijvoorbeeld 60% eigendom gemeente.
- **Zeggenschap:** ligt aan de verdeling, in dit geval meerderheid bij bewoners.
- **Draagkracht en risico's:** deze worden kleiner ten opzichte van de eerste variant, omdat het risico gedeeld wordt met een extra eigenaar (de gemeente). Wel vraagt het meer afstemming dan in de eerste variant.
- **Financiering:** de gemeente zal garant moeten staan/financiering inbrengen voor het deel van de investering dat niet door de bewoners opgebracht kan worden. De gemeente kan vaak wel tegen gunstigere voorwaarden financiering organiseren.
- **Capaciteiten:** alle benodigde kennis en capaciteiten voor projectontwikkeling, bedrijfsvoering van de processen en operationele processen moeten bewoners en gemeente zelf regelen.



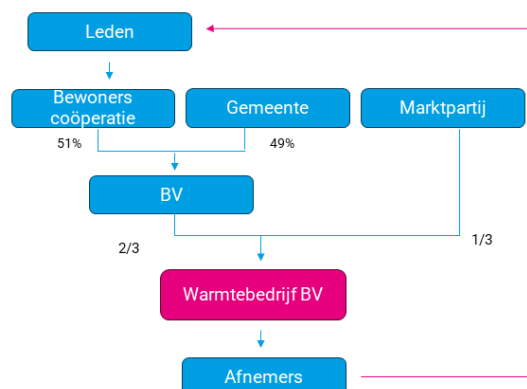
Bewoners en marktpartij

- **Restrictie aantal woningen:** onder de 1.500 woningen geen restricties. Boven de 1.500 woningen, dan moeten bewoners meer dan 51% eigendom hebben.
- **Eigendom:** gedeeld tussen bewoner en marktpartij.
- **Zeggenschap:** hangt van de verdeling af, in dit geval meerderheid bij bewoners, de belangen kunnen elkaar in de weg zitten. Bewoners willen de laagste tarieven en een marktpartij gaat vaak voor winstmaximalisatie (winst versus purpose).
- **Draagkracht en risico's:** de inbreng van kennis en kunde door de marktpartij kan tot efficiëntie, kostenverlaging en adequate verzachting van risico's leiden. Draagvlak ingebracht door energiecoöperatie kan volloopprijsrisico verkleinen en daarmee financiering goedkoper maken.
- **Financiering:** de marktpartij heeft over het algemeen makkelijker toegang tot kapitaal dan de bewonerscoöperatie.
- **Capaciteiten:** marktpartij brengt kennis en kunde in, energiecoöperatie brengt participatief draagvlak.



Bewoners, gemeente en marktpartij

- **Restrictie aantal woningen:** onder de 1.500 woningen geen restricties. Boven de 1.500 woningen, dan moeten bewoners/gemeente samen meer dan 51% eigendom hebben.
- **Eigendom:** gedeeld tussen bewoner, gemeente en marktpartij. Percentages zijn een voorbeeld. Verhoudingen kunnen ook anders gelegd worden.
- **Zeggenschap:** complexer doordat er drie partijen zijn die belangen hebben. Vraagt extra afstemming.
- **Draagkracht en risico's:** deze wordt gedeeld tussen alle partners. In welke mate en verhouding vraagt afstemming.
- **Financiering:** de marktpartij heeft over het algemeen makkelijker toegang tot kapitaal dan de bewonerscoöperatie, de gemeente kan vaak ook goedkoper financieren.



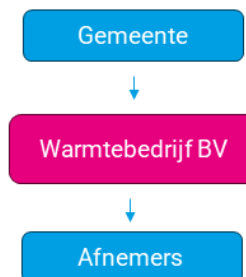
- **Capaciteiten:** marktpartij brengt kennis en kunde in, coöperatie brengt participatief draagvlak in, de gemeente brengt bijvoorbeeld kapitaal en procescapaciteit in.

Overige vormen zonder eigendom van bewoners

Daarnaast zijn er nog twee varianten voor eigendom van warmtenetten, waarbij bewoners geen eigendom hebben. Een derde variant, waarbij de marktpartij volledig eigenaar is van een warmtenet, bestaat momenteel nog wel, maar zal in de toekomst onder de aankomende Wet collectieve warmte verdwijnen. Vandaar dat deze laatste variant niet is meegenomen in deze beschouwing.

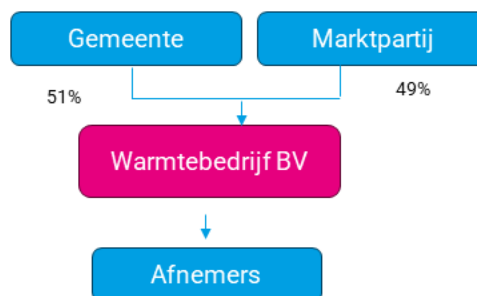
Overheid is 100% eigenaar

- **Restrictie aantal woningen:** geen restricties.
- **Eigendom:** gemeente is volledig eigenaar van het warmtebedrijf.
- **Zeggenschap:** gemeente heeft volledige zeggenschap in het warmtebedrijf.
- **Draagkracht en risico's:** gemeentelijk eigendom kan helpen bij het draagvlak in de wijk; de gemeente heeft wel het volledige volloopriscio en financieringsrisico.
- **Financiering:** gemeente kan goedkoper financieren via BNG en ontwikkelmaatschappijen.
- **Capaciteiten:** gemeente moet kennis en kunde in huis hebben of halen om zelf de realisatie en exploitatie van het warmtenet op zich te nemen of als goede opdrachtgever aan te besteden.



Overheid en marktpartij

- **Restrictie aantal woningen:** onder de 1.500 woningen geen restricties. Boven de 1.500 woningen, dan moet de gemeente meer dan 51% eigendom hebben.
- **Zeggenschap:** gedeeld tussen gemeente en marktpartij. Specifieke verhouding ligt aan de verdeling.
- **Draagkracht en risico's:** de inbreng van kennis en kunde door de marktpartij kan tot efficiëntie, kostenverlaging en adequate verzachting van risico's leiden. Gemeente kan financieel garant staan.
- **Financiering:** de marktpartij financiert marktconform, de gemeente kan goedkoper financieren.
- **Capaciteiten:** marktpartij brengt kennis en kunde in, gemeente organiseert het draagvlak in de wijk(en).

