GEMEENTE NIJKERK AARDGASVRIJ

Een verkenning

Datum
4 september 2019

Projectnummer
17326

Status
Definitief

Opdrachtgever
Gemeente Nijkerk
Kolkstraat 27
Postbus 1000
3860 BA NIJKERK GLD

Uitgevoerd door
DWA B.V.
Duitslandweg 4
Postbus 274
2410 AG BODEGRAVEN

E-mailadres martijn.koop@dwa.nl
Telefoonnummer 06-12829778

Auteurs
ir. M.L. Zwart en drs. M. Koop

1. INLEIDING

1.1 AANLEIDING

Gemeente Nijkerk heeft de ambitie om in 2035 CO_2-neutraal te zijn. Het aardgasvrij maken van de gebouwde omgeving is hierbij één van de uitdagingen. In 2050 wil de gemeente daar uitkomen. Deze ambitie van de gemeente sluit aan bij de doelen van het Gelders Energieakkoord en bij de nationale afspraken die de koepels VNG, IPO en UvW maakten in het kader van het Klimaatakkoord.

Aan de Klimaattafel gebouwde omgeving is afgesproken dat elke gemeente een Transitievisie Warmte opstelt, met daarin een doorkijk naar concrete Wijkuitvoeringsplannen. De Regionale Energietrategie (RES), opgebouwd uit een strategie voor Warmte en een strategie voor Elektriciteit, is input voor de transitievisie. Deze verkenning is een eerste proeve van de gemeente op weg naar een breed gedragen en bestuurlijk vastgestelde Transitievisie Warmte.

Voor deze eerste verkenning is vooral gekeken naar een aantal 'harde' kenmerken van de gebouwde omgeving en is het gesprek gevoerd met een aantal partners in de gemeente. Denk aan de woningcorporaties/woningstichting, de netbeheerder, het waterleidingbedrijf en een aantal relevante gemeentelijke afdelingen, die allemaal een relatie hebben met fysieke ingrepen in de leefomgeving.

1.2 LEESWIJZER

Het rapport is als volgt georganiseerd: dit eerste hoofdstuk beschrijft kort de aanleiding, een aantal eerste uitgangspunten en de stand van nu. Hoofdstuk 2 gaat over de alternatieven voor aardgas. In hoofdstuk 3 worden de kosten van die alternatieven tegen elkaar afgezet en in hoofdstuk 4 wordt ingegaan op redenen die een buurt kansrijk maken om de transitie naar aardgasvrij te starten. De kaarten bij hoofdstuk 4 zijn beschikbaar in een separate presentatie. Het laatste hoofdstuk laat zien wat het handelingsperspectief op dit moment is, en doet uitspraken voor een vervolg van deze verkenning. Nadere toelichting op een aantal berekeningen en aannames zijn bijgevoegd in de bijlage.

1.3 AAN DE SLAG

Ruim 40.000 Nijkerkers maken momenteel gebruik van aardgas voor ruimteverwarming, een warme douche of koken. De komende 3 decennia gaat er veel veranderen. Hoe dat er precies gaat uit zien weten we simpelweg niet.

Wat we wel weten is dat we aan de slag moeten, en dat we uiterlijk in 2021 in beeld moeten hebben wat het alternatief is voor aardgas in de buurten waarin we voor 2030 aan de slag willen. Het ligt voor de hand dat wanneer we aan de slag gaan, we dit doen in díe buurten waar toch al een grote ingreep op stapel staat: de renovatie van corporatiebezit, rioolvervanging, het vervangen van bestaande aardasnetten, etc. Dit soort 'verbouwingen' zijn een kans om bij aan te haken met het verduurzamen van de gebouwen in de betreffende straat of buurt. Uitgangspunt is immers dat we de energietransitie realiseren tegen zo *laag mogelijke maatschappelijke kosten* en dat bewoners en bedrijven in Nijkerk er *zo min mogelijk last* van hebben. Als we inzetten op dit soort 'meekoppelkansen' dan hoeft de straat maar één keer open, of heeft een huurder maar één keer overlast.

1.4 UITGANGSPUNTEN

Hoe meer 'meekoppelkansen' er in een buurt zijn, hoe kansrijker die buurt lijkt om met elkaar het gesprek aan te gaan over de transitie naar aardgasvrij. We houden daarbij steeds de volgende uitgangspunten in het achterhoofd:

Er zijn vaak meerdere oplossingen mogelijk. Welke oplossing het beste past, is tot op zekere hoogte te berekenen of af te leiden uit data. De ervaring leert dat de randvoorwaarden en wensen van betrokken stakeholders hier uiteindelijk bepalend in zijn. Om draagvlak bij *bewoners* te creëren en te behouden, zijn bewoners altijd onderdeel van de verkenning en de keuze.

Technisch gezien lijken er heel veel verschillende mogelijkheden beschikbaar om van aardgas af te stappen. Wij beoordelen deze ideeën vanuit het perspectief van *marktrijpheid* en *bruikbaarheid* voor

woningen. Wanneer we kijken naar de techniek wordt duidelijk dat de meeste technieken een variatie zijn op *all-electric oplossingen* of van een *warmtenet*. Daarnaast zijn er de duurzame gassen.

De warmtetransitie kost tijd. Er zijn best nog een aantal weerbarstige buurten, waarvoor vandaag nog geen voor de hand liggende oplossing is. Dat hoeft ook niet. Het belangrijkste is *dat we gaan beginnen* waar we (min of meer) zeker weten dat het wél kan.

We gaan daarbij uit van het *buurtniveau* als logische eenheid om de komende tijd aan de slag te gaan. We beperken ons niet tot buurt-, wijk- of zelfs gemeentegrenzen, maar als startpunt van actie lijkt dat een logische keuze, bijvoorbeeld vanwege de vaak gelijksoortige bebouwing.

Op basis van deze analyse en visie moet uiterlijk in 2021 een *plan van aanpak* uitgewerkt worden, waarbij de focus ligt op de eerste en meest kansrijke buurten om aan de slag te gaan. Een strategisch communicatieplan is hierbij essentieel.

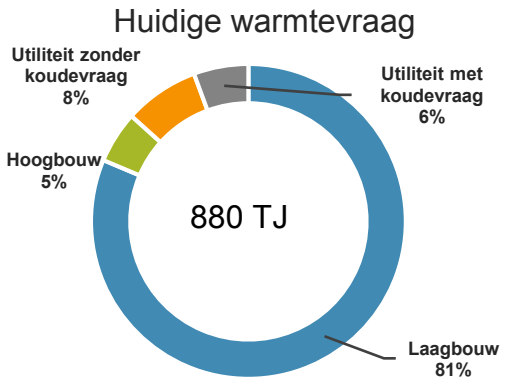
Een ander belangrijk onderdeel van een plan van aanpak is een duidelijke *rol van de gemeente*. Op dit moment heeft de gemeente slechts beperkt bevoegdheden om buurten aan te wijzen die 'van het gas' gaan. De komende periode zal de gemeente zich op haar rol bezinnen.

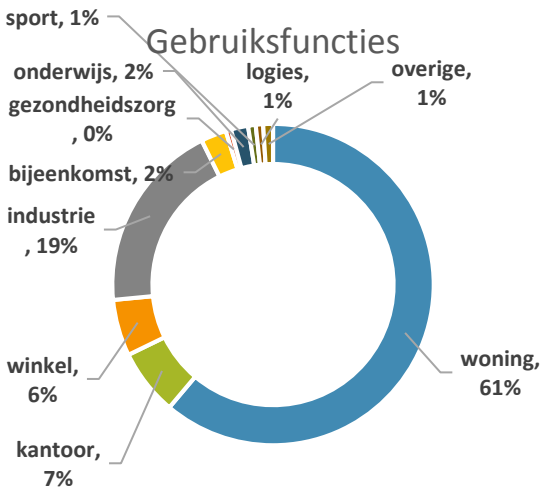
Het is prettig om bewoners zo lang mogelijk zoveel mogelijk *keuzevrijheid* te geven. Op een gegeven moment houdt die echter op. Een andere keuze is dan alleen mogelijk tegen aanzienlijk hogere kosten of andere lasten. De vraag is dan wie die moet betalen. Eerlijke en heldere communicatie daarover is belangrijk.

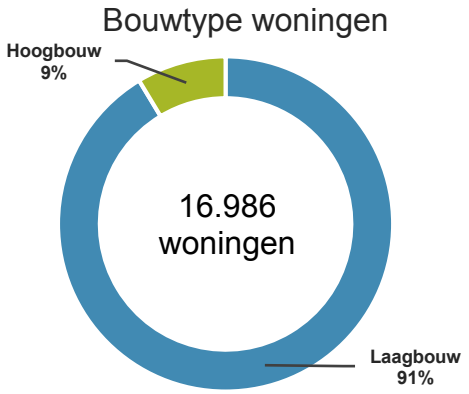
In deze verkenning ligt de focus op de **warmte**transitie. Andere onderdelen van de bredere energietransitie, zoals vervoer, industrie en opwek van elektriciteit, vallen buiten de scope van deze verkenning.

1.5 STATUS QUO?

Waar beginnen we? Bij de mogelijkheden van Nijkerk aardgasvrij in 2050 is het relevant om eerst te bepalen waar we nu staan.



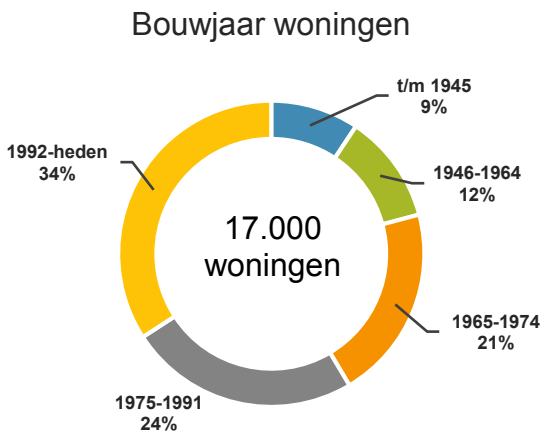


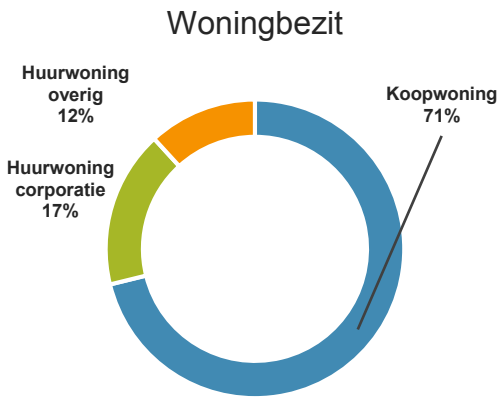


In Nijkerk is de totale pandgebonden warmtevraag van woningen en utiliteitsbouw een kleine 880 TJ (Liander). 81% hiervan is afkomstig van laagbouw. Dit is niet geheel verassend, aangezien 61% van alle panden een woonfunctie heeft en het overgrote deel van de woningen laagbouw betreft. Naast woningen zijn industriepanden, winkels en kantoorpanden goed voor 32% van het bebouwde oppervlak. De schilgebonden warmtevraag van deze utiliteitsbouw is echter lager in vergelijking tot woningen en bedraagt slechts 14% (model output op basis van type utiliteitsbouw en oppervlakte). De totale energievraag en de verdeling naar type pand is relevant omdat dit iets zegt over het verwachte energieverbruik, de kansen voor verduurzaming, maar ook het soort gesprekspartner en de moeilijkheden die deze zal verwachten op de route naar aardgasvrij.

Het bouwjaar van de panden is zeer gevarieerd maar meer dan één derde van de woningen is jonger dan dertig jaar. 71% van de woningen zijn koopwoningen en overige woningen zijn huurwoningen.

Nu hebben we een eerste indruk van de opgave: vanaf 2019 zouden ieder jaar gemiddeld 570 woningen van het aardgas afgekoppeld moeten worden om aardgasvrij in 2050 te realiseren.





2. ALTERNATIEVEN VOOR AARDGAS

Wanneer we kijken naar alternatieven voor aardgas dan hebben we het over de temperatuur en over de mate waarin een techniek al beschikbaar is.

2.1 TEMPERATUUR DOET ER TOE

We gebruiken aardgas vooral om ons huis te verwarmen (onze tablet opladen doen we met elektriciteit). Voor dat aardgas zoeken we een alternatief. Hoe hoger de temperatuur van dat alternatief, hoe minder we hoeven te veranderen aan de huidige radiator (of: warmte-afgiftesysteem) en aan isolatie van onze muren (of: de gebouwschil). De zoektocht is dus naar alternatieven voor aardgas van zo hoog mogelijke temperatuur. In de meeste gevallen is het dan alleen de installate (nu: de CV-ketel) die dan vervangen moet worden. Dat soort warmte is echter schaars. Vandaar ook dat schaarse bronnen soms op regionale schaal verdeeld worden, in de Regionale Structuur Warmte als onderdeel van de RES.

We onderscheiden drie temperatuurniveaus:

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

In figuur 2.1 staan verschillende voorbeelden van warmtetechnieken op een as van lage naar hoge temperatuur. In Bijlage II een nadere toelichting op verschillende van deze alternatieven.

2.2 HOOGTEMPERATUUR RESTWARMTE

WARMTE (hoge temperatuur)

In Nijkerk is geen productie-industrie, een afvalverbrandingsoven of een andere vorm van industrie die hoogtemperatuurwarmte als reststroom kan leveren. In Barneveld bevindt zich Vink afvalverwerking met restwarmte maar de onderneming grenst aan het oostelijke buitengebied van Nijkerk, een gebied dat zich niet leent voor een warmtenet.

2.2 GEOTHERMIE

De enige bron van hoogtemperatuur warmte met potentie in Nijkerk lijkt geothermie. Die is op dit moment echter nog niet bekend. De Rijksoverheid doet op dit moment een onderzoek naar de potentie in de nog onbekende gebieden in Nederland. Bij voldoende potentie zal het alsnog een uitdaging zijn om voldoende warmte *afzet* te garanderen binnen een klein gebied vanwege de betrekkelijk lage bebouwingsdichtheid in de gemeente. De inzet is om voor nu het onderzoek af te wachten en om bij een snelle start hier niet de nadruk op te leggen. Kostentechnisch zou geothermie een kans zijn in met name het centrum, zie figuur 3.1 verderop.

2.3 HERNIEUWBARE GASSEN

GAS (referentie)

Ook hernieuwbare gassen zien we als een hoogtemperatuur warmtebron. Het verwarmen van woningen met een hernieuwbaar gas als biogas is gunstig omdat dit minimale gebouwgebonden aanpassingen vraagt. Met een nabehandeling kan biogas zelfs worden gebruikt in het bestaande aardgasnet. Voor het geheel van Nederland is het potentieel van biogas echter te klein om in de totale warmtevraag te voorzien. Daarnaast is er in de industrie en mobiliteit behoefte aan brandstoffen voor de productie van hoogtemperatuurwarmte,

Figuur 2.1 Temperatuurniveau warmte-alternatieven

daar waar woningen ook met laagtemperatuur bronnen verwarmd kunnen worden. Andere kanttekeningen voor biogas met het oog op de toekomst zijn dat de prijs zal toenemen wanneer de vraag groter wordt.