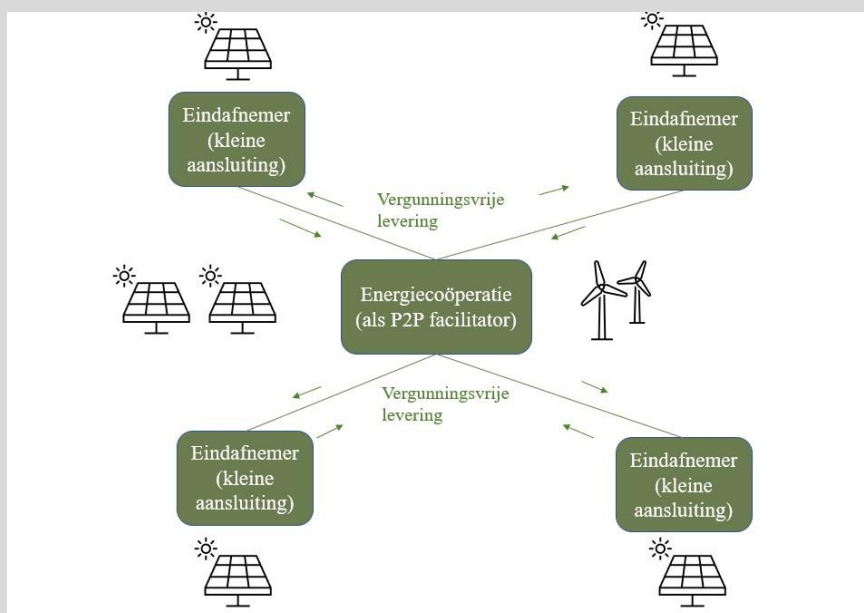


Nieuwe Energiewet – Onderlinge levering van energie

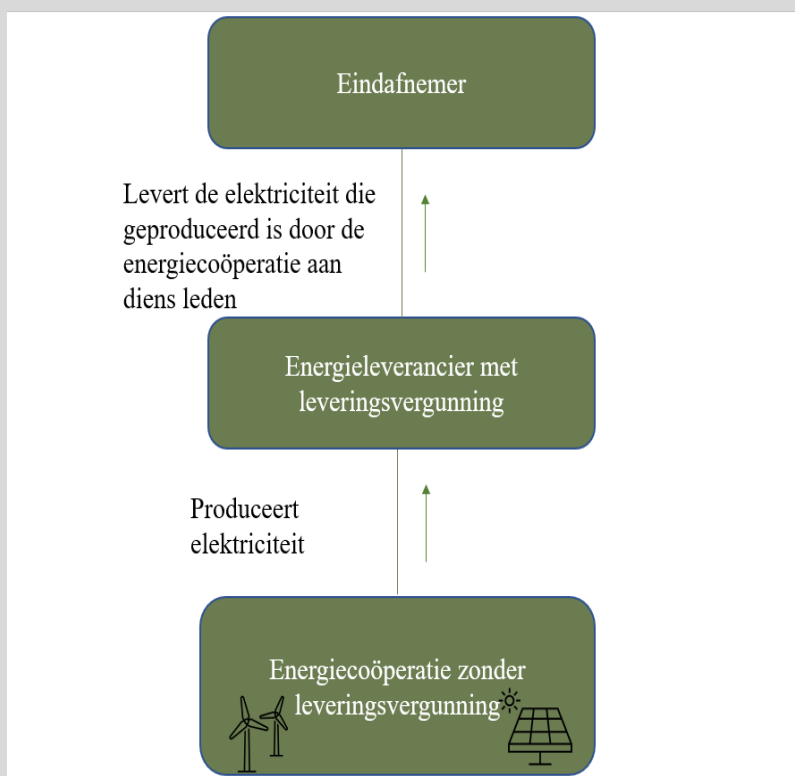
Onlangs is een nieuwe Energiewet naar de Tweede Kamer verzonden. Deze wet moet nog behandeld en aangenomen worden, toch lichten we een aantal punten uit de wet hier uit, omdat deze voor de toekomst interessant zijn. Met name rond het in een eigen collectief leveren van energie, bijvoorbeeld met pvt-panelen. Met pvt-panelen kan warmte uit de zon gewonnen worden. Pvt-panelen kunnen zowel warmte als elektriciteit maken, waardoor mogelijkheden om elektriciteit te delen binnen het eigen collectief interessant zijn om in kaart te brengen. Zeker als wanneer deze PVT-panelen mogelijk als een extra warmtebron kunnen worden voor een warmtenet. Dit is een wat technische paragraaf. Het advies is om in een volgende fase te verkennen wat er mogelijk is aan het gezamenlijk opwekken en delen van elektriciteit in combinatie met de opwek van warmte.

De huidige versie van het wetsvoorstel Energiewet bevat mogelijkheden voor 'actieve afnemers' (eindafnemers van elektriciteit die binnen zijn eigen installatie geproduceerde elektriciteit verbruikt, opslaat of deze verkoopt, of die gebruikmaakt van flexibiliteits- of energie-efficiëntiediensten) om onderling elektriciteit te delen. Door onderling elektriciteit te delen, wordt lokaal opgewekte hernieuwbare elektriciteit in de eigen omgeving verbruikt. Het delen van elektriciteit is in het wetsvoorstel Energiewet als 'peer-to-peer handel' ondergebracht. Peer-to-peer handel wordt gedefinieerd als het leveren van (hernieuwbare) elektriciteit geproduceerd door een actieve afnemer aan een eindafnemer. Peer-to-peer handel kan op basis van de wet zowel rechtstreeks als via een marktdeelnemer gerealiseerd worden.

De rechtstreekse variant van peer-to-peer handel kan gefaciliteerd worden door een energiecoöperatie. Actieve afnemers met pvt-panelen worden lid van een energiecoöperatie, leveren de overproductie aan elektriciteit door aan de energiecoöperatie, die tijdelijk eigendom heeft over de elektriciteit en het vervolgens doorlevert aan de leden van de energiecoöperatie die een vraag aan elektriciteit hebben (zie afbeelding hieronder). De energiecoöperatie heeft hier geen leveringsvergunning voor nodig. Echter bevat het wetsvoorstel Energiewet momenteel nog een belemmering: de energiecoöperatie mag niet meer elektriciteit leveren aan haar leden dan dat het zelf op jaarbasis opwekt. Omdat het onwaarschijnlijk is dat een energiecoöperatie te allen tijde zal kunnen voorzien in de volledige vraag aan elektriciteit van haar leden, zal het elektriciteit moeten inkopen bij andere leverancier, wat op basis van het wetsvoorstel dus verboden is. Het is echter nog niet duidelijk in hoeverre er gehandhaafd zal worden op het moment dat de energiecoöperatie wél meer levert aan haar leden dan dat het zelf opwekt op jaarbasis. Daarnaast zal de energiecoöperatie bij vergunningsvrije levering extra verantwoordelijkheden moeten dragen, waaronder bijvoorbeeld de balanceringsverantwoordelijkheid en de continue monitoring van de vraag en aanbod van elektriciteit.



Een alternatief zou kunnen zijn dat een energiecoöperatie de door haar leden geproduceerde elektriciteit van de pvt panelen levert aan een leverancier met een leveringsvergunning, die vervolgens de elektriciteit doorlevert aan **de leden van de energiecoöperatie, zodat de opgewekte elektriciteit alsnog lokaal gedeeld en verbruikt kan worden**. Zie onderstaande afbeelding voor de werking van deze constructie.



Doordat de leverancier een leveringsvergunning heeft, wordt niet dezelfde beperking opgelegd als de energiecoöperatie die peer-to-peer handel faciliteert. Daardoor kan de energieleverancier ook elektriciteit inkopen bij producenten wanneer het collectief een productietekort heeft (door bijvoorbeeld een bewolkte dag).