Het geschatte theoretische potentieel aan biogas uit mest, akkerbouw en groen afval in Nijkerk is betrekkelijk groot (voor biogas): 574 TJ (Nationaal Georegister). Dat is meer dan de helft van de benodigde warmte voor de gemeente. De volledige capaciteit gebruiken is echter een logistieke uitdaging. De gemeente kan deze bron het beste inzetten daar waar andere warmtebronnen geen duurder of geen zijn. De aanbeveling is om allereerst te onderzoeken of en onder welke voorwaarden van biomassa biogas gemaakt kan worden en of/hoe dat voor Nijkerk beschikbaar gemaakt kan worden.

ELEKTRISCH (lage temperatuur)

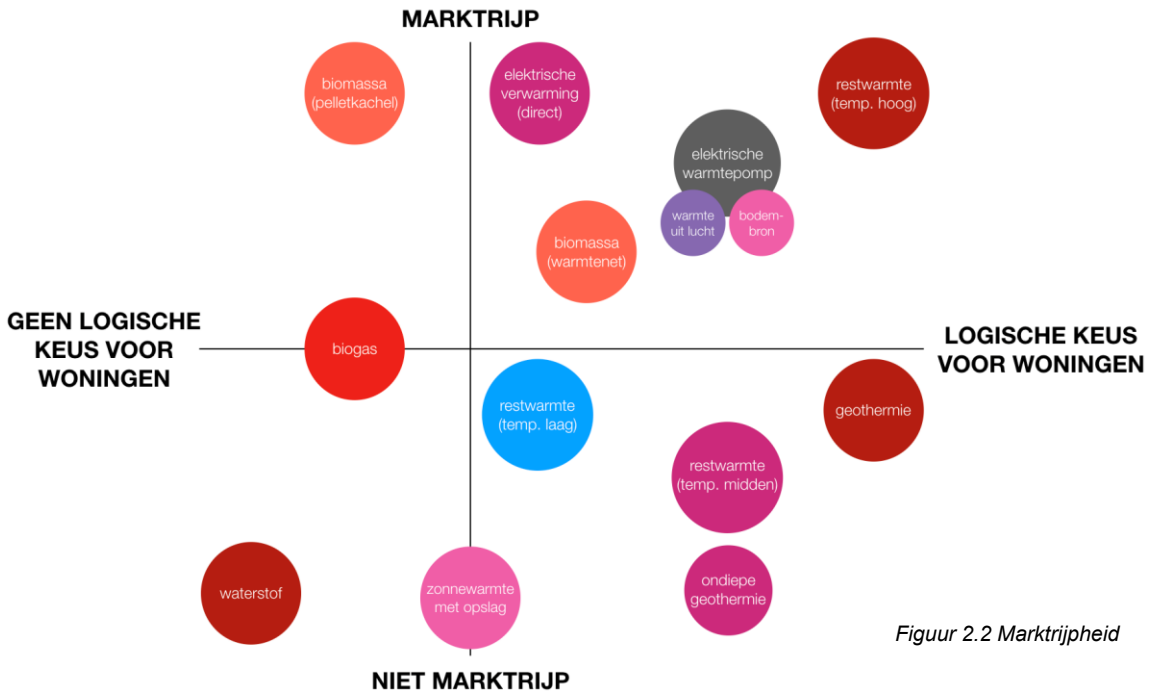
2.4 LAAG- EN MID-TEMPERATUURWARMTE

Laag- en mid-temperatuurwarmte is warmte tussen de 12°C en 70°C. Warmtebronnen in dit temperatuurbereik zijn industriële restwarmte, buitenlucht, bodemwater, oppervlaktewater, rioolwater en andere restwarmtestromen. Bronnen van mid-temperatuur zijn in Nijkerk niet aanwezig.

Bij bronnen met een temperatuur lager dan 40°C, zoals buitenlucht, riool- of bodemwater, worden er *warmtepompen* gebruikt om de temperatuur *elektrisch* op te waarderen. Al deze laagtemperatuur alternatieven voor aardgas scharen we daarom onder *all electric* oplossingen. Dit opwaarderen gebeurt tegen een betrekkelijk hoog rendement waarbij één deel elektriciteit resulteert in vier tot vijf delen warmte. Wanneer deze warmtepompen draaien op 'grijze' stroom, is een deel van de warmte nog steeds afkomstig van *fossiele* bronnen. Het is daarom zaak dat de opwek van elektriciteit wordt verduurzaamd.

Sommige industriële restwarmtestromen hebben een temperatuur van rond de 40°C. Dergelijke mid-temperatuurwarmtestromen kunnen in principe rechtsreeks worden ingezet voor ruimteverwarming van woningen en gebouwen. 34% van de woningen, gebouwd na 1992, leent zich betrekkelijk goed voor laagtemperatuur-oplossingen.

Goede isolatie van de gebouwschil en de juiste warmteafgiftesystemen zijn daarbij wel essentieel. In combinatie met een 'boosterwarmtepomp' kan restwarmte op dit temperatuurniveau ook worden ingezet voor tapwaterverwarming. In Nijkerk is Arla zo'n bedrijf. De vraag is echter of daar daadwerkelijk restwarmte beschikbaar is voor inzet in de gebouwde omgeving, op welke temperatuur en onder welke voorwaarden dat beschikbaar zou zijn.



Figuur 2.2 Marktrijpheid

2.5 MARKTRIJP EN GESCHIKT VOOR WONINGEN

Gezien de ambitie van het rijk over de snelheid waarmee Nederland van het (Gronings) aardgas af moet, kiezen we ervoor om nu in te zetten op technieken die al marktrijp zijn. Die kunnen vandaag al in stelling worden gebracht. In de volgende afbeelding is een aantal technieken ingedeeld naar marktrijpheid en in hoeverre dit een logische keuze is voor woningen. We kijken daarbij naar de hiervoor genoemde technische implicaties en beschikbaarheid en we houden daarbij rekening met de toepasbaarheid voor woningen op grote schaal. In voorgaand figuur 2.2 een idee van opties die in het algemeen realistisch zijn.

2.6 CONCLUSIE: VEEL ELEKTRICITEIT NODIG

Bij gebrek aan bronnen met een hoge temperatuur zal in Nijkerk vooral ingezet moeten worden op all electric oplossingen: warmte uit buitenlucht, bodem, oppervlakte-, drink- of afvalwater en warmte-koude-opslag (als er ook een koelvraag is). Kleine, buurt- of blokgebonden laagtemperatuur warmtenetten behoren ook tot de mogelijkheden.

Een collectieve warmtepomp of een warmtepomp per woning of gebouw waarderen dan de laagtemperatuur warmte verder op. In bijna alle gevallen zullen er aan de woning maatregelen getroffen moeten worden om de warmtevraag te reduceren.

Dat betekent ook dat bij het bepalen van een kansrijke startbuurt, hoofdstuk 4, ‘nabijheid van een bestaand warmtenet’ geen factor is. Het is in ieder geval verstandig om geen nieuwe woningen te blijven bouwen met een aansluiting op aardgas. Per 1 juli 2018 is de aansluitplicht op aardgas voor netbeheerders afgeschaft. Dit heeft tot gevolg dat nieuwbouwwoningen vanaf nu van een warmtepomp worden voorzien (of wanneer beschikbaar: op een warmtenet worden aangesloten).

Zie voor een overzicht van implicaties op gebouwniveau tabel 2.1. In Bijlage III een verdieping op de verschillende bronnen en de temperatuurniveaus.

	GASREFERENTIE (HT)	HOOGTEMPERATUUR	LAAGTEMPERATUUR
ISOLATIE MAATREGELEN	Niet benodigd, wel gewenst in verband met schaarste*.	Niet benodigd, wel gewenst in verband met schaarste*.	Vergaande isolatie noodzakelijk.
INPANDIGE AANPASSINGEN	Geen veranderingen (bij gebruik ander gas aanpassingen aan de ketel en inpandig leidingwerk noodzakelijk).	Minimale aanpassing: installatie warmteafleverset en verleggen cv-aansluiting.	Vergaande aanpassing: laagtemperatuurafgifte (vloerverwarming of grote radiatoren) en vergroten elektriciteitsaansluiting.
INVESTERING IN NETWERK	Investering in instandhouding huidig net (bij gebruik ander gas grotere investering door noodzakelijke vervanging).	Grote investering: aanleg nieuwe infrastructuur en warmtebron.	Investering in verzwaring elektriciteitsnet, mogelijk lokale knelpunten.
ENERGIELASTEN	Gemiddeld (huidig), hoog (wanneer gebruikgemaakt wordt van duurzame gassen).	Gemiddeld.	Laag.
BESCHIKBAARHEID BRONNEN	Duurzame bronnen zeer schaars, waarschijnlijke toepassing in procesindustrie en vrachttransport in plaats van ruimteverwarming.	Duurzame bronnen afhankelijk van locatie schaars of ruimschoots aanwezig.	Waarschijnlijk genoeg mogelijkheden voor opwekking, ook in buitenland door efficiënt transport via de kabels – aandachtspunt is balancering vraag en aanbod in de toekomst.

Tabel 2.1 Implicatie van alternatief voor aardgas op woning- of gebouwniveau

** Omdat wij verwachten dat in de loop van de tijd rendabele besparingsmaatregelen wel worden uitgevoerd, hebben wij deze verwerkt in de financiële analyse.*

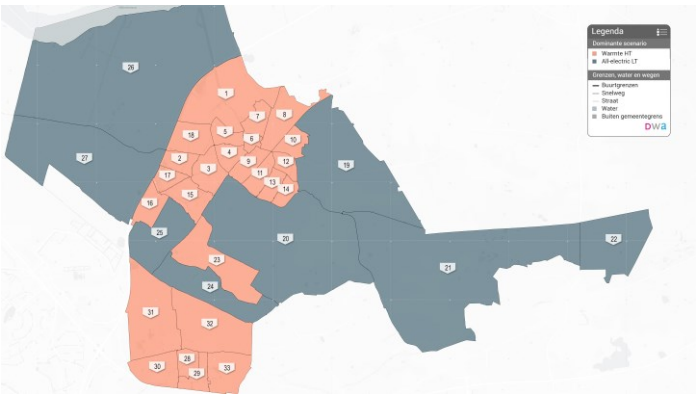
3. KOSTEN

De transitie naar aardgasvrij gaat veel geld kosten. Hoe die kosten verdeeld worden is nog onduidelijk en een belangrijk deel van de kosten hangt af van het alternatief voor aardas. Hoe hoger de temperatuur van het alternatief, hoe minder aan de woning gedaan hoeft te worden. Er moet dan wel infrastructuur aangelegd worden.

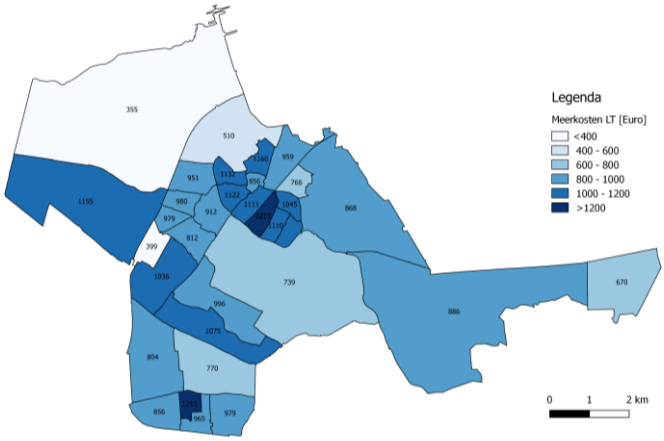
Aan de hand van een model heeft DWA de kosten voor een *hoogtemperatuurscenario* (zoals geothermie) en een *laagtemperatuurscenario* berekend voor elke buurt in Nijkerk. Deze kosten worden vergeleken met de kosten voor het *referentiescenario*: het gebruik van aardgas. Een nadere toelichting op het model en de kosten is te vinden in bijlage I.

De conclusie is dat met name voor de dichter bebouwde buurten collectieve, hoogtemperatuur warmtebronnen de laagste maatschappelijke kosten met zich meebrengen. De buitengebieden zijn te dun bebouwd voor een betaalbaar warmtenet. Hier kunnen beter individuele (laagtemperatuur) technologieën worden toegepast.

Figuur 3.1 geeft een verdeling naar buurten waar ofwel hoogtemperatuur warmte ofwel all electric de goedkoopste optie is. In figuur 3.2 is het verschil in kosten gegegeven tussen het all electric scenario en het referentiescenario; aardgas. Hieruit kan de conclusie getrokken worden dat het in de randen van de gemeentelijke dorpskernen relatief goedkoper is om de transitie naar all electric te maken dan midden in het centrum.



Figuur 3.1 Voorkeursalternatief wanneer alleen gekeken wordt naar maatschappelijke kosten (zie voor de buurtnummers figuur 4.1)



Figuur 3.2 Meerkosten ten opzichte van gasreferentie voor een all electric scenario; kosten zijn in euro's per jaar per woningequivalent

4. STARTBUURT

Waar gaan we, waarom, beginnen? We hebben nu in grote lijnen in beeld dat een ‘goedkope’ restwarmtebron niet in beeld is, en daarnaast zijn de integrale of maatschappelijk kosten van een energieconcept niet de enige reden om in een buurt wel of niet te beginnen.

De energietransitie staat niet bovenaan het prioriteitenlijstje van iedere inwoner, dus we willen vooral op zoek naar kansen waarop de transitie kan ‘meekoppelen’. Wat betreft de implicaties in de openbare ruimte geldt, zowel voor hoogtemperatuur- als voor laagtemperatuuroplossingen, dat de straat open moet: of om het elektranet te verzwaren of om een warmtenet aan te leggen.

Daarom analyseerde DWA, in overleg met een groep belangrijke stakeholders in de gemeente, een aantal kenmerken van een buurt en bekeek of, waar en wanneer die kansrijk zijn als aangrijpingskans voor (een gesprek met bewoners over) de energietransitie.

4.1 MEEKOPPELKANSEN

Geplande renovaties openbare ruimte door de gemeenten of door anderen

Werkzaamheden aan straten, wegen, riolering, pleinen of waterleidingen kunnen een aanleiding zijn om de planning van deze werkzaamheden op elkaar af te stemmen. Daarnaast leidt grondroering doorgaans tot het (voortijdig) vervangen van gasleidingen bij bepaalde soorten leiding. Vervanging van aardgasleidingen moet zoveel mogelijk vermeden worden: dit is een enorme kostenpost voor de maatschappij, die voortijdig afgeschreven zal worden in de periode tussen 2035 en 2050.