7. De stappen naar realisatie

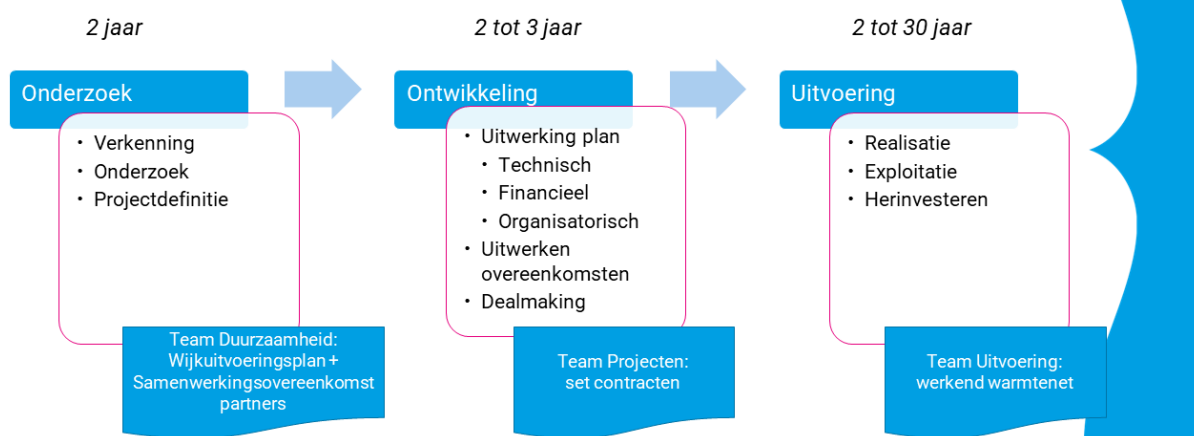
Met het polsen van het draagvlak van de warmteoplossingen in het voorjaar van 2024 zal duidelijk worden of de bewoners van Wildbaan-Dennenburg het wenselijk vinden om een warmtenet verder te ontwikkelen en ontwerpen of dat de bewoners een voorkeur hebben voor een individuele oplossing voor hun woning. Wat de keuze ook wordt, in beide gevallen zullen er verdere stappen gezet moeten worden om de wijk aardgasvrij te maken. Dit hoofdstuk zet deze stappen op een rij.

Stappen naar een collectieve warmteoplossing

Een stappenplan dat richting geeft aan de realisatie van een warmtenet in de buurt Wildbaan-Dennenburg bestaat uit drie processtappen: een onderzoekstap, een ontwikkelstap en een uitvoeringstap. Zie ook het onderstaande figuur. Dit haalbaarheidsonderzoek sluit aan bij de eerste **onderzoekstap**. Dit houdt in dat er op hoofdlijnen een eerste richting bepaald wordt voor een warmteoplossing in de wijk. In deze fase echter kunnen nog niet alle vragen beantwoord worden. Per stap worden onderwerpen, dilemma's en details steeds duidelijker en verder uitgewerkt.

Warmtenetten ontwikkelen

Drie processtappen



Figuur: Processtappen naar een warmtenet

Na het verkennend onderzoek en een besluit om de volgende fase in te gaan, volgt de twee stap: de **ontwikkeling- en ontwerpfase**. In deze fase wordt het technische ontwerp van het warmtenet uitgewerkt. Welke installaties zijn nodig? Waar komen deze installaties? Waar komen de leidingen te liggen? Hoe sluiten we de woningen aan? Daarnaast wordt ook uitgewerkt wat de businesscase is. Wat zijn de totale benodigde investeringen om het warmtenet aan te leggen? Waar komt de financiering voor de aanleg vandaan? Wat worden de tarieven die bewoners gaan betalen? Het uitwerken van de financiering hangt ook nauw samen met de wijze waarop het warmtenet georganiseerd wordt en wie er (mede-)eigenaar wordt en in welke verhoudingen. Dit zal ook in deze fase uitgewerkt moeten worden.

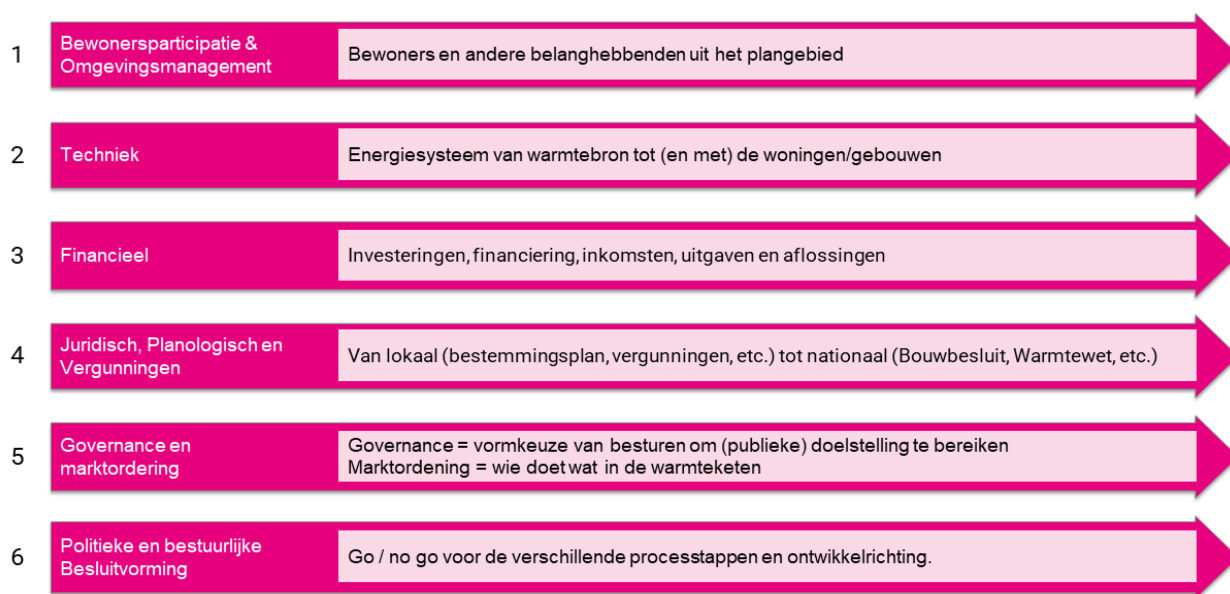
Pas als dat allemaal gedaan is, kan een concreet aanbod aan de bewoners worden opgesteld met daarin de eenmalige aansluitkosten en de tarieven voor de afname van warmte en eventueel koude. Aan het einde van deze ontwikkelfase wordt dan duidelijk of er voldoende bewoners zijn die ja zeggen op dit aanbod en aangesloten willen worden op het warmtenet. Er komt geen verplichting om een woning aan te sluiten op een warmtenet. De bewoner blijft die keuzevrijheid houden.

Als er voldoende bewoners aangesloten willen worden op het warmtenet en ook de gemeente en andere betrokken partijen besluiten om het warmtenet aan te leggen, dan kan de fase van uitvoering ingaan.

In de **uitvoeringsfase** worden de installaties en leidingen aangelegd en worden de woningen aangesloten op het warmtenet. Hierna kan ook de levering van warmte starten en begint de exploitatie. Dan zijn de belangrijkste aandachtspunten onderhoud, contractbeheer, het tijdig vervangen van installaties en het doen van herinvesteringen.

Doorsnijdende thema's door alle stappen

Dwars door deze drie stappen lopen zes thema's die in iedere stap om aandacht en uitwerking vragen. In het figuur hieronder zijn deze thema's weergegeven.