Aandeel corporatiewoningen

We moeten in gesprek met *alle* woningeigenaren in een wijk. Wanneer een groot aandeel van de woningen van één eigenaar is - de woningcorporatie - maakt dit het gesprek (iets) makkelijker. Vanzelfsprekend moeten we met elkaar op zoek naar een manier om ook de particuliere eigenaren goed te betrekken bij de opgave.

Renovatie door de woningcorporatie en het woningbedrijf

Bij uitstek een moment waarop een groter aantal woningen ‘op de schop’ gaat en een gesprek over vergaande verduurzaming aan de orde is. Dat gesprek zou verbreed kunnen worden op buurtniveau, om ook de eigenaren van aangrenzende koopwoningen te verleiden of te overtuigen dat dit het moment is om stappen te zetten. Werk met werk maken, leidt doorgaans tot lagere kosten.

Energiebesparingspotentie koopwoningen

Het grootste gedeelte van de woningen in Nijkerk bestaat uit koopwoningen. Het CBS heeft een studie gedaan naar de waarschijnlijkheid dat mensen bereid zijn te investeren in energiebesparende maatregelen, op basis van sociaal-economische factoren en bouwkundige eigenschappen van de woningen in die buurt. Een buurt met veel koopwoningen in deze doelgroep is kansrijk, omdat de bewoners de middelen en aanleiding hebben om hun huis te verduurzamen.

Gemiddeld bouwjaar

Het bouwjaar geeft inzicht in de moeilijkheidsgraad om een woning te verduurzamen. Jongere panden zijn vaak met een kleine ingreep te verduurzamen en van en warmtepomp te voorzien omdat zij al goed geïsoleerd zijn. Voor monumentale panden is dit lastig. Doorgaans zijn dit dan ook niet de eerste panden waar we aan de slag zullen gaan met de uitdaging om deze aardgasvrij te maken.

Gemiddelde warmtevraag

Voor het warmtescenario is een hoge gemiddelde warmtevraag per woning gunstig om een rendabele businesscase te garanderen bij een warmtenet; er moet voldoende afname aan warmte zijn om de aanleg van het net te kunnen rechtvaardigen en bij hogere warmtevragen zijn er minder meters net nodig voor eenzelfde afzet. Een belangrijke voorwaarde is dat de bebouwingsdichtheid ook hoog is. De bebouwingsdichtheid is vertegenwoordigd in de kosten.

Laagste kosten

Die buurt die tegen de laagste integrale kosten over zou kunnen op een volledig elektrische of duurzame warmtevoorziening, stijgt in de rangorde. De kosteninschatting is gemaakt op basis van de werkelijke gegevens over woningen en utiliteitsgebouwen in de buurten van Nijkerk.

Energielabels

Het energielabel van een woning geeft inzage in de moeilijkheidsgraad tot verduurzaming. Zo zijn woningen met een label A of B betrekkelijk gemakkelijk tot een all-electric woning te maken. De mate van isolatie is al goed. Voor een warmtescenario is het echter logischer om bij panden met een zeer laag label (D of lager) te beginnen omdat hier de meeste energie bespaard kan worden met renovaties en het toepassen van duurzame warmte. Panden met een label C of D zijn vaak het lastigst omdat bij dergelijk panden niet veel energie bespaard kan worden door renovaties, maar er nog wel flinke kosten gemaakt moeten worden om het pand geschikt te maken voor een all-electric oplossing.

In het proces van totstandkoming van deze verkenning is daarom gebruikgemaakt van onderhoudsplanningen en kennis over de bestaande woningvoorraad en infrastructuur van een aantal partners in de gemeente, zoals woningcorporatie, netbeheerder en waterleidingbedrijf.

Figuur 4.1 Wijk- en buurtverdeling in Nijkerk zoals aangehouden in de kaartenanalyse

4.2 ANALYSE

Wat blijkt, is dat er niet één specifieke buurt is waar nu meteen met de transitie begonnen kan worden. Er zijn wel enkele buurten of clusters van buurten waar er meer aangrijpingskansen zijn voor de warmtetransitie dan elders.

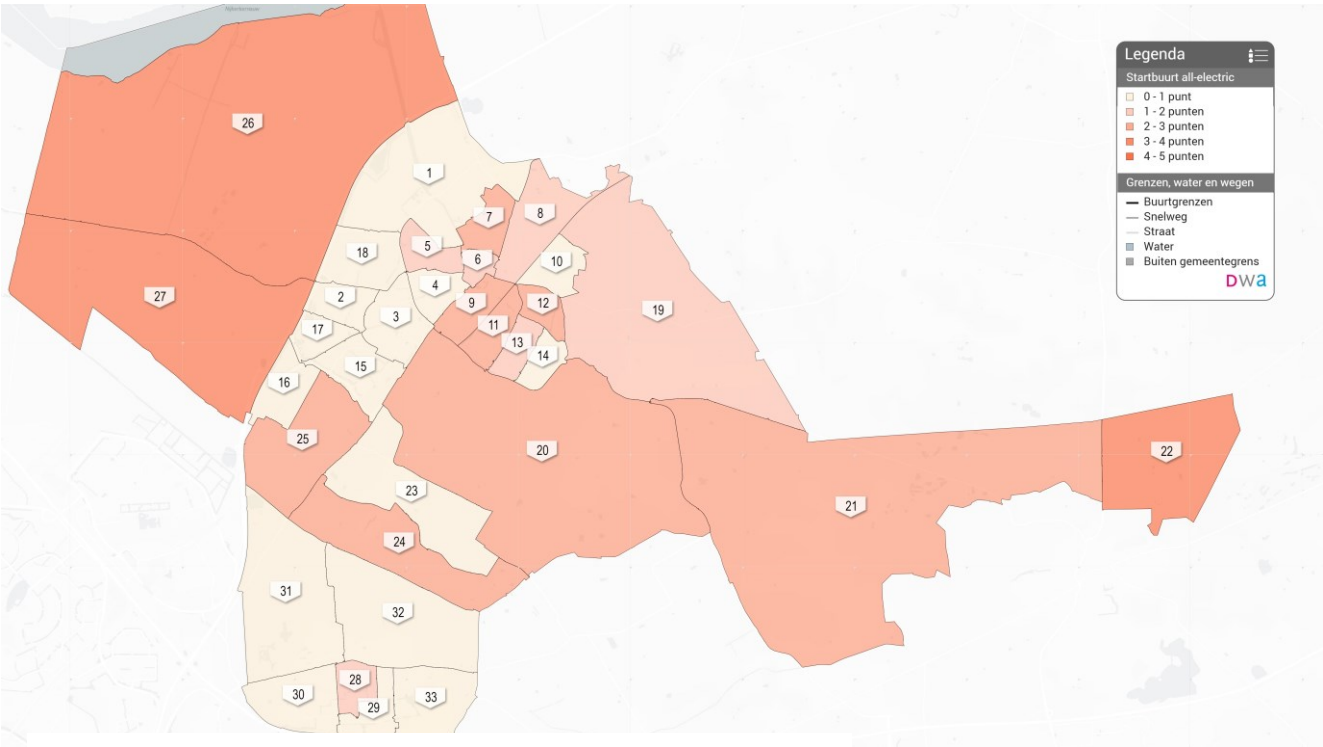
De kaarten zijn bijgevoegd in de Powerpoint 'Buurtenatlas'. Hier staan per kaart notities en de analyse, evenals de optelling van de puntentallen weergegeven in tabellen.

Elk van de meekoppelkansen heeft in het doorlopen proces een gelijk gewicht gekregen, met uitzondering van de kosten die tweemaal zo zwaar wegen. Ook wegwerkzaamheden wegen zwaar mee wanneer er meerdere renovatieplannen zijn. De buurt met het grootste aantal aangrijpingskansen is het meest geschikt om te starten met de warmtetransitie. Omdat sommige argumenten gunstig zijn voor een all-electric scenario maar niet voor warmte, en andersom, is de puntentelling gesplitst voor het hoogtemperatuur warmtescenario en het laagtemperatuur all-electric scenario.

Conclusie: van buiten naar binnen

Combineren we het laagtemperatuurscenario uit de kostenanalyse met de meekoppelkansen uit de wijkenscan, dan bieden de ver westelijke en ver oostelijke buitengebieden op dit moment de meeste aangrijpingskansen. Hier is bijvoorbeeld het bespaarpotentieel het hoogst. Wanneer er geen zicht is op warmtebronnen van hoge temperatuur, zoals geothermie of (opgewerkte) warmte van bedrijven als Arla, dan is een interessante aanpak om van buiten naar binnen te werken bij het verduurzamen richting all electric. In de buitengebieden lopen we immers niet het risico om nu investeringen te doen waar we later spijt van krijgen. Ook wanneer geothermie op termijn kansrijk is, worden deze gebieden daar naar grote waarschijnlijkheid niet op aangesloten.

Wanneer in detail wordt gekeken naar de aangrijpingskansen voor het all-electric scenario in de gemeente wordt duidelijk dat de verschillen tussen de buurten klein zijn. Ook in de overige buurten zou dus prima gestart kunnen worden met het treffen van maatregelen, bijvoorbeeld op natuurlijke momenten. In het laatste hoofdstuk een voorzet hiervoor.



Figuur 4.2 Aangrijpingskansen voor het laagtemperatuur, all-electric scenario

5. DOORKIJK EN HANDELINGSPERSPECTIEF

5.1 VERVOLGSTAPPEN

Met de kennis uit de verkenning zijn er een aantal stappen die gezet kunnen worden:

- In gesprek met Arla Foods om de mogelijkheid te onderzoeken of er restwarmte is die in te zetten is in de aangrenzende buurten.

- Afstemmen van riool-, waterleiding- en gasleidingwerkzaamheden in Nijkerk centrum met 'aanpak aardgasvrij' in het proces om te komen tot een Transitievisie Warmte.

- Verder onderzoeken van de koudevraag van kantoren, scholen en industriegebieden en in kaart brengen welke gebieden zich lenen voor het toepassen van warmte-koudeopslag. De wko's kunnen gebruikt worden als bron voor laagtemperatuurwarmte, maar kunnen ook hoogtemperatuurwarmte leveren wanneer toegepast met collectieve hoogtemperatuurwarmtepompen.

- Verder onderzoeken van de potentie en de kosten van het produceren van groen gas uit biogas. Zet het biogas in combinatie met hybride warmtepompen in, daar waar andere technologieën niet voor handen zijn.

- Beginnen met het communiceren van no-regret maatregelen (zie hierna) naar alle bewoners en stimuleren van het benutten van natuurlijke momenten om (kleine) stappen te maken in het verduurzamen van de eigen woning in met name de buurten die verder van het centrum liggen.

Leidraad, RES en Transitievisie

Deze verkenning kwam tot stand in een snel veranderende wereld, waar koepels als de VNG aan 'Klimaattafels' vergaande afspraken maken over de verantwoordelijkheid van elke gemeente in de energietransitie. Het belang daarvan is duidelijk en is meervoudig: bewoners hebben recht op duidelijkheid, netbeheerders willen weten hoe ze moeten omgaan met aardgas-, elektra-, warmte- en andere infrastructuur en er moet zicht komen op de verdeling en de financiering van de kosten. In kleine stappen lossen we dat met elkaar op.

Dát er wat gaat veranderen, is veel bewoners als wel duidelijk. Dat neemt niet weg dat het goed is om hierover snel als gemeente, samen met partners, te gaan communiceren. Daarnaast moet er nog het één en ander onderhandeld en bedacht worden.

In het najaar van 2019 komt het Rijk (PBL) met een **Leidraad**. Die bestaat uit twee delen: een overzicht van de fysieke kenmerken van de gemeente op buurtniveau en een handreiking bij hoe om te gaan met kaarten en data die bij stakeholders in de stad opgevraagd moeten gaan worden. Met deze verkenning is dat werk gedaan. Te zijner tijd is het goed om de uitkomsten van deze verkenning te vergelijken met de Leidraad en eventuele verschillen, samen met de stakeholders, te duiden.

Ondertussen werkt de regio aan een **Regionale Energiestrategie (RES)**. Die bestaat uit een *warmte*- en een *elektriciteits*strategie (RSW, RSE). Feitelijk is dit een regionale 'onderhandeling' met als vraag hoe regionale warmtebronnen verdeeld worden en waar elektriciteit regionaal opgewekt wordt.

Parallel wordt aan gemeenten gevraagd om te starten met een **Transitievisie Warmte**. De RES is daar straks input voor. Deze transitievisie is allereerst een gezamenlijk product van de *gemeente* (bewoners, ondernemers) en de *gemeenteraad*. De transitievisie maakt uiterlijk in 2021 duidelijk welke buurten uiterlijk in 2030 van het aardgas gaan, en werkt daarvoor een **Wijkuitvoeringsplan** (WUP) uit. Om van deze verkenning de stap te maken naar een transitievisie, zijn in grote lijnen drie aanvullende elementen nodig:

- Een *participatie-component*: betrekken van bewoners en organisatie bij het opstellen van 'hun' gemeentelijke visie
- Een *bestuurlijke component*: de gemeenteraad moet nadrukkelijk betrokken gaan worden; het moet ook hun visie worden;
- Een *uitvoeringscomponent*: een beeld bij de uitvoering in de eerste buurten waar we aan de

slag gaan. Wat gaan we daar doen, met wie, waarom, hoe gaan we dat organiseren, hoe financieren we dat, etc.

In de Transitievisie Warmte leggen we dat transparant en navolgbaar vast, zodat wanneer de transitievisie onderdeel wordt van de Gemeentelijke Omgevingsvisie (GOVI), aan de vereisten van de Omgevingswet voldaan zijn.

5.2 HANDELINGS-PERSPECTIEF

Wat zijn nu maatregelen die bewoners stapsgewijs en rendabel kunnen doorvoeren? Hierbij wordt onderscheidt gemaakt tussen panden van verschillende bouwperiodes omdat de implicaties daarvoor zeer uiteen lopen.

Jonge woningen (vanaf 1992)

No regret- verdient zich terug

- Isolatiecontrole en kierdichting.
- Plaatsen van zonnepanelen.
- Plaatsen hybride warmtepomp.

Op natuurlijk moment - dan maak je toch al kosten

- Glas naar hr^{++}-glas als dit nog niet het geval is.
- Afgiftesysteem aanpassen naar volledig laagtemperatuur.
- Plaatsen warmtepomp.

Na-oorlogse woningen

No regret

- Plaatsen van zonnepanelen.
- Controle isolatiegraad en mogelijkheden tot na-isoleren.
- Kierdichting.

Op natuurlijk moment

- Plaatsen hybride warmtepomp.
- Glas naar hr^{++}-glas, kozijn vervangen.
- Isolatiemaatregelen uitvoeren.
- Afgiftesysteem aanpassen naar volledig laag-temperatuur.

Als schil en afgiftesysteem aangepast zijn

- Plaatsen warmtepomp.

Vooroorlogse woningen

Dit zijn de moeilijkste woningen. Er zijn niet altijd mogelijkheden om te isoleren, en het gaat vaak om woningen die gevoelsmatig of officieel tot beschermd stadsgezicht behoren.

No regret

- Plaatsen van zonnepanelen (waar mogelijk).
- Kierdichting.
- Controle isolatiegraad en mogelijkheden tot na-isoleren.

Op natuurlijk moment

- Glas naar hr^{++}-glas, eventueel kozijn vervangen (waar mogelijk).
- Isolatiemaatregelen uitvoeren.
- Plaatsen hybride warmtepomp.

Als schil aangepast is

- Implementatie van afgiftesysteem en verwarmingstechniek zonder aardgas die past bij de kwaliteit van de schil (meerdere opties mogelijk).

Het grootste gedeelte van de *utiliteitsbouw* in Nijkerk bestaat uit de functie ‘industrie’. Dit zijn meestal onverwarmde ruimtes zoals opslaghallen, loodsen, schuren, et cetera. Dit leidt ertoe dat de geschatte warmtevraag (niet zijnde proceswarmte) van de utiliteitsbouw niet zo groot is, namelijk 14% van het totaal.

No regret

- Plaatsen van zonnepanelen.
- Controle isolatiegraad en mogelijkheden tot na-isoleren.
- Kierdichting.
- Verwarmingsbatterij in lbk naar laagtemperatuur brengen waar mogelijk.

Op natuurlijk moment

- Plaatsen hybride warmtepomp.
- Glas naar hr^{++}-glas, eventueel kozijn vervangen.
- Isolatiemaatregelen uitvoeren.
- Afgiftesysteem aanpassen naar volledig laag-temperatuur.
- Warmteterugwinning implementeren in de lbk waar mogelijk.

Als schil en afgiftesysteem aangepast zijn

Plaatsen warmtepomp.

BIJLAGE I KOSTENMODEL

Methode

Voor een beter begrip van de uitkomsten lichten we de werking van het rekenmodel toe waarmee de financiële analyse tot stand is gekomen. We bespreken opeenvolgend:

1. **basisopzet** – de belangrijkste principes en keuzes achter de opzet van de financiële analyse;
2. **scenario's** – een korte beschrijving van de belangrijkste principes en insteek van het tweetal scenario's doorgerekend met het rekenmodel;
3. **classificatie van panden** – de onderverdeling van alle panden in de gemeente over verschillende categorieën;
4. **berekening van de energievraag** – de gehanteerde uitgangspunten bij de bepaling van de energievraag van panden;
5. **overige aspecten** – toelichting bij enkele termen en principes waarvan kennis kan worden genomen bij de interpretatie van de uitkomsten.

Basisopzet

Integrale kosten

Alle scenario's zijn doorgerekend uit maatschappelijk perspectief op basis van integrale kosten. Dit houdt in dat er geen onderscheid wordt gemaakt tussen wie welk deel van de kosten betaalt. Dit maakt het mogelijk om in een eerste stap te bekijken welke oplossingsroute over het totaal aan kosten bezien de beste financiële perspectieven biedt. De afbeelding hiernaast laat zien welke kostenposten onderdeel zijn gemaakt van de analyse.

In een tweede stap kan vervolgens bekeken worden hoe de kosten over partijen (eindafnemers, exploitanten, netbeheerders, corporaties, et cetera) verdeeld kunnen worden, hoe dit zich verhoudt tot de huidige onderverdeling van kosten bij gebruik van aardgas en wat dit betekent voor de financieringsopgave. Deze vervolgstap valt echter verder buiten de scope van voorliggend rapport.

Jaarlasten

Alle kosten zijn omgerekend naar jaarlasten in €/woning of WEQ1 om eenduidige onderlinge vergelijkingen tussen scenario's en buurten mogelijk te maken. De totale energie- en onderhoudskosten maken hier bijvoorbeeld deel van uit, maar ook investeringskosten zijn naar jaarlasten teruggerekend op basis van aangenomen afschrijftermijnen en rentepercentages.

Scenario's

We kijken met het rekenmodel naar een drietal scenario's.

[1] Voor utiliteit wordt 100 m² aangehouden als één 'woningequivalent'.

0 - Aardgas (referentie)

Hoe zouden de kosten zich ontwikkelen wanneer alle panden op aardgas aangesloten zouden blijven? In dit scenario wordt met conventionele aardgasgestookte installaties gerekend en wordt een beperkte reductie in de warmtevraag aangenomen door toepassing van rendabele energiebesparende maatregelen met beperkte praktische impact bij implementatie.

1 - All-electric

In het tweede scenario kijken we naar een all-electric oplossing op individueel gebouw-/woningniveau.

In de berekeningen is hierbij voor woningen en utiliteitsbouw zonder koudevraag een warmtepomp met buitenlucht als bron aangehouden, omdat de praktische inpasbaarheid van dit type all-electric oplossing relatief goed inpasbaar is in bestaande bouw. Dat wil zeggen dat de plaatsing van een buitenluchtcollector vaak beter is in te passen in vergelijking tot oplossingen waarbij gebruik wordt gemaakt van bodemwarmte. Voor utiliteit met een koudevraag gaan wij uit van een warmtepomp met warmte-koudeopslag (wko) in de bodem. Met dit systeem kan gedurende de zomerperiode in koeling worden voorzien voor een fractie van de kosten van een conventionele koelmachine. Ook heeft een bodemgekoppelde warmtepomp een beter rendement in verwarmingsbedrijf ten opzichte van een warmtepomp met buitenluchtcollector.

2 - Warmte

Als derde oplossingsrichting kijken we naar het kostenplaatje wanneer er wordt aangesloten op een warmtenet. Uiteraard is er binnen het thema 'warmtenet' ook een veelvoud aan subvarianten denkbaar, waarbij vooral het toe te passen type warmtebron tot grote verschillen in kosten kan leiden. De ontwikkelingen van een geothermiebron zijn relatief hoog in verhouding tot bijvoorbeeld industriële restwarmte. Voor de berekeningen in dit rapport zijn de kosten gebaseerd op de ontwikkeling van een geothermiebron. De kosten voor aanleg van leidingnetten, welke het grootste aandeel op de totaalbegroting van een warmtenet vormen, variëren niet tussen de verschillende warmtebronnen. De kosten om de warmte te produceren, operationele kosten én kapitaalslasten voortvloeiend uit investeringen, verschillen hierbij.

Maatwerk

Zoals eerder aangestipt, rekenen we het all-electric scenario door op basis van toepassing van luchtwarmtepompen (woningen) en wko (utiliteit). Uiteraard zal niet overal dit specifieke type oplossing worden toegepast. Er kan immers waar beschikbaar ook goed gebruik worden gemaakt van bodemlussen, asfaltcollectoren, laagtemperatuurrestwarmte uit industriële processen et cetera. In de praktijk is een afweging tussen en selectie van subvarianten dus wel degelijk aan de orde. Bijvoorbeeld omdat de ene variant vanuit de TCO bezien net iets aantrekkelijker is dan de andere, of zal de keus juist op een subvariant vallen die iets duurder is in het gebruik, maar het goedkoopst is in aanschaf.

Daarnaast spelen, los van de financiële aspecten, verschillende praktische overwegingen een belangrijke rol in de keuze. Het risico op geluidsoverlast door toepassing van buitenluchtcollectoren kan bijvoorbeeld aanleiding geven voor een iets duurdere bodemlus te kiezen. Ook kan blijken dat een bepaalde collectieve oplossing op blokniveau interessant is, bijvoorbeeld synergie tussen de warmte- en koudevraag van een woningcomplex en een nabijgelegen kantoorpand dankzij toepassing van wko.

Classificatie van panden

In de analyse zijn alle panden (woningen en utiliteitsgebouwen) onderverdeeld in categorieën waarbij de volgende aspecten bepalen in welke categorie een pand binnen het rekenmodel is ondergebracht.

- **Bouwjaarklasse**
  - Vijf bouwjaarklassen voor woningbouw.
  - Twee bouwjaarklassen voor utiliteitsbouw.
- **Type woningbouw**
  - Grondgebonden woningen.
  - Gestapelde woningen.
- **Type utiliteitsbouw**
  - Utiliteitsbouw zonder koudevraag.
  - Utiliteitsbouw met koudevraag.

Bouwjaarklasse

De indeling in bouwjaarklassen is geijkt op periodes waarin de woningbouw in Nederland veelal gelijke eigenschappen kent. Voor utiliteit is 1980 een omslagpunt. Na 1980 is de bouw meer modern te noemen.

Type woningbouw

Voor grondgebonden en gestapelde woningbouw is gedifferentieerd in de kosten voor infrastructuur en bouwkundige maatregelen.

Type utiliteitsbouw

Voor utiliteitsbouw is de warmte- en koudevraag gedifferentieerd naar gebruiksfunctie. Voor panden met een industriefunctie is bijvoorbeeld aangenomen dat de warmte-/koudevraag zeer laag is (dit betreft voornamelijk loodsen, hallen en opslag), terwijl bijvoorbeeld kantoorpanden wel veel warmte en koeling vragen.

Berekening van de energievraag

Voor de berekening van de warmtevraag van woningen is gebruikgemaakt van data over standaard jaarverbruiken van kleinverbruikers. Deze worden voor Nijkerk jaarlijks gepubliceerd door Liander.

Voor utiliteitsbouw is een dergelijke databron niet beschikbaar. De warmte-/koudevraag van utiliteit is daarom ingeschat aan de hand van kentallen over de energievraag per m² gebruiksoppervlak. Dit is in de utiliteitsbouw gebruikelijk in bijvoorbeeld de ontwerpfase van een nieuw kantoorgebouw en sluit daarom goed aan bij de werkelijkheid. Voor utiliteit is verder per functie een inschatting gemaakt van het percentage verwarmd oppervlak en het percentage oppervlak waar zowel verwarming als koeling is toegepast. Industrieel energieverbruik valt buiten de scope van de analyse.

Uitkomsten

De kaart in figuur 3.1 toont de belangrijkste uitkomst van de financiële analyse: de dominante techniek per buurt. Deze kaart is een product van de berekening van de meerkosten per techniek: de berekende gemiddelde jaarlasten (maatschappelijke kosten) in €/WEQ bedragen bij toepassing van respectievelijk het all-electric en het warmtescenario **ten opzichte van de referentie op aardgas.** Met andere woorden, de bedragen tonen de meer- of minderkosten ten opzichte van een situatie waarin men gebruik blijft maken van aardgas. Hierbij is gerekend met ‘goedkope’ warmte (industriële restwarmte).

De volgende tabel toont een overzicht van de belangrijkste uitgangspunten achter de financiële analyse.

Uitgangspunten financiële analyse

FINANCIEEL

INPANDIG		
Rentepercentage voor jaarlasten isolatiemaatregelen en LTV	5%	
Rentepercentage voor jaarlasten ventilatie	5%	
Rentepercentage voor jaarlasten opwekinstallaties	5%	
Rentepercentage voor netwerken in woning/bedrijfspand	5%	
Afschrijvingstermijn voor jaarlasten isolatiemaatregelen en LTV	40	jaar
Afschrijvingstermijn voor jaarlasten ventilatie	15	jaar
Afschrijvingstermijn voor jaarlasten opwekinstallaties	15	jaar
Afschrijvingstermijn voor jaarlasten netwerken in woning/bedrijfspand	40	jaar

OPENBARE RUIMTE		
Rentepercentage voor netwerken buiten het pand (collectieve infrastructuur)	5%	
Rentepercentage voor warmteopwekker warmtenet	5%	
Afschrijvingstermijn voor netwerken buiten het pand (collectieve infrastructuur)	50	jaar
Afschrijvingstermijn warmteopwekker warmtenet	20	jaar

WONINGEN

ENERGIEKOSTEN		
Tarief aardgas per m^3 voor woningen (exclusief btw)	0,50	euro/m^3
Kosten van opwekking warmte per GJ warmtevraag van woningen	1	euro/GJ vraag
Elektriciteitstarief per kWh voor woningen (alle types) exclusief btw	0,16	euro/kWh

BESPARINGSPERCENTAGES		
Rendabele besparing laagbouw woning tot en met 1945	27%	
Rendabele besparing laagbouw woning 1946-1964	22%	
Rendabele besparing laagbouw woning 1965-1974	19%	
Rendabele besparing laagbouw woning 1975-1991	13%	
Rendabele besparing laagbouw woning 1992-heden	5%	
Rendabele besparing hoogbouw woning tot en met 1945	37%	
Rendabele besparing hoogbouw woning 1946-1964	28%	
Rendabele besparing hoogbouw woning 1965-1974	27%	
Rendabele besparing hoogbouw woning 1975-1991	17%	
Rendabele besparing hoogbouw woning 1992-heden	13%	
Maximale besparing laagbouw woning tot en met 1945	37%	
Maximale besparing laagbouw woning 1946-1964	32%	
Maximale besparing laagbouw woning 1965-1974	29%	
Maximale besparing laagbouw woning 1975-1991	23%	
Maximale besparing laagbouw woning 1992-heden	15%	
Maximale besparing hoogbouw woning tot en met 1945	47%	
Maximale besparing hoogbouw woning 1946-1964	38%	
Maximale besparing hoogbouw woning 1965-1974	37%	
Maximale besparing hoogbouw woning 1975-1991	27%	
Maximale besparing hoogbouw woning 1992-heden	23%	

INVESTERING ISOLATIEMAATREGELEN		
Investeringskosten isolatiemaatregelen rendabel laagbouw woning bouwjaar tot en met 1945	12.500	euro/woning

Investeringskosten isolatiemaatregelen rendabel laagbouw woning bouwjaar 1946-1964	8.500	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen rendabel laagbouw woning bouwjaar 1965-1974	10.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen rendabel laagbouw woning bouwjaar 1975-1991	9.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen rendabel laagbouw woning bouwjaar 1992-heden	1.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen rendabel hoogbouw woning bouwjaar tot en met 1945	4.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen rendabel hoogbouw woning bouwjaar 1946-1964	4.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen rendabel hoogbouw woning bouwjaar 1965-1974	4.500	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen rendabel hoogbouw woning bouwjaar 1975-1991	4.500	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen rendabel hoogbouw woning bouwjaar 1992-heden	2.500	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen maximaal laagbouw woning bouwjaar tot en met 1945	25.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen maximaal laagbouw woning bouwjaar 1946-1964	20.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen maximaal laagbouw woning bouwjaar 1965-1974	20.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen maximaal laagbouw woning bouwjaar 1975-1991	15.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen maximaal laagbouw woning bouwjaar 1992-heden	5.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen maximaal hoogbouw woning bouwjaar tot en met 1945	10.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen maximaal hoogbouw woning bouwjaar 1946-1964	10.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen maximaal hoogbouw woning bouwjaar 1965-1974	10.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen maximaal hoogbouw woning bouwjaar 1975-1991	10.000	euro/woning
Investeringskosten isolatiemaatregelen maximaal hoogbouw woning bouwjaar 1992-heden	4.500	euro/woning

INVESTERING OPWEKKERS		
Investering nieuwe cv-ketel per woning (laagbouw+hoogbouw) (op basis van warmtewet)	1.611	euro/woning
Investering verwijderen gasaansluiting woning (laagbouw), relevant voor warmte/all-electric)	540	euro/woning
Investering verwijderen gasaansluiting woning (hoogbouw), relevant voor warmte/all-electric)	290	euro/woning
Investering warmte-afleverset en inpandige cv-strangen woningen laagbouw	3.700	euro/woning
Investering warmte-afleverset en inpandige cv-strangen woningen hoogbouw	2.300	euro/woning
Luchtwarmtepomp + inpassing woning laagbouw+hoogbouw	9.000	euro/woning

INVESTERING ONDERSTEUNENDE INSTALLATIES (ALL-ELECTRIC)		
Investering ventilatie aanleggen woning laagbouw (natuurlijk moment)	-	euro/woning
Investering LT-verwarming aanleggen woning laagbouw (natuurlijk moment)	3.000	euro/woning
Investering ventilatie aanleggen woning hoogbouw (natuurlijk moment)	-	euro/woning
Investering LT-verwarming aanleggen woning hoogbouw (natuurlijk moment)	2.000	euro/woning

UTILITEIT

ENERGIEKOSTEN		
Tarief aardgas per m^3 voor utiliteit (exclusief btw)	0,48	euro/m^3
Kosten van opwekking warmte	1	euro/GJ vraag
Elektriciteitstarief per kWh voor utiliteit (alle types) exclusief btw	0,12	euro/kWh

BESPARINGSPERCENTAGES	
Rendabele besparing op warmte voor utiliteit zonder koude tot en met 1980	20%
Rendabele besparing op warmte voor utiliteit zonder koude 1981-heden	10%
Rendabele besparing op warmte voor utiliteit met koude tot en met 1980	20%
Rendabele besparing op warmte voor utiliteit met koude 1981-heden	10%
Maximale besparing op warmte voor utiliteit zonder koude tot en met 1980	35%
Maximale besparing op warmte voor utiliteit zonder koude 1981-heden	20%
Maximale besparing op warmte voor utiliteit met koude tot en met 1980	35%
Maximale besparing op warmte voor utiliteit met koude 1981-heden	20%
Op koudevraag wordt niet bespaard.	