Figuur: Thema's rond de ontwikkeling van een warmtenet

Wanneer de processtappen en thema's worden samengevoegd, ontstaat de volgende matrix. De onderstaande matrix maakt inzichtelijk wat per thema in iedere processtap uitgewerkt of gerealiseerd moet worden.

Processtappen en thema's



Figuur: Matrix processtappen en thema's naar een warmtenet

Stappen naar een individuele warmteoplossing

De stappen naar een individuele oplossing zijn overzichtelijker. Al kunnen dezelfde ontwikkel- en uitvoeringstappen worden gezet. De individuele oplossing vraagt meer eigen inzet en verantwoordelijkheid voor bewoners. Bewoners kunnen in hun eigen tempo aan de slag met het verduurzamen van hun woning met een individuele oplossing. Mogelijk zal de uitrol van een individuele warmteoplossing misschien minder per wijk, maar meer gemeentebreed worden aangepakt.

Ontwikkelfase

In de ontwikkelfase kan een gemeentebreed 'Actieplan All-electric' of een wijkuitvoeringsplan worden opgesteld door de gemeente. De gemeente zal met de bewoners moeten uitwerken welke ondersteuning noodzakelijk, wenselijk, maar ook haalbaar is. Welke budgetten wil en kan de gemeente vrij maken voor het ondersteunen van de uitrol van warmtepompen in de wijken?

Daarnaast zal in deze fase ook goed met de netbeheerder Stedin gekeken moeten worden in welk tempo het net verzaamd moet/kan worden om de uitrol van individuele oplossingen mogelijk te maken.

Eventueel kan gedacht worden aan de volgende vormen van ondersteuning.

- Bieden van financiële ondersteuning door bijvoorbeeld collectieve inkoopacties voor warmtepompen of het inzetten van warmtepomp-vouchers.
- In gesprek gaan met lokale installatiebedrijven over eisen die te stellen zijn aan een warmtepomp (maximum decibel voor geluidsoverlast, ontwerp, esthetisch).
- Checklist opstellen voor bewoners met praktische vragen en eisen voor installatiebedrijven van de warmtepompen om hen te helpen met het vinden van de juiste warmtepomp voor hun woning.
- Bewoners helpen een second opinion te laten krijgen op offertes voor warmtepompen.
- Het voorfinancieren van de landelijke ISDE-regeling. Bewoners ontvangen momenteel hun subsidie voor de warmtepomp pas nadat alle werkzaamheden zijn gedaan. Het kan de bereidwilligheid van bewoners helpen als de gemeente de subsidie vooruit betaalt.

Uitvoeringsfase

In deze fase wordt het beleid ter ondersteuning van de uitrol van de individuele oplossingen uitgevoerd.

Bewoners krijgen voorlichting, kunnen vragen stellen of ondersteuning aanvragen. De bewoners maken hun keuze welke individuele techniek ze willen toepassen in hun woningen en zoeken hier de passende installateurs bij. Daarna worden de installaties aangesloten in de woningen. Zo wordt de wijk woning voor woning aardgasvrij.

Bijlage 1 - Omschrijving van kansrijke energieconcepten

Deze bijlage beschrijft in meer detail de verschillende concepten van de kansrijke alternatieven uit het vorige hoofdstuk. Eerst wordt uitgelegd wat een wko en aquathermie is, omdat meerdere van de beschreven energieconcepten dit ook gebruiken. Daarna beschrijven we de vijf energieconcepten die door de meedenkgroep als kansrijk zijn geselecteerd.

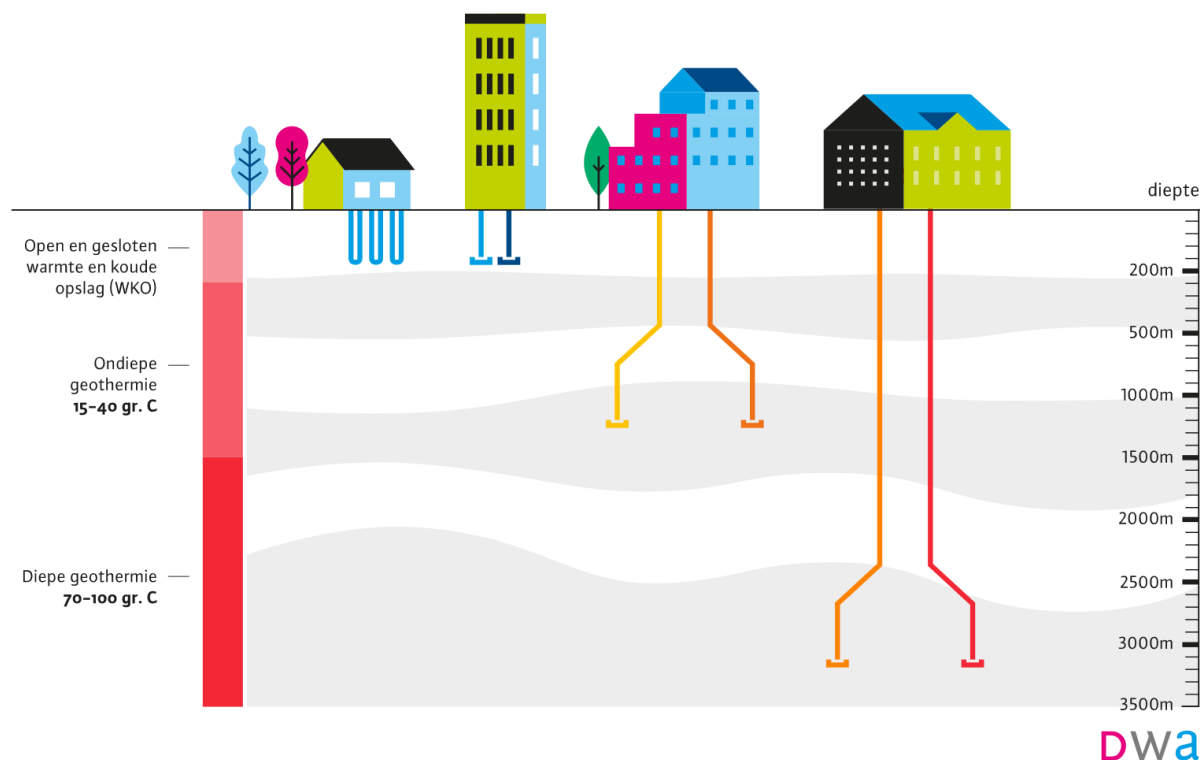
Warmte-koudeopslag (wko)

Concepten 1 en 2 maken gebruik van een wko.

Bij warmte-koudeopslag wordt warmte en koude opgeslagen in een afgesloten waterpakket in de bodem op een diepte tussen de 100 - 500 meter en via een warmtenet getransporteerd naar de woningen/panden. Het temperatuurniveau in dit bronnet is tussen de 8°C en 15°C.

Het is gunstig wanneer de panden die aangesloten zijn op dit warmtenet zowel een koude- als een warmtevraag hebben. Bij een wko-systeem moet namelijk evenveel warmte onttrokken worden aan de bodem, als dat er in wordt teruggebracht. Is dit niet het geval, dan raakt de bron uitgeput en komt er helemaal geen warmte meer uit. Wanneer er een onbalans is tussen de warmte- en koudevraag, kan deze worden hersteld door warmte en/of koude toe te voegen uit een externe bron, bijvoorbeeld een warmtepomp of door warmte uit een rioolwaterzuivering. Dit noemen we regeneratie.

Een wko wordt ingezet voor het opslaan (bufferen) van warmte en koude door het jaar heen. Zo wordt warmte in de zomer opgeslagen om in de winter te gebruiken. In de winter wordt dan juist weer koude opgeslagen, die in de zomer gebruikt kan worden om de woningen te koelen.



Figuur aardwarmte: Op steeds grotere diepte, worden steeds hogere temperaturen gewonnen.

Aquathermie - Thermische energie uit afvalwater (TEA)

De concepten 1 en 2 worden gevoed door warmte uit de rioolwaterzuivering.

Aquathermie is het benutten van warmte uit water. Op dit moment zijn er technieken die warmte uit oppervlaktewater en uit afvalwater halen. Bij thermische energie uit afvalwater (TEA) wordt warmte onttrokken uit een rioolwaterzuivering. Het water in de rioolwaterzuivering is in de zomer vaak ongeveer tussen de 18-25°C en in de winter tussen de 6-10°C. Er is daarom seizoensopslag nodig om de warmte in de winter te kunnen gebruiken. Dit wordt veelal gedaan in een warmte-koudeopslagsysteem (wko). Warmte uit de rioolwaterzuivering wordt dan gebruikt om de wko te regenereren. Hiermee wordt de wko weer in balans gebracht op de warmte en koude.

Dit concept vraagt dus om 1) een warmtenet vanaf de waterbron, 2) opslag, 3) een warmtepomp en 4) een warmtenet naar de woning.

Bij TEA is de locatie van de warmtebron (RWZI) en de eventuele centrale warmtepompinstallatie van groot belang. Deze liggen liever niet te ver van de afnemer (de woningen), omdat er warmteverlies optreedt in het transport. Daarnaast is een grotere afstand ongunstig voor de financiële haalbaarheid van het warmtenet door een toename in de kosten. Een afstand van 500 – 1.000 meter tussen de bron en afnemer is gebruikelijk.

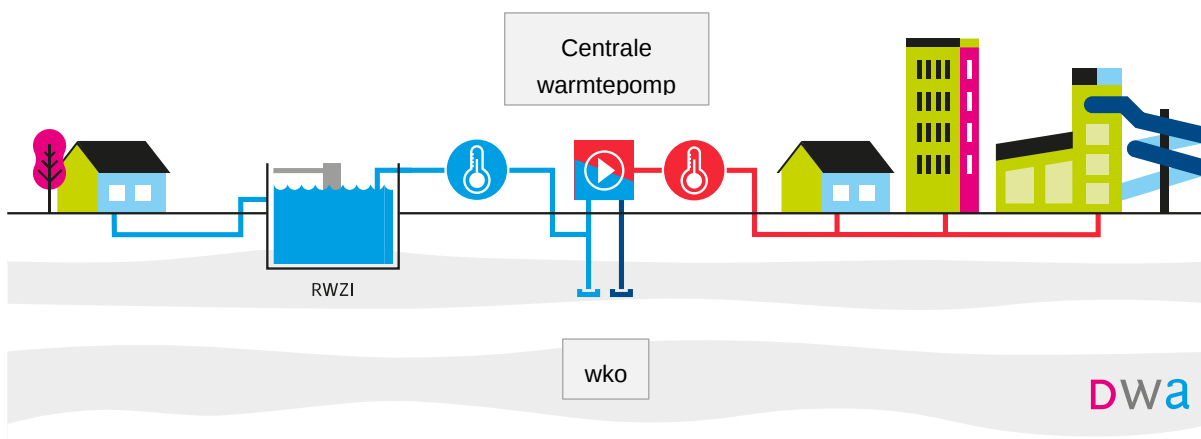
Vanaf hier geven we een beschrijving van de vijf energieconcepten.

Concept 1: Warmtenet, gevoed door warmte uit RWZI op midden temperatuur (MT-70°C) met wko

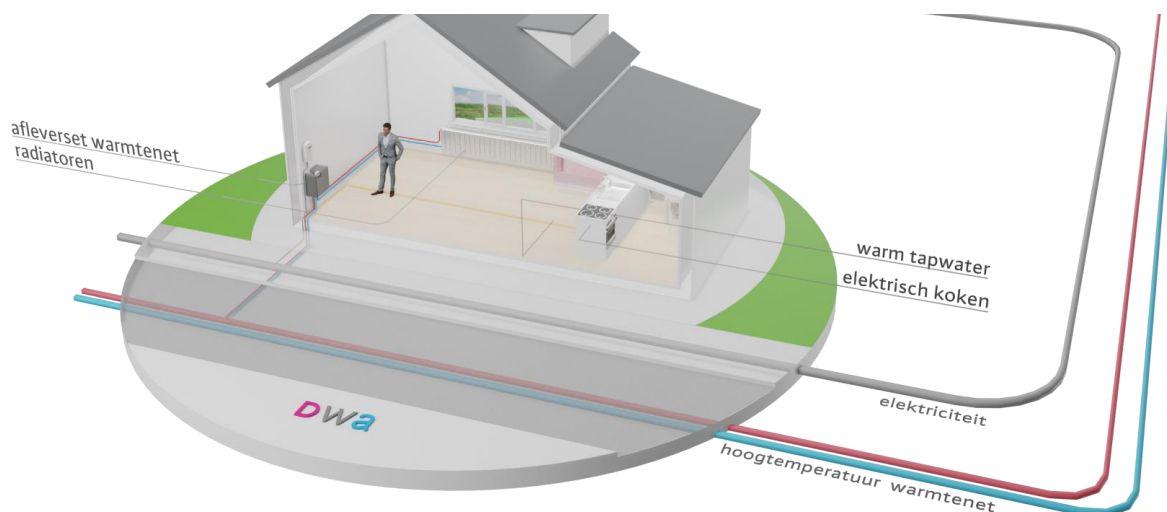
Warmte uit de wko is niet direct bruikbaar voor verwarming van woningen en gebouwen. Met een warmtepomp wordt de warmte uit de wko opgewarmd van 15°C naar bijvoorbeeld 70°C. Dit gebeurt ergens centraal in de wijk of bij de rioolwaterzuivering, tussen de wko en de eerste warmteafnemers. Door een warmtenet wordt de warmte vervolgens verspreid naar de verschillende warmteafnemers. Met water van 70°C kan een woning zonder veel aanpassingen direct verwarmd worden.

Het voordeel van warmte van 70°C is dat het niet alleen direct gebruikt kan worden voor verwarming van woningen en gebouwen, maar ook direct voor verwarming van warm water dat uit de kraan komt: tapwater. Tapwater moet verwarmd kunnen worden tot 65°C vanwege legionellapreventie. Met een warmtenet op 70°C kan onbeperkt warm water getapt worden.

Bij dit concept wordt TEA in combinatie met een collectieve warmtepomp gebruikt om de warmte op te waarderen voordat het naar de woning gaat. Bewoners betalen voor de warmte die zij afnemen, bij een warmte-exploitant.