INVESTERING ISOLATIEMAATREGELEN

Kosten isolatiemaatregelen rendabel utiliteit (alle bouwjaren)	20	euro/m^2
Kosten isolatiemaatregelen maximaal utiliteit (alle bouwjaren)	50	euro/m^2

INVESTERING OPWEKKERS		
Investeringskosten gasketel voor utiliteit	6,60	euro/m^2
Investering verwijderen gasaansluiting utiliteit (relevant bij warmtenet/warmtepomp)	2,00	euro/m^2
Investering warmte-afleverset en GJ-meter utiliteit	7,50	euro/m^2
Investering warmte-afleverset en inpandige cv-strangen utiliteit (alle bouwjaren)	10,00	euro/m^2
Investering luchtwarmtepomp + inpassing voor utiliteit zonder koude	50,00	euro/m^2
Investering wko + bodemwarmtepomp voor utiliteit met koudevraag	75,00	euro/m^2
Investering koelmachine voor utiliteit (alleen voor gas- en warmtescenario)	24,00	euro/m^2

INVESTERING ONDERSTEUNENDE INSTALLATIES (ALL-ELECTRIC)		
Investering ventilatie aanleggen utiliteit tot en met 1980 (natuurlijk moment)	10,00	euro/m^2
Investering LT-verwarming aanleggen utiliteit vóór 1980 (natuurlijk moment)	20,00	euro/m^2
Investering ventilatie aanleggen utiliteit 1981-heden (natuurlijk moment)	7,00	euro/m^2
Investering LT-verwarming aanleggen utiliteit 1981-heden (natuurlijk moment)	20,00	euro/m^2

ONDERHOUD INPANDIGE INSTALLATIES

WONINGEN EN UTILITEIT		
Onderhoudskosten cv-ketel voor woningen (Warmtewet, alle typen)	116,95	euro/woning per jaar
Onderhoudskosten als percentage van investering voor gasketel (alleen voor utiliteit gebruikt)	2%	per jaar
Onderhoudskosten als percentage van investering voor koelmachine (alleen voor utiliteit)	2%	per jaar
Onderhoudskosten als percentage van investering voor warmteset	2%	per jaar
Onderhoudskosten als percentage van investering voor warmtepomp (+ eventueel wko)	3%	per jaar

COLLECTIEVE NETWERKEN

GASNET		
Investering instandhouding collectief gasnet laagbouw (alle jaartallen)	3.000	euro/woning
Investering instandhouding collectief gasnet hoogbouw (alle jaartallen)	2.200	euro/woning
Investering instandhouding collectief gasnet utiliteit (alle jaartallen)	25	euro/m^2
Onderhoudskosten gasnetwerk als percentage van de investering	1%	per jaar

WARMTENET		
Kosten aanleg warmtenet laagbouw (alle jaartallen)	6.000	euro/woning
Investering warmte-opwekker voor laagbouw (alle jaartallen)	1.000	euro/woning
Kosten aanleg warmtenet hoogbouw (alle jaartallen)	4.050	euro/woning
Investering warmte-opwekker voor hoogbouw (alle jaartallen)	1.000	euro/woning
Kosten aanleg warmtenet utiliteit (alle jaartallen)	33	euro/m^2
Investering warmte-opwekker voor utiliteit (alle jaartallen)	45	euro/m^2
Onderhoudskosten warmtenetwerk als percentage van de investering	1%	per jaar
Onderhoudskosten als percentage van investering voor warmte-opwekker warmtenet	2%	per jaar

ELEKTRICITEITSNET		
Kosten verzwaring elektriciteitsnet laagbouw (alle jaartallen)	3.000	euro/woning
Kosten verzwaring elektriciteitsnet hoogbouw (alle jaartallen)	3.000	euro/woning
Kosten verzwaring elektriciteitsnet utiliteit (alle jaartallen)	15	euro/m^2
Onderhoudskosten elektriciteitsnetwerk als percentage van de investering	1%	per jaar

BIJLAGE II OVERZICHT VAN SUBVARIANTEN

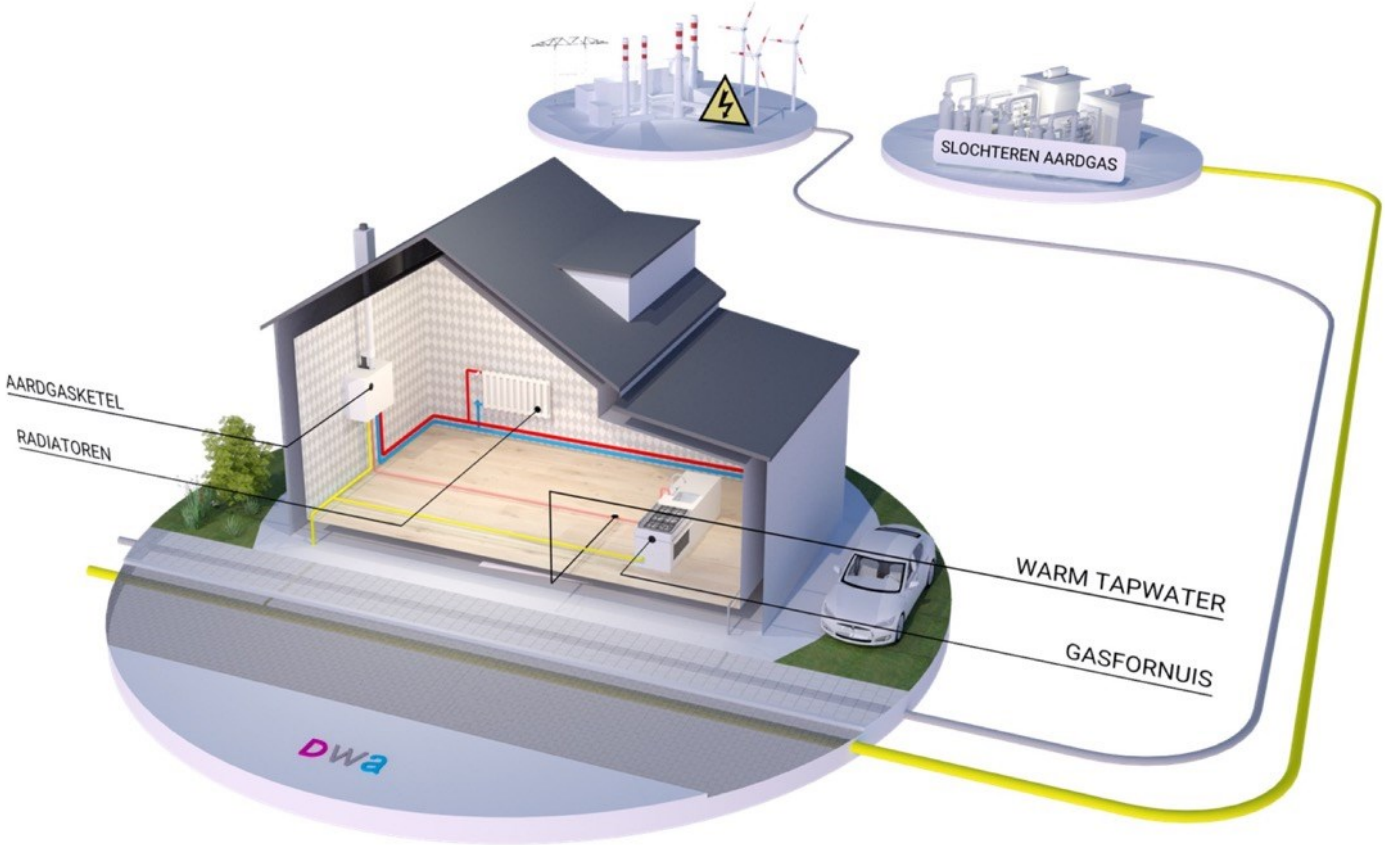
Op de volgende factsheets zijn een aantal veelbesproken energieconcepten uiteengezet.

● = Laagtemperatuur, ● = Hoogtemperatuur, ● = collectief systeem, ● = individueel woningniveau.

Subvarianten		In context van de rapportage, financiële analyse en visie
A	Combiketel aardgas ●●	Doorgerekend in de financiële analyse onder de naam 'referentie'.
B	Warmtenet restwarmte ●●	Doorgerekend in de financiële analyse onder de naam 'goedkope warmte',
C	Warmtenet geothermie ●●●	Doorgerekend in de financiële analyse onder de naam 'dure warmte'
D	Houtpelletketel ●●	• Dit concept is wegens aandachtspunten op het gebied van duurzaamheid, beschikbaarheid en uitstof van fijnstof geen onderdeel gemaakt van de integrale analyse. Grootschalige toepassing van dit concept lijkt niet wenselijk of realistisch. • Ten opzichte van de referentie op aardgas liggen de aanschafkosten wat hoger, een houtpelletketel is een factor 8 – 10 duurder in verhouding tot een aardgasketel. De verbruikskosten liggen momenteel op vergelijkbaar of iets lager niveau ten opzichte van aardgas. • In verhouding tot het 'warmte'scenario liggen de kosten van dit concept hoger, in verhouding tot het 'all-electric' scenario liggen de kosten lager.
E	Biogas ●●	• Dit concept is wegens aandachtspunten op het gebied van beschikbaarheid onderdeel gemaakt van de integrale analyse. De kosten van biogas zijn onbekend, maar het is aannemelijk dat de kosten van dit concept tussen het 'warmte'scenario en het 'all-electric' scenario in liggen.
F	Hybride warmtepomp ●●●	• Dit concept brengt ons niet tot de uiteindelijke eindstreep in 2050 wanneer aardgas volledig uitgefaseerd moet zijn. Daarom vormt dit concept geen onderdeel van de integrale analyse. Wel kan dit concept mogelijk op plaatsen worden toegepast waar duidelijk is dat het gasnet de komende 15+ jaar nog in gebruik blijft, zodat het verbruik van aardgas tussentijds al omlaag kan totdat later richting 2050 het aardgas volledig wordt afgesloten. • De kosten van dit concept liggen in aanschaf en gebruik iets maar niet substantieel hoger in verhouding tot de referentie. Omdat aanpassingen aan de woning niet noodzakelijk zijn, valt dit concept een stuk goedkoper uit in verhouding tot het scenario 'all-electric'. De kosten liggen in dezelfde orde van grootte als het 'warmte'scenario.
G	Warmtepomp met buitenluchtcollector ●●	Doorgerekend in de financiële analyse onder de naam 'all-electric'. Dit concept voorziet niet in de mogelijkheid tot duurzaam koelen.
H	Warmtepomp met bodemcollector ●●	Een subvariant op het doorgerekende scenario 'all-electric', waarbij de bronwarmte uit de bodem wordt gewonnen in plaats van uit de buitenlucht. Dit maakt het concept in aanschaf iets duurder, maar dankzij een hogere bronwarmtetemperatuur in gebruik iets goedkoper. Dit concept voorziet in duurzame koeling.
I	Warmtepomp met collectieve bron ●●	Een subvariant op het doorgerekende scenario 'all-electric', waarbij de bronwarmte in plaats van uit de buitenlucht uit een wko-bron, eventueel in combinatie met andere 'regeneratiebronnen' zoals oppervlaktewater, riothermie of een afvalwaterzuivering komt. Koppeling tussen de wko-bron, de regeneratiebronnen en de woningen vereist aanleg van een warmtenet. Door de investeringskosten in dit warmtenet en de wko-bron vallen de kosten van dit concept significant hoger uit ten opzichte van de all-electric variant zoals doorgerekend in de analyse. Ook dient er vaak een exploitant aangesteld te worden voor exploitatie en beheer van het collectieve energiesysteem. Deze subvariant is doorgaans alleen interessant wanneer er een combinatie gezocht kan worden met bronwarmte of laagtemperatuurwarmtebron met voldoende vermogen waardoor het wko-systeem achterwege kan blijven, of in combinatie met aansluiting van afnemers waarvoor koude waarde heeft, bijvoorbeeld kantoorpanden.

A – Referentie op aardgas

Hoogtemperatuur



Werking

Water wordt met een aardgasgestookte ketel opgewarmd naar 60°C voor tapwaterverwarming en 40-90°C voor ruimteverwarming. Om de warmte in de woning te brengen zijn radiatoren, convectoren of vloerverwarming aangebracht. Een combiketel fungeert als doorstroomtoestel, warmtapwater is daardoor altijd direct beschikbaar.

Praktische impact nihil

Het temperatuurbereik tot 90°C geeft een combiketel voldoende verwarmingsvermogen om elke willekeurige woning op temperatuur te kunnen houden. Het is een flexibel systeem, toepassing van een combiketel stelt geen minimumvereisten aan isolatiegraad of type afgiftesysteem.