De illustratie hieronder laat de aanpassingen in het huis zien. Voor dit concept hoeven de woningen nauwelijks nageïsoleerd te worden. Daarnaast wordt er een afleverset geplaatst dat zonder aanpassingen direct het warme water voor de radiatoren levert. Ook het warme water uit de kraan of douche wordt in deze afleverset opgewarmd.

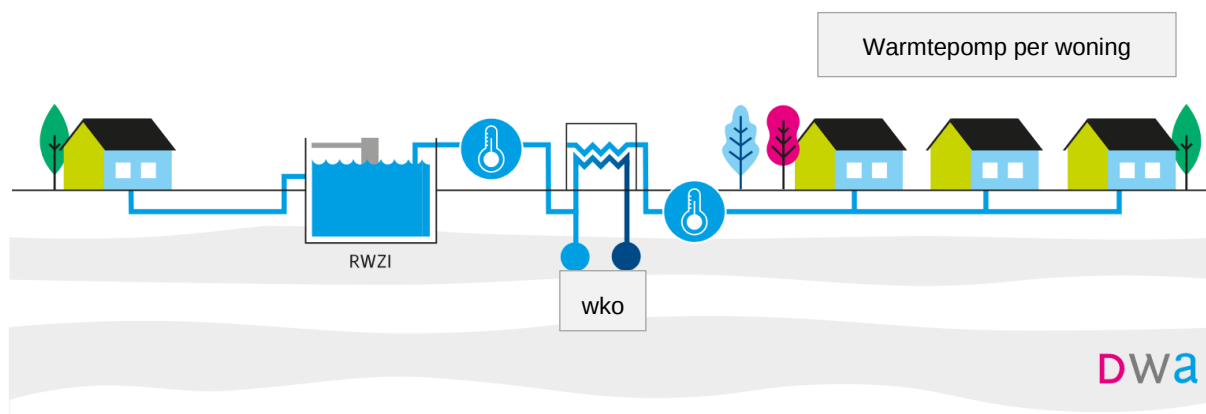


Concept 2: Bronnet, gevoed door warmte uit RWZI, op 15°C met wko en individuele warmtepompen per woning

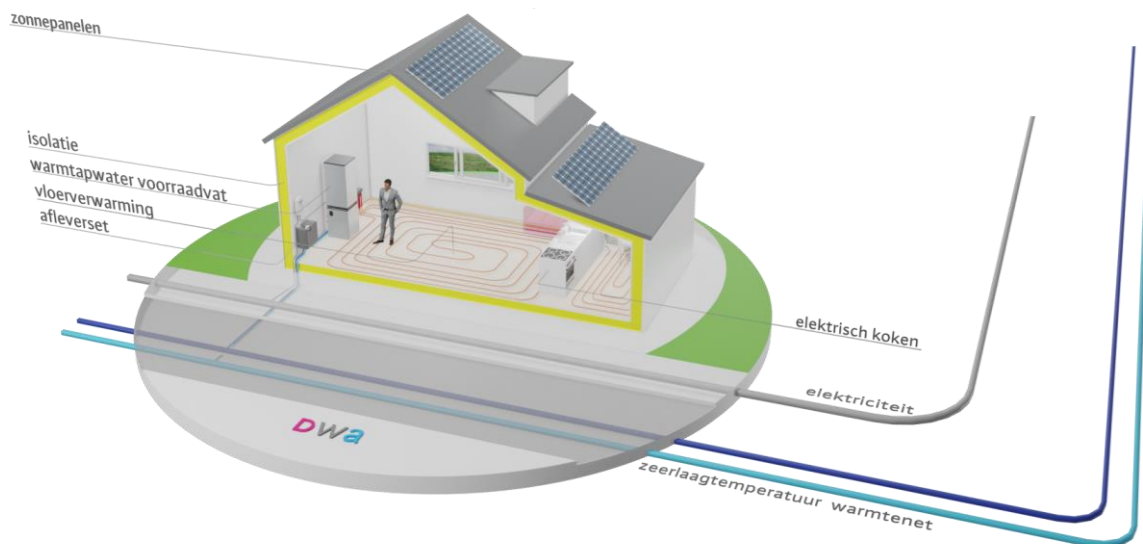
Een andere optie om warmte uit de RWZI en de wko te gebruiken, is door per woning een warmtepomp te plaatsen. Het voordeel is dat het warmtenet dat in de straat komt te liggen goedkoper is, omdat dit minder goed geïsoleerd hoeft te zijn door de lagere watertemperatuur.

Bewoners gebruiken de warmtepomp in hun woning om de warmte op te waarderen naar bruikbare warmte. Daarnaast hebben bewoners een boilervat dat warm tapwater maakt. Hierbij is het belangrijk een boiler te selecteren die past bij het warmwatergebruik van de bewoners. Wanneer het boilervat leeg is, is het warme water ook op.

Bewoners betalen een vastrecht voor de aansluiting op het warmtenet. Ze betalen niet voor de warmte die wordt afgenomen, omdat deze warmte nog niet direct bruikbaar is. Bewoners hebben vrije keus in hun stroomleverancier. Doordat een warmtepomp de warmte in de woning verzorgt, is het wel belangrijk dat de woning goed geïsoleerd is en het afgiftesysteem in de woningen (de radiatoren) geschikt is voor laagtemperatuurverwarming en -koeling.



Concept 2 vraagt meer aanpassingen in de woning dan concept 1. De woning moet verder geïsoleerd worden (zie de gele arcering in de woning). Er komt een afleverset in de woning die gekoppeld wordt aan een warmtepomp. Deze warmtepomp levert het warme water voor de vloerverwarming (of laagtemperatuurconvectoren, niet op de tekening) en voor het boilervat voor het tapwater.



Mogelijk derde variant voor een collectief warmtenet

Concepten 1 en 2 zijn de twee uiterste concepten (op basis van de temperatuur in het warmtenet) voor een warmtenet gevoed door warmte uit een rioolwaterzuivering. Een mogelijke tussenvariant is een warmtenet op 50°C, gevoed door de RWZI en met een wko, met een elektrische naverwarming om tapwater te maken. In specifieke gevallen kan dit een haalbaar concept zijn. Echter vraagt dit zowel verdere isolatie van de woningen ten opzichte van concept 1 (MT-warmtenet), als een extra installatie in de woning om tapwater te maken. Dit leidt tot een dubbele investering.

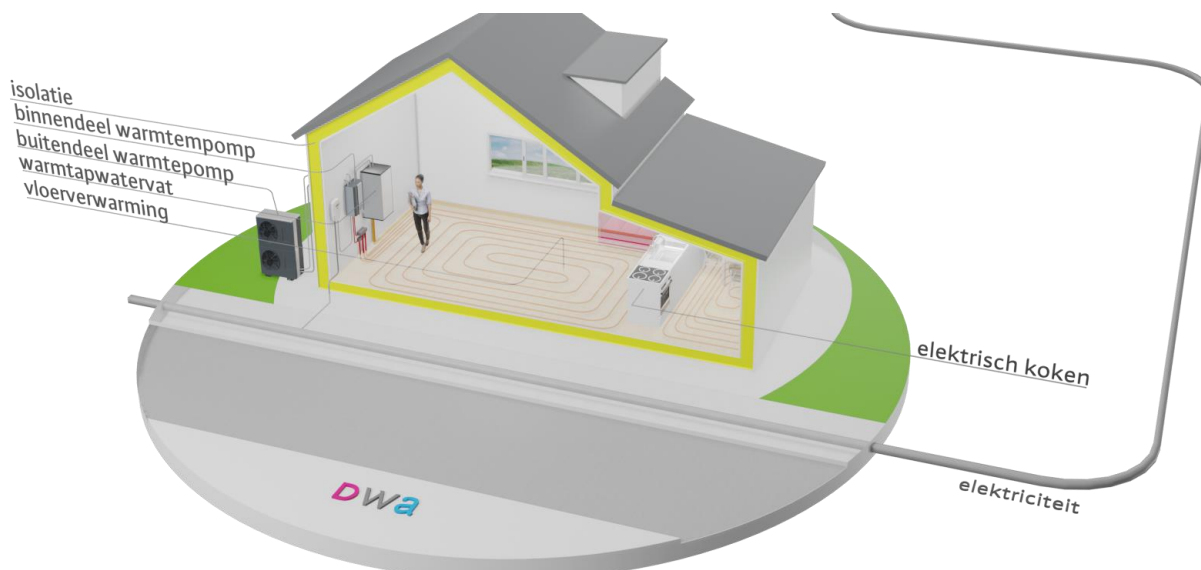
Concept 3: Luchtwaterwarmtepomp (met buitenunit)

Luchtwarmtepompen onttrekken warmte uit de buitenlucht en waarden deze warmte elektrisch op naar een temperatuur van ongeveer 40°C. Gemiddeld levert één deel elektriciteit ongeveer vier delen warmte op. Voor de luchtwarmtepomp neemt dit rendement af bij koude winters. De warmte wordt afgegeven in de woning via water (via vloerverwarming of zogeheten laagtemperatuurconvectoren).

Bij een temperatuur van 40°C moet de woning goed geïsoleerd zijn om warmteverlies te beperken en ook bij koude winterdagen een comfortabel binnenklimaat te hebben. Woningen die gebouwd zijn na 1992⁷, zijn met beperkte maatregelen geschikt te maken voor toepassing van deze techniek. Te denken valt aan beperkte na-isolatie en het vergroten van de oppervlakte aan warmteafgifte door middel van vloerverwarming of grotere radiatoren of convectoren. Voor oudere woningen worden met name op isolatie meer maatregelen gevraagd om de woning comfortabel te verwarmen.

⁷ In 1992 is in het Bouwbesluit een isolatiewaarde (Rc 2,5 voor gevel, ramen en vloer) vastgelegd voor nieuwbouw.

De illustratie hieronder laat de aanpassingen in de woning zien. De woning moet verder geïsoleerd worden (zie de gele arcering in de woning). Daarnaast komt er een binnen- en buitenunit voor de warmtepomp met binnen ook een boiler (warmtapwatervat).



Hybride warmtepomp

Wanneer een pand oud is en het gecompliceerd en duur is om goed te isoleren, kan worden gekozen voor een hybride warmtepomp, waarbij de piekvragen met (duurzaam) gas worden ingevuld. De woning blijft bij een hybride warmtepomp dus aangesloten op het gasnet. De energiebesparing met een hybride warmtepomp is lager, maar de techniek kan een goede tussenstap zijn in de transitie naar aardgasvrij.

Concept a: Pvt-panelen

Pvt-panelen kunnen aangesloten worden op individuele warmtepompen per woning of aangesloten op een collectief warmtenet met een wko.

Pvt-panelen op individuele warmtepompen per woning

In de woning wordt de warmte opgewekt met een pvt-paneel. Dit is een zonnepaneel, dat behalve stroom maken, ook warmte uit de buitenlucht kan halen. Achter de zonnepanelen zijn warmtewisselaren geplaatst die warmte opnemen. Doordat de zon op een zwart paneel zit, kan de temperatuur die gehaald wordt uit de pvt-panelen wat hoger zijn dan de temperatuur van de buitenlucht. Een warmtepomp zet de warmte uit de pvt-panelen om in bruikbare warmte. Tapwater wordt opgewarmd door de warmtepomp en opgeslagen in een boiler. In de woning moet laagtemperatuurverwarming aanwezig zijn om de woning comfortabel warm te krijgen en de woningen moeten na-geïsoleerd worden.

Pvt-panelen op een collectief warmtenet met wko

In deze variant wordt de warmte van de pvt-panelen ingevoegd in het collectieve warmtenet met wko en niet in de woning zelf. Ook kunnen eventueel afspraken worden gemaakt over het lokale gebruik van de elektriciteit (in de komende nieuwe Energiewet zijn daarvoor mogelijkheden opgenomen).

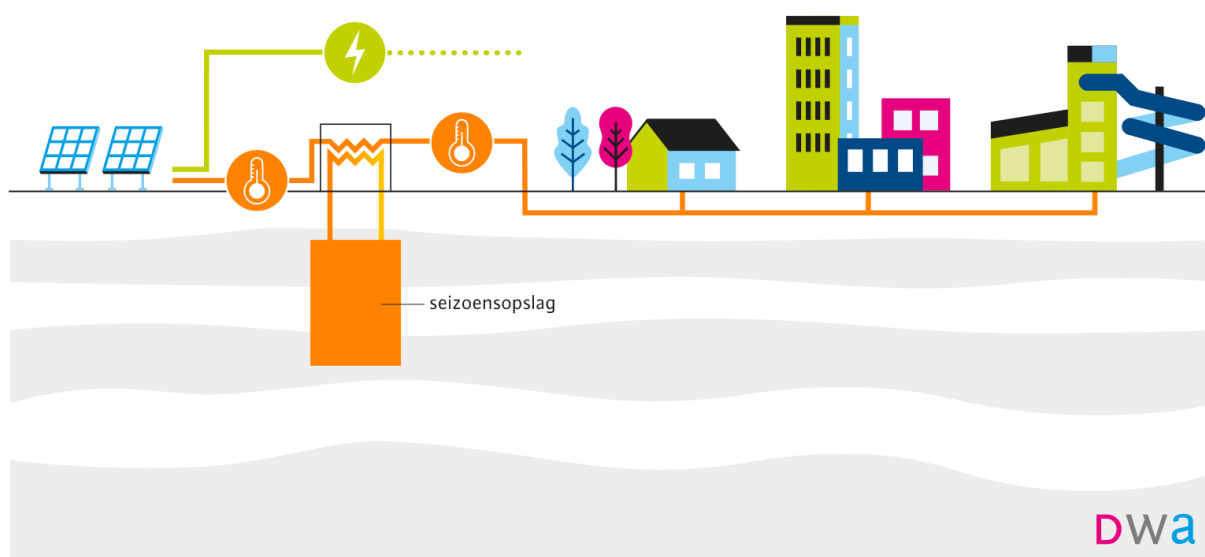
Het is behoorlijk kostbaar om een concept met pvt-panelen collectief aan te leggen. Dit zou veel maatschappelijke kosten geven voor de aanleg van warmteleidingen van de woningen naar de opslag en van de opslag weer terug naar de woningen. De totale kosten zijn dus relatief hoog door extra leidingen van de woning naar de opslag.