Beschikbaarheid: eindig

De gasproductie in Groningen wordt beëindigd en voortzetting van de gaswinning elders is in strijd met de klimaatdoelstellingen van Parijs. Voor ruimteverwarming van gebouwen en woningen kunnen we daarom stellen dat aardgas in Nederland op zijn retour is.

Ruimtebeslag is gebruikelijk

In het publieke domein is reeds op de meeste plekken ruimte voor een gasleidingnet gereserveerd, in de woning wordt een compacte combiketel opgehangen, meestal in combinatie met radiatoren in de ruimten.

Uitstoot van CO_2

Bij verbranding van aardgas komt CO_2 vrij wat via de schoorsteen in de atmosfeer wordt geloosd, door een gemiddelde eengezinswoning telt dit jaarlijks op tot zo'n 3 – 5 ton.

Lage kosten in aanschaf

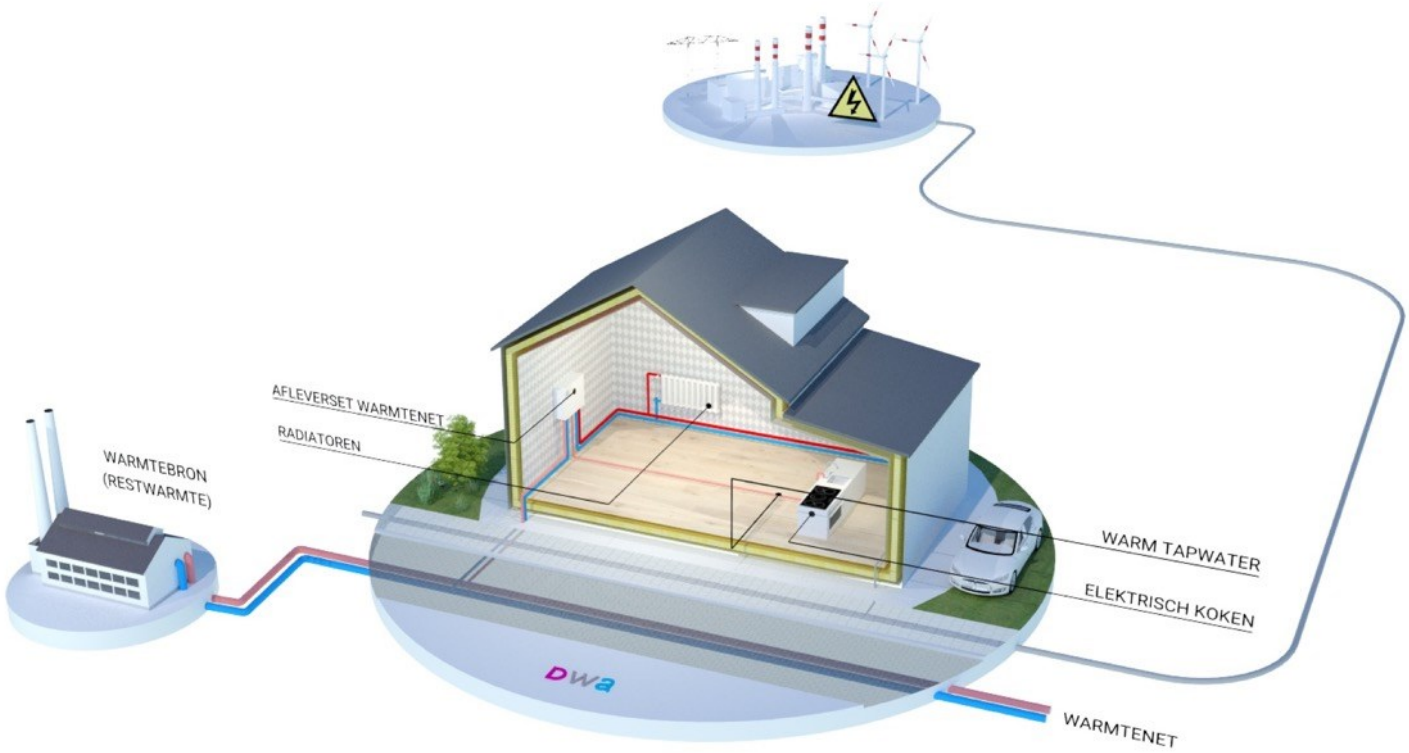
Goedkoop in aanschaf dankzij beperkte eisen aan bouwkundige kwaliteit en lage investeringskosten in installaties.

Gemiddelde kosten in gebruik

Aardgas vormt de referentie in verwachte gebruikskosten.

B - Warmtenet met restwarmte

Hoogtemperatuur



Werking

Dit concept functioneert op hoogtemperatuurniveau. (Rest)warmte uit een bron elders wordt via een warmtenet en een daarop aangesloten afleverset aan het cv-systeem in de woning overgebracht. De set levert 60°C voor tapwaterverwarming en 40-90°C voor ruimteverwarming. De afleverset wordt aangesloten op radiatoren, convectoren of vloerverwarming. Een afleverset fungeert als doorstroomtoestel, warmtapwater is daardoor altijd direct beschikbaar.

Praktische impact in woning nihil

Het temperatuurbereik tot 70-90°C geeft een afleverset voldoende verwarmingsvermogen om elke willekeurige woning op temperatuur te kunnen houden. Het is een flexibel systeem, toepassing van een afleverset stelt geen strikte minimumvereisten aan isolatiegraad of het type afgiftesysteem.

Beschikbaarheid: regionaal gelimiteerd

Binnen Nijkerk zelf zijn er weinig potentiële hoogtemperatuurrestwarmtebronnen aanwezig.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

In het publieke domein moet ruimte worden gereserveerd voor de aanleg van een warmtenet. In de woning wordt een compacte afleverset opgehangen en via twee leidingen met het warmtenet in de straat verbonden.

Lage uitstoot van CO_2

De CO_2-uitstoot ligt bij toepassing van industriële restwarmte significant lager dan bij gebruik van een gasketel. De precieze uitstoot die nog resteert is situatie afhankelijk.

Relatief lage kosten in aanschaf

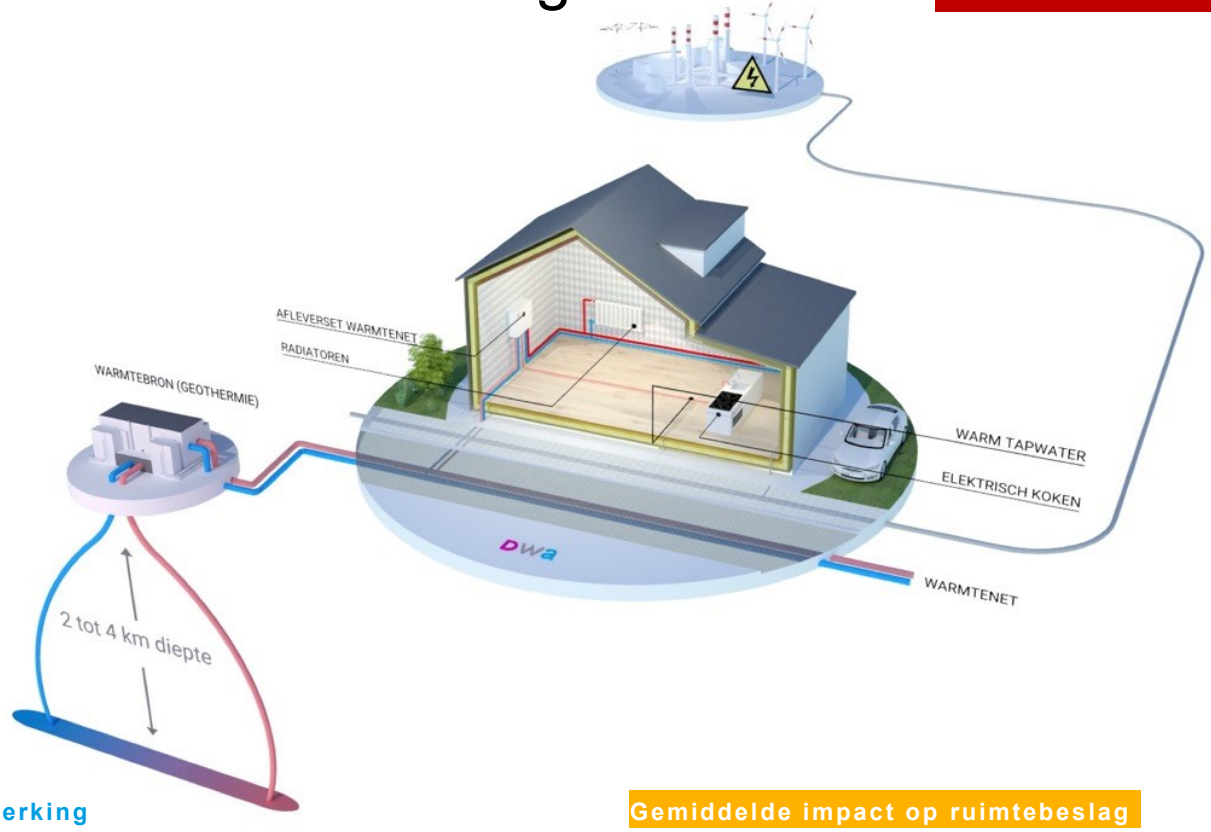
Aanleg van een warmtenet is kostbaar, maar kan goeddeels worden terugverdiend dankzij benutting van goedkope restwarmte. Aanpassingen aan de woning en de daaruit voortvloeiende kosten zijn niet aan de orde. Voor afgelegen woningen is een warmtenet niet haalbaar.

Gemiddelde kosten in gebruik

Volgens Niet-Meer-Dan-Anders (NMDA) liggen de kosten voor de eindgebruiker in lijn met de referentie op aardgas.

C - Warmtenet met geothermie

Hoogtemperatuur



Werking

Dit concept functioneert op hoogtemperatuurniveau. Warmte uit een geothermiebron elders wordt via een warmtenet en een daarop aangesloten afleverset aan het cv-systeem in de woning overgebracht. De set levert 60°C voor tapwaterverwarming en rond de 70-80°C voor ruimteverwarming. De afleverset wordt aangesloten op radiatoren, convectoren of vloerverwarming. Conventionele radiatoren zijn doorgaans niet geschikt. Een afleverset fungeert als doorstroomtoestel, warmtapwater is daardoor altijd direct beschikbaar.

Praktische impact in woning beperkt

Het temperatuurbereik tot 70-80°C geeft een afleverset voldoende verwarmingsvermogen om de meeste woningen zonder aanpassingen op temperatuur te kunnen houden. *Meer verregaande aanpassingen kunnen wenselijk en op termijn noodzakelijk zijn voor de exploitant om een haalbare casus te realiseren.*

Beschikbaarheid

Het vaststellen van de precieze potentie vergt nader onderzoek. De bodemgeschiktheid in Nijkerk is onduidelijk.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

In het publieke domein moet ruimte worden gereserveerd voor de aanleg van een geothermiebron en een warmtenet. In de woning wordt een compacte afleverset opgehangen en met het warmtenet in de straat verbonden.

Lage uitstoot van CO_2

De CO_2-uitstoot is minimaal (alleen pompenergie) in vergelijking tot een aardgasketel.

Aanschafkosten gemiddeld

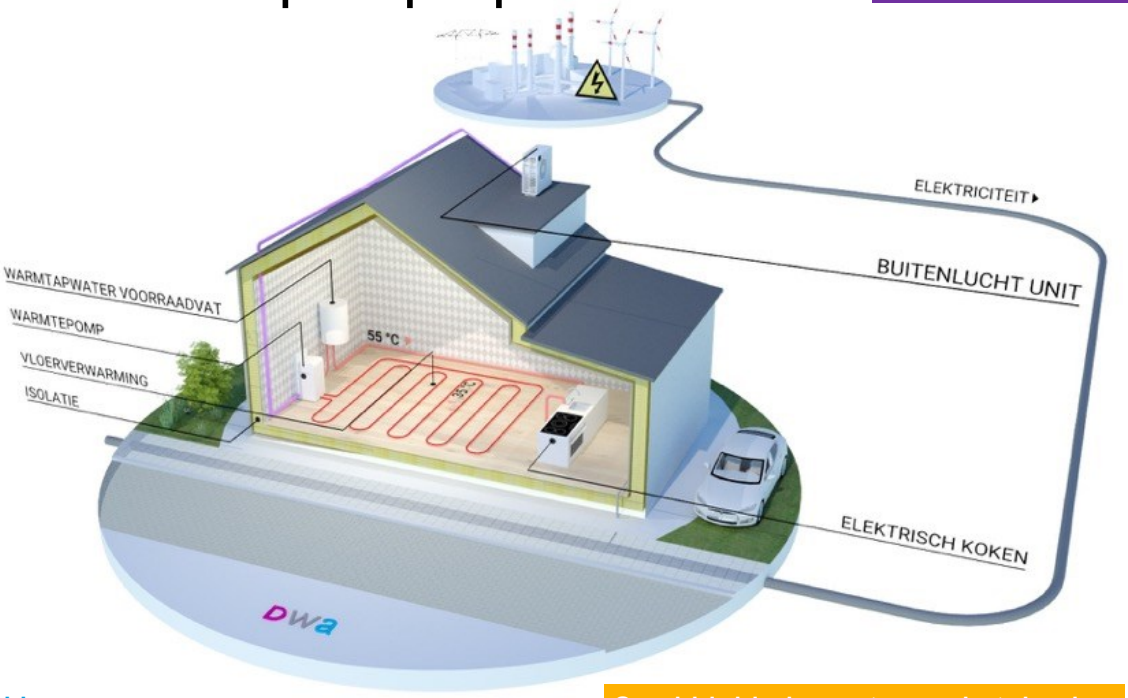
Aanleg van zowel het warmtenet als de geothermiebron zijn kostbaar, maar de kosten voor noodzakelijke woningaanpassingen zijn laag. Dit concept is daardoor in de meeste gevallen goedkoper dan all-electric, maar duurder ten opzichte van aardgas. Voor afgelegen woningen is een warmtenet niet haalbaar.

Gemiddelde kosten in gebruik

Conform NMDA in lijn met de referentie op aardgas.

D - Warmtepomp op buitenlucht

Laagtemperatuur



Werking

Een warmtepomp haalt warmte uit buitenlucht, aangezogen met een ventilator die op of naast de woning wordt geplaatst en verhoogt de bronwarmtetemperatuur naar 35-40°C voor aanvoer aan vloerverwarming of convectoren. Conventionele radiatoren zijn doorgaans niet geschikt. De warmtepomp verwarmt ook het tapwater, maar beschikt over onvoldoende vermogen om als doorstroomtoestel te fungeren. Warmwater wordt daarom op een langzamer tempo bereid en gebufferd in een voorraadvat.

Praktische impact in woning hoog

Ingrijpende verbouwingen zijn noodzakelijk. Vanwege het relatief lage temperatuurniveau waarop de warmtepomp functioneert kan een warmtepomp een stuk minder vermogen leveren dan een combiketel. Grondige aanpassingen aan isolatiegraad en het afgiftesysteem van woningen is daarom noodzakelijk. Om voldoende frisse lucht in de woning te brengen is toepassing van een mechanisch ventilatiesysteem dan noodzakelijk.

Beschikbaarheid is goed

Overal is bronenergie uit de buitenlucht beschikbaar. De elektriciteit voor de warmtepomp kan duurzaam worden opgewekt met zon en wind.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

In het publieke domein is de ruimtelijke impact beperkt, wel is het vaak noodzakelijk om het elektriciteitsnet te verzwaren, dit is doorgaans niet voldoende krachtig om meerdere warmtepompen tegelijk mee te voeden. Op of naast de woning moet ruimte beschikbaar zijn voor de buitenluchtcollector, in de woning moet ruimte beschikbaar zijn voor plaatsing van de warmtepomp en een boiler. Een warmtepomp heeft de afmetingen van tafelmodel koelkast, een boilervat is ongeveer 1,5 bij 0,5 meter in afmeting.

Voorwaardelijk lage uitstoot van CO_2

De CO_2-uitstoot van elektriciteitsproductie voor het Nederlandse elektriciteitsnet is hierin bepalend.

Aanschafkosten hoog

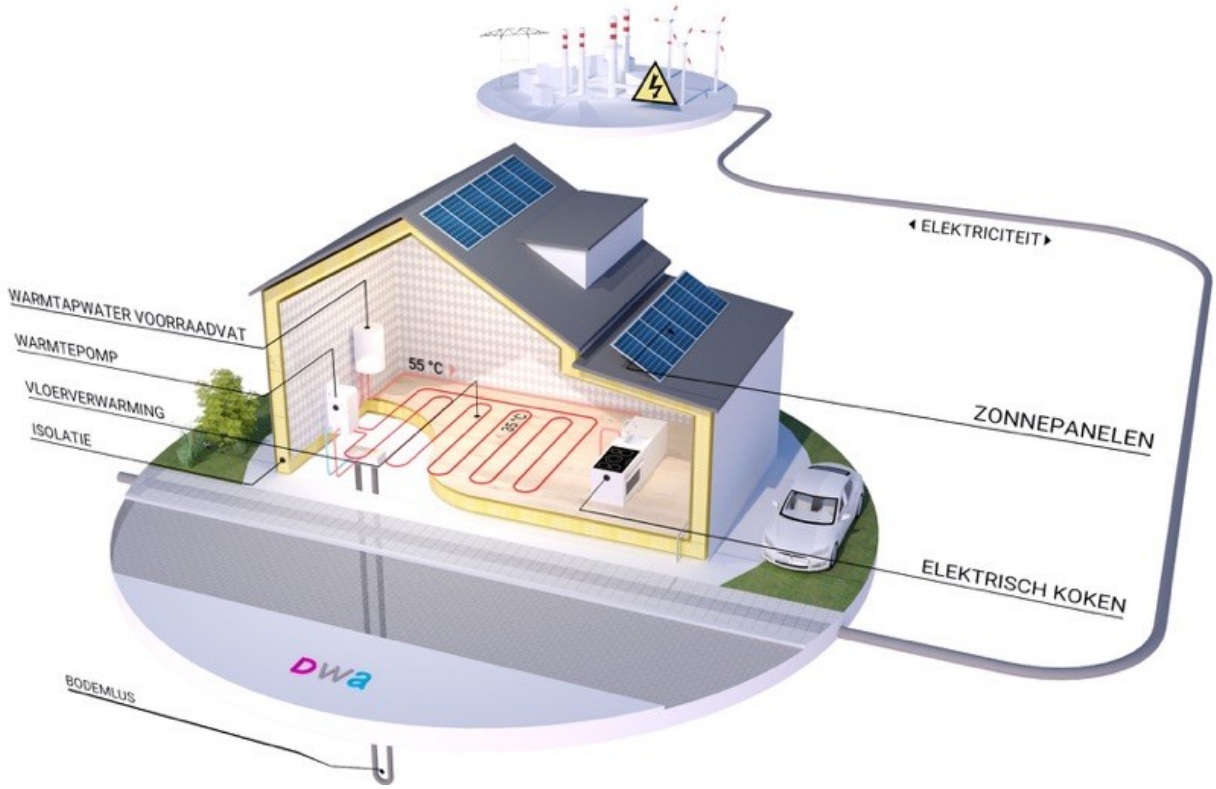
De combinatie van kosten in isolatie, ventilatie, warmteafgifte en installaties loopt hoog op. Er wordt onvoldoende op energiekosten bespaard om deze terug te kunnen verdienen.

Gemiddelde kosten in gebruik

De elektriciteitsrekening is dankzij de energiezuinige warmtepomp relatief laag. Wel verbruikt een warmtepomp op buitenlucht op zeer koude dagen relatief veel elektriciteit in vergelijking tot andere all-electric concepten.

E - Warmtepomp met bodemlus

Laagtemperatuur



Werking

Een warmtepomp haalt warmte uit de bodem met een bodemlus die op of naast de woning wordt geplaatst en verhoogt de bronwarmtetemperatuur naar 35-40°C voor aanvoer aan vloerverwarming of convectoren. De warmtepomp verwarmt ook het tapwater, maar beschikt over onvoldoende vermogen om als doorstroomtoestel te fungeren, er wordt daarom een voorraadvat (boiler) toegepast.

Praktische impact in woning hoog

Ingrijpende verbouwingen zijn noodzakelijk. Een warmtepomp kan minder vermogen leveren dan een combiketel. Grondige aanpassingen aan isolatiegraad en het warmteafgifte en ventilatiesysteem van de woning zijn daarom noodzakelijk. Geluidsproductie door de buitenunit kan een aandachtspunt vormen.

Beschikbaarheid is goed

Op de meeste plekken in Nederland is de bodem geschikt voor dit type gesloten bodemenergiesystemen. Alternatief kan er warmte op beperktere diepte worden gewonnen met toepassing van warmtekorven in plaats van een bodemlus. De elektriciteit voor de warmtepomp kan duurzaam worden opgewekt met zon en wind.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

In het publieke domein is de ruimtelijke impact beperkt, wel is het vaak noodzakelijk om het elektriciteitsnet te verzwaren. Onder of naast de woning moet ruimte beschikbaar zijn voor de aanleg van het bodemenergiesysteem, waarbij de omvang van de boorinstallatie een aandachtspunt vormt. In de woning moet ruimte beschikbaar zijn voor plaatsing van de warmtepomp en een boiler.

Voorwaardelijk lage uitstoot van CO_2

De CO_2-uitstoot van het elektriciteitsnet is bepalend.

Aanschafkosten hoog

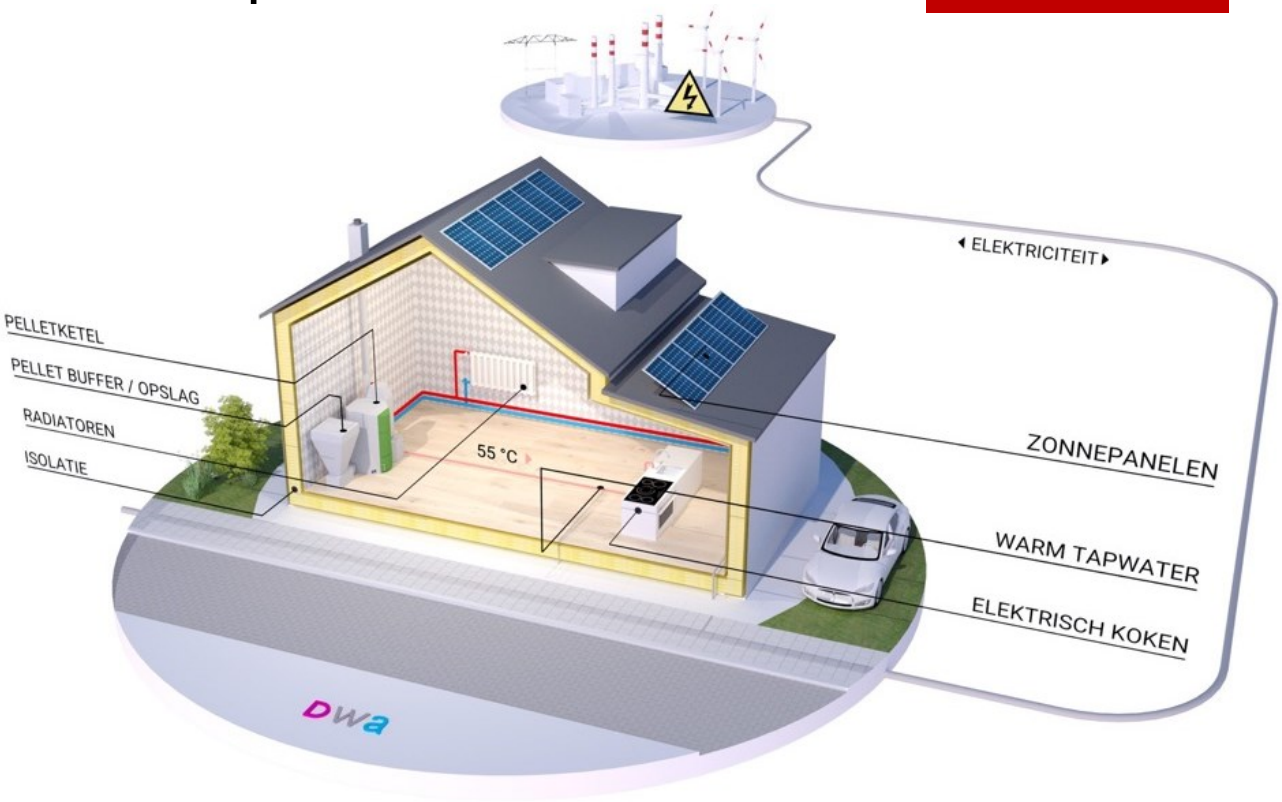
De combinatie van kosten in isolatie, ventilatie, warmteafgifte en installaties loopt hoog op en wordt slechts deels terugverdiend.

Lage kosten in gebruik

De elektriciteitsrekening valt dankzij de energiezuinige warmtepomp en relatief hoge bronwarmtetemperatuur uit de bodem relatief laag uit.

F - Houtpelletketel

Hoogtemperatuur



Werking

Het principe is vergelijkbaar met een conventionele combiketel, waarbij in plaats van aardgas houtpellets gemaakt van snoeiafval of andere reststromen worden verbrand. De pelletketel produceert temperaturen tot 90°C en kan als doorstroomtoestel fungeren. Wel wordt dit vaak gecombineerd met een boiler om de wachttijd op warmtapwater in te korten. De houtpellets kunnen gebufferd worden in pelletbuffers van variërende omvang.

Praktische impact binnen de woning beperkt

Het temperatuurbereik tot 90°C geeft een pelletketel voldoende verwarmingsvermogen om elke willekeurige woning op temperatuur te kunnen houden. Dit stelt geen eisen aan isolatiegraad of type afgiftesysteem.

Beschikbaarheid is beperkt

Duurzame biomassa (snoeiafval, resthout, et cetera) is beperkt beschikbaar. Dit beperkt de schaal waarop dit concept kan worden toegepast.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

Dit concept legt geen noemenswaardig beslag op ruimte binnen het publieke domein. Wel kan de plaatsing van de pelletbuffer, noodzakelijk om te voorkomen dat de pelletkachel te vaak moet worden bijgevuld, praktisch lastig inpasbaar zijn in kleine woningen.

Volgens regelgeving CO_2–neutraal

Nederlandse normeringen beschouwen verbranding van biomassa als CO_2-neutraal.

Aanschafkosten hoog

De combinatie van kosten in isolatie, ventilatie, warmteafgifte en installaties loopt hoog op. Er wordt onvoldoende op energiekosten bespaard om deze terug te kunnen verdienen.

Gemiddelde kosten in gebruik

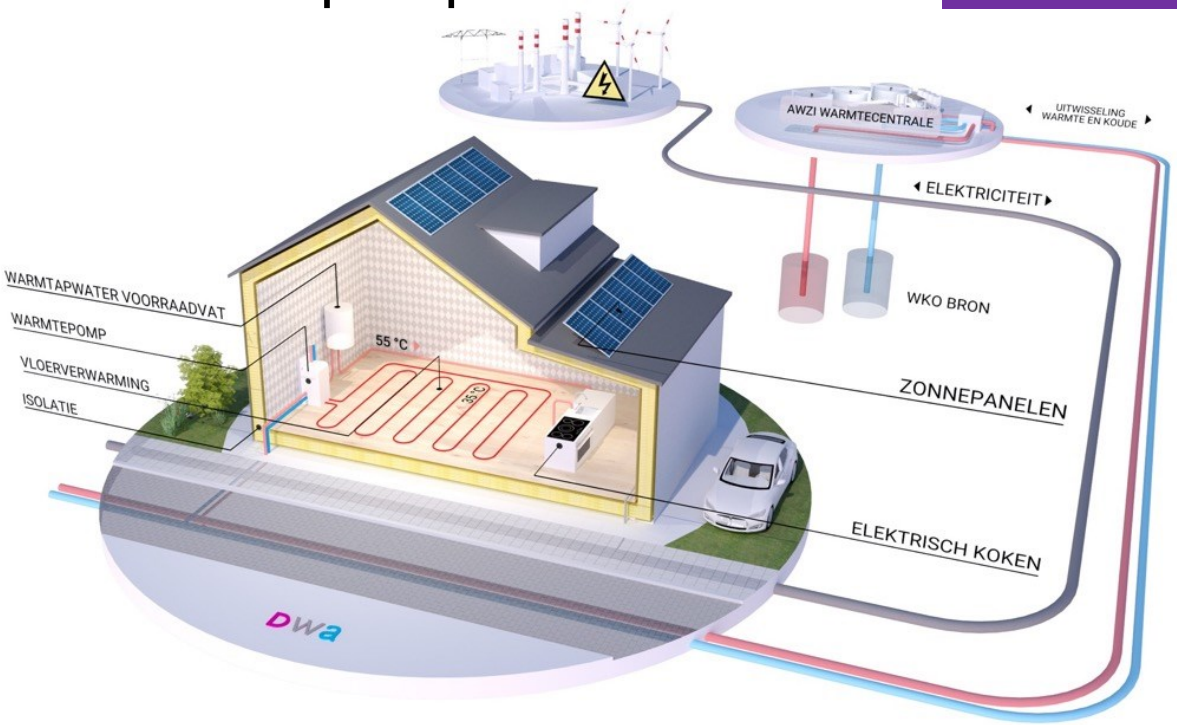
Bij de huidige prijzen van houtpellets komen de energiekosten op gelijk niveau of iets lager uit ten opzichte van aardgas.

Uitstoot van fijnstof

Uitstoot van fijnstof, SO_2 en NO_x kan problemen geven bij toepassing van pelletketels op grotere schaal.