Daarnaast ontstaat er een ingewikkeld verhaal met eigendomsverhoudingen van de pvt-panelen en de daken of moeten er afspraken worden gemaakt over de vergoeding voor het leveren van warmte aan het collectief.

Bewoners kunnen te maken krijgen met aanvullende vastrechtkosten voor de aansluiting op een warmtenet. Het ligt daarmee veel meer voor de hand om de warmte van de pvt-panelen te benutten in de eigen warmtepomp.

Wel kunnen pvt-panelen gebruikt worden als aanvullende bron bij een warmtenet dat ook al een wko-opslag heeft, zoals concepten 1 en 2. Dit ligt vooral voor de hand als er grote oppervlakte pvt-panelen ineens aangesloten kunnen worden op een warmtenet. Bijvoorbeeld een geheel dak van een sporthal of bedrijfshal of door een grote weide met pvt-panelen. Pvt-panelen van individuele woningen aansluiten op een collectief warmtenet is erg bewerkelijk, zoals hierboven is toegelicht.

MIDDETEMPERATUUROPSLAG VAN ZONNEWARMTE EN REGENERATIE MET PVT-PANELEN



Concept b: Kleine clusters (van 5-10 woningen) met per woning een individuele bodemwarmtepomp en gezamenlijk gedeelde bodemlus

Concept 5 bestaat uit een warmtepomp die warmte haalt uit een warmtenet dat gevoed wordt door warmte uit bodemlussen. Vaak wordt deze techniek voor individuele woningen gebruikt, maar het is ook mogelijk om met meerdere woningen de bodemlussen te combineren in een collectief collectorveld. Deze bodemlussen kunnen gedeeld worden met vijf tot tien andere woningen. Iedere woning heeft vervolgens zijn eigen warmtepomp. Lussen worden op ongeveer 250 meter diepte geboord. Het warmtenet verspreid de warmte naar de woningen. Tapwater wordt opgewarmd door de bodemwarmtepomp en opgeslagen in een buffervat. In de woning moet laagtemperatuurverwarming aanwezig zijn om de woning comfortabel warm te krijgen.

De bodemtemperatuur is gedurende het jaar betrekkelijk constant en rond de 12°C. Zo kan er met een bodemlus in de winter warmte worden gewonnen en in de zomer koude. Een warmtepomp waardeert de warmte op naar 40°C of hoger om de woning te verwarmen. Een groot voordeel van een bodemlus gekoppelde warmtepomp ten opzichte van een luchtwarmtepomp is dat het rendement hoger ligt en er in de zomer (passief) gekoeld kan worden, zonder elektriciteitsverbruik voor de warmtepomp.

Een nadeel van de techniek is dat de techniek, met name door de aanleg van de bodemlus, duurder uitkomt dan een luchtwaterwarmtepomp (met buitenunit). Ook vraagt deze techniek het boren van de buizen wat leidt tot het overhoop halen van de tuin en dit is niet wat iedere bewoner wil.

Organisatorisch heeft dit concept wat uitdagingen. Zo moeten de bodemlussen en het kleine gezamenlijke bronnet gefinancierd en onderhouden worden. Dit kunnen bewoners zelf doen in een energiecoöperatie of VvE, maar dit kan ook uitbesteed worden aan een marktpartij. Ook is het goed om van te voren af te spreken wat er gebeurt met de warmtenetaansluiting op het moment dat een woning wisselt van eigenaar.

Er zijn gebieden waar de bodem helemaal niet aangeboord mag worden en slechts tot een bepaalde diepte kan worden geboord om vervuiling van drinkwaterbuffers te voorkomen. Om dit concept voor de gehele wijk uit te rollen, zijn veel clusters nodig. Voor individuele bewoners die enthousiast zijn, kan dit een passende oplossing zijn. Gezien de bewerkelijkheid voor de gehele wijk, ligt het niet voor de hand dit concept voor de gehele wijk uit te rollen.



Bijlage 2 - Uitgangspunten doorrekening

Deze bijlage geeft de uitgangspunten weer voor de doorrekening van de energieconcepten, zoals de tarieven voor aardgas, elektriciteit en warmte.

Aardgas

De tarieven zijn inclusief energiebelasting en btw. Uit onze analyse van de laagste toekomstige energieprijzen, komen de volgende scenario's. Het prijsplafond voor gas is € 1,45.

Energieverbruik (m ³)	Laag scenario (€/m ³)	Hoog scenario (€/m ³)
Totaal < 170.000	€ 1,08	€ 1,88
Totaal 170.001 - 1.000.000	€ 0,58	€ 0,90

Elektriciteit

De tarieven zijn inclusief energiebelasting en btw. Het tarief voor het prijsplafond van elektriciteit ligt op € 0,40 €/kWh.

Energieverbruik (kWh)	Laag scenario (€/kWh)	Hoog scenario (€/kWh)
Totaal < 10.000	€ 0,31	€ 0,49
Totaal 10.001 - 50.000	€ 0,27	€ 0,45

Vastrecht

Voor het vastrecht van aardgas en elektriciteit gaan we uit van de tarieven die Stedin hanteert voor kleinverbruikaansluitingen in 2023, volgens de website van [Stedin](#).

	Aardgas	Elektriciteit
Vastrecht netbeheerder	€ 207,04*	€ 354,55*
Vastrecht leverancier	€ 71,88	€ 71,88

*Inclusief meettarief

Bijlage 3 – Score aandachtspunten afwegingscriteria

Deze bijlage geeft de uitslag van de meedenkgroep op het bepalen van de aandachtspunten. De meedenkgroep heeft eerst een lijst met de aandachtspunten geïnventariseerd. Daarna is een prioritering gemaakt, waarbij iedereen van de meedenkgroep drie stickers krijgt en daarmee mag aangeven welke drie criteria het belangrijkste zijn. In onderstaande tabel is het resultaat weergegeven.

Daarnaast hebben een aantal bewoners de mogelijkheid gekregen om online mee te stemmen. Dit waren bewoners die zich voorafgaand aan de avond hadden afgemeld.

		Fysiek	Online	Totaal
Impact in de woning	Hoe ver moet je huis aangepast worden	11	1	12
Minste geluid	Risico op geluidshinder in de wijk	10	2	12
Betaalbaarheid	Energiekosten	9,5	2	11,5
Betaalbaarheid	Investeringskosten	9	2	11
CO₂-uitstoot	Energetisch efficiënt, weinig verliezen in de hele keten (transport)	6	2	8
Leveringszekerheid	Robuust: bij voorkeur niet slechts van één bron afhankelijk	6	1	7
Flexibiliteit van het concept, modulair	Iets kiezen wat mee kan groeien met de ontwikkelingen in technologie en demografie. Later mogelijk plangebied/warmtenet uitbreiden.	4	2	6
Betaalbaarheid	Onderhoudskosten	2,5	0	4,5
Leveringszekerheid	Iets kiezen wat past in de lange termijn visie van de gemeente/regio	1	2	3
Betaalbaarheid		2	0	2
Beschikbaarheid	Op welke termijn kun je het alternatief in huis toepassen	1	1	2
Impact in de wijk	Aanleg van leidingen – warmtecentrale in de wijk	2	0	2
Mogelijkheid om te koelen		2	0	2
Gebruiksgemak		0	0	0