G - Warmtepomp met wko

Laagtemperatuur



Werking

Een warmtepomp is aangesloten op een (lokaal) bronnet (circa 12°C) waarmee bronwarmte uit een wko-bron wordt aangevoerd en verhoogt dit naar 35-40°C voor aanvoer aan vloerverwarming of convectoren. De warmtepomp verwarmt ook het tapwater, maar beschikt over onvoldoende vermogen om als doorstroomtoestel te fungeren. Daarom wordt een boilervat toegepast. De wko kan worden gecombineerd met andere bronnen zoals een AWZI, oppervlaktewater, riothermie om de bron in balans te houden.

Praktische impact in woning hoog

Ingrijpende verbouwingen zijn noodzakelijk. Een warmtepomp kan minder vermogen leveren dan een combiketel. Grondige aanpassingen aan isolatiegraad en het afgifte- en ventilatiesysteem van de woning zijn daarom noodzakelijk.

Beschikbaarheid is goed

Op de meeste plekken in Nederland is de bodem geschikt voor dit type open bodemenergiesystemen. Ook is er op veel plaatsen additionele bronwarmte beschikbaar om het systeem mee in balans te houden, bijvoorbeeld oppervlaktewater of een AWZI. De elektriciteit voor de warmtepomp kan duurzaam worden opgewekt met zon en wind.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

In het publieke domein wordt een warmtenet aangelegd, en het is noodzakelijk om het elektriciteitsnet te verzwaren. De wko-bron neemt bovengronds slechts beperkte ruimte in. In de woning moet ruimte beschikbaar zijn voor plaatsing van de warmtepomp en een boiler.

Voorwaardelijk lage uitstoot van CO_2

De CO_2-uitstoot van elektriciteitsproductie voor het Nederlandse elektriciteitsnet is hierbij bepalend.

Aanschafkosten hoog

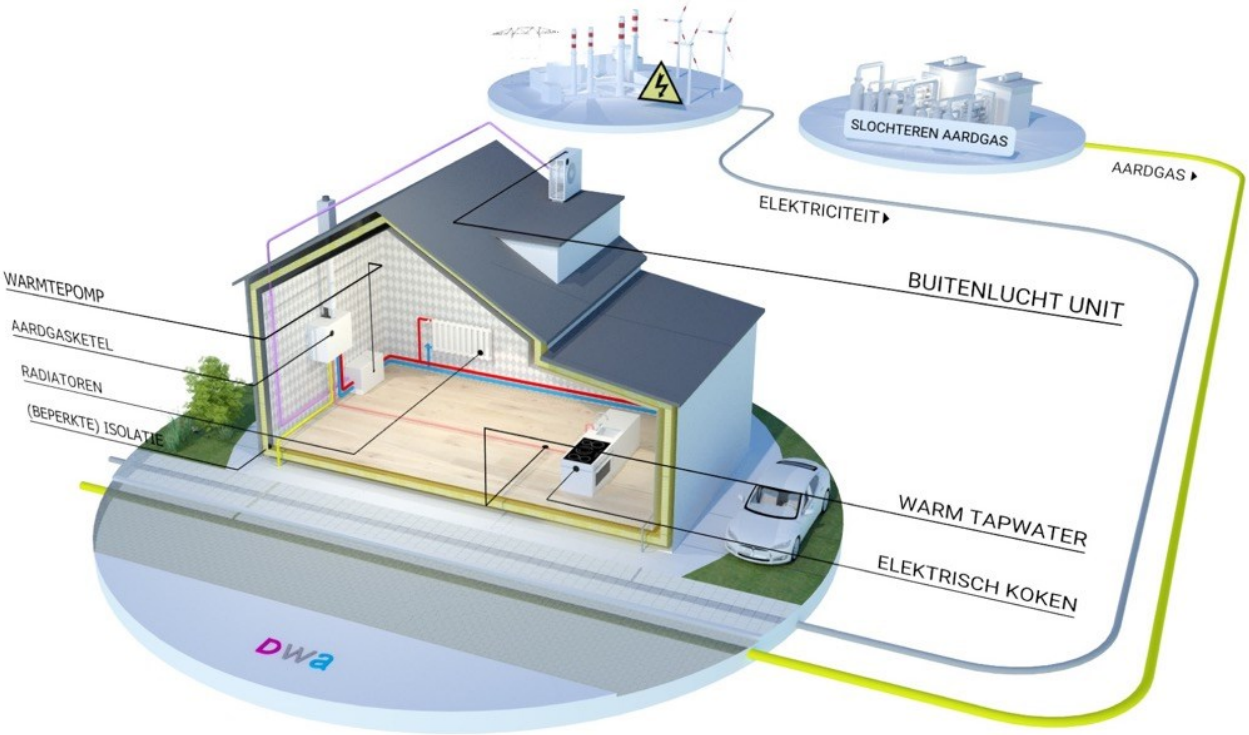
De combinatie van kosten in isolatie, ventilatie, warmteafgifte en installaties loopt hoog op. De kosten voor aanleg van het bronnet en wko-bron komen hier nog bovenop. In of op de woning zelf hoeft echter niet in een bron geïnvesteerd te worden. Er wordt onvoldoende op energiekosten bespaard om de meerkosten terug te kunnen verdienen.

Lage kosten in gebruik

De elektriciteitsrekening valt dankzij de energiezuinige warmtepomp en relatief hoge bronwarmtetemperatuur uit de bodem relatief laag uit.

H - Hybride warmtepomp

Hoogtemperatuur



Werking

Een warmtepomp verwarmt water tot 40°C, de warmtepomp haalt bronwarmte uit de buitenlucht (bodem is ook mogelijk). Wanneer nodig vult een aardgasgestookte ketel dit verder aan tot 50-90°C voor tapwaterverwarming en ruimteverwarming op de koudere dagen van het jaar. Om de warmte in de woning te brengen zijn radiatoren, convectoren of vloerverwarming aangebracht. Een combiketel fungeert als doorstroomtoestel, warmtapwater is daardoor altijd direct beschikbaar.

Praktische impact nihil

Het temperatuurbereik tot 90°C geeft een combiketel voldoende verwarmingsvermogen om elke willekeurige woning op temperatuur te kunnen houden. Dankzij de uitrusting met een combiketel stelt dit concept geen absolute minimumvereisten aan isolatiegraad of type afgiftesysteem. *Wel is verbetering van energiezuinigheid wenselijk om de inzet van de combiketel te minimaliseren.*

Beschikbaarheid: eindig

Dit concept blijft voor een significant deel van de warmtevraag afhankelijk van aardgas. De gasproductie in Groningen wordt beëindigd en voortzetting van de gaswinning elders is in strijd met de klimaatdoelstellingen van Parijs. Voor ruimteverwarming van gebouwen en woningen kunnen we daarom stellen dat aardgas in Nederland op zijn retour is.

Gemiddelde impact op ruimtebeslag

In toevoeging op de combiketel wordt een kleine warmtepomp geplaatst, al dan niet geïntegreerd in één apparaat. Op of naast de woning wordt een buitenluchtcollector geplaatst.

Uitstoot van CO_2

Bij verbranding van aardgas komt CO_2 vrij, voor het elektraverbruik van de warmtepomp is de CO_2-uitstoot van elektriciteit geproduceerd voor het net bepalend.

Relatief lage kosten in aanschaf

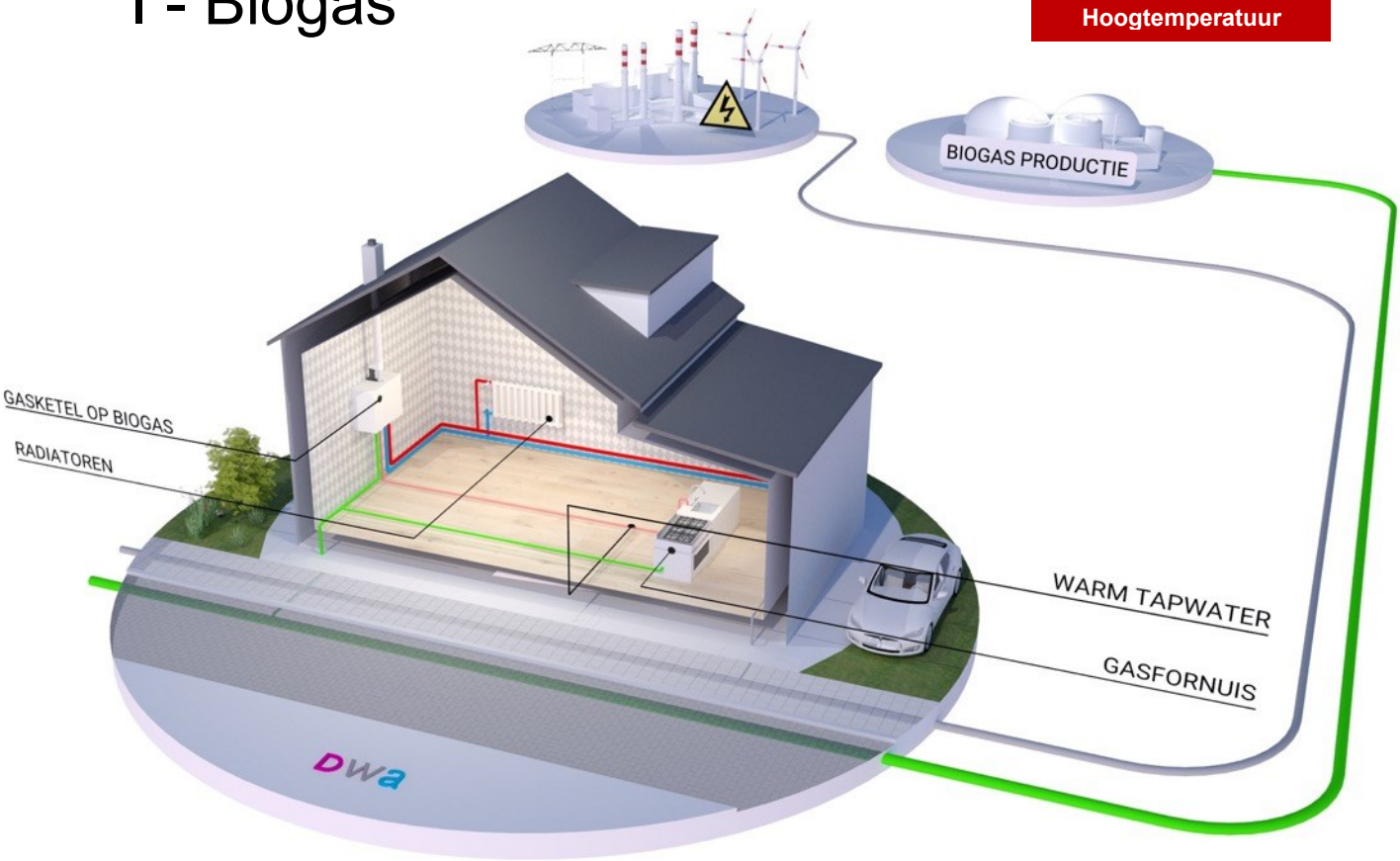
De hybride warmtepomp is duurder dan een conventionele cv-ketel, maar dankzij beperkte eisen aan bouwkundige kwaliteit van de woning blijven de kosten bij toepassing van dit concept relatief beperkt.

Gemiddelde kosten in gebruik

Vergelijkbaar met wat gebruikelijk is. De energiekosten kunnen iets dalen, de onderhoudskosten iets stijgen.

I - Biogas

Hoogtemperatuur



Werking

Elders wordt via vergisting van GFT of andere organische reststromen biogas geproduceerd en via een (bestaand gas)leidingnet naar de woning getransporteerd. Water wordt met een biogasgestookte ketel opgewarmd tot 60°C voor tapwaterverwarming en 40-90°C voor ruimteverwarming. Om de warmte in de woning te brengen zijn radiatoren, convectoren of vloerverwarming aangebracht. Een combiketel fungeert als doorstroomtoestel, warmtapwater is daardoor altijd direct beschikbaar.

Praktische impact nihil

Het temperatuurbereik tot 90°C geeft de biogasgestookte ketel voldoende verwarmingsvermogen om elke willekeurige woning op temperatuur te kunnen houden. Dankzij de uitrusting met combiketel stelt dit concept geen absolute minimumvereisten aan isolatiegraad of type afgiftesysteem.

Beschikbaarheid: laag

Het aanbod aan biogas is op dit moment zeer beperkt en zal volgens de sector in 2030 ongeveer 5% van onze huidige gasconsumptie kunnen vervullen. Binnen de industrie en transportsector ontstaat naar verwachting ook vraag naar deze hoogwaardige brandstof, waarbij geldt dat er voor deze sectoren mogelijk geen alternatieven beschikbaar komen. Het is daarom de vraag hoeveel van de genoemde 5% er ook echt beschikbaar kan worden gesteld voor verwarming van woningen.

Lage impact op ruimtebeslag

Binnen de woning verandert er niets ten opzichte van de situatie met aardgasgestookte ketel.

CO_2-neutraal

Verbranding van biogas wordt in de normeringen als CO_2-neutraal beschouwd.

Kosten in aanschaf en gebruik onbekend

De hybride warmtepomp is duurder dan een conventionele cv-ketel, maar dankzij beperkte eisen aan bouwkundige kwaliteit van de woning blijven de kosten bij toepassing van dit concept relatief beperkt.

BIJLAGE III BRONNEN EN TEMPERATUUR

Hoe ziet het palet aan beschikbare warmtebronnen er uit?

Hoogtemperatuur

Dit is het temperatuurniveau waarop de meeste conventionele gasgestookte installaties opereren; doorgaans 70-90°C. Bij dit temperatuurniveau kunnen de bestaande warmteafgiftesystemen behouden blijven en is geen (vergaande) isolatie nodig.

Mid-temperatuur

Dit is het temperatuurniveau waarop moderne verwarmingssystemen werken en ligt rond de 40°C maar alle warmtebronnen tussen de 40°C en 70°C wordt onder mid-temperatuur geschaard. Industriële restwarmtebronnen liggen vaak binnen dit temperatuurbereik. Mid-temperatuurwarmte kan direct worden gebruikt voor het verwarmen van goed geïsoleerde panden via laagtemperatuurafgiftesystemen of kan verder worden opgewaardeerd naar hoogtemperatuurwarmte.

Laagtemperatuur

Dit betreft warmte met een temperatuur tot maximaal 40°C, bijvoorbeeld gewonnen uit buitenlucht, de bodem, oppervlaktewater, rioolwater of afvalwaterzuiveringseffluent. Wanneer er over laagtemperatuur warmte wordt toegepast, is dit vrijwel altijd in combinatie met een *warmtepomp*. De warmtepomp brengt elektrisch de laagtemperatuurwarmte naar een graad of 40°C. Ook bij dit type warmtebron zal een pand dus vergaand moeten worden geïsoleerd om voldoende comfort te kunnen garanderen.

In dit hoofdstuk de verschillende aanwezige bronnen, hun implicaties en hun capaciteit uiteen worden gezet naar temperatuurniveau. In de laatste paragraaf een overzicht van de bronnen en het potentieel vergeleken met de warmtevraag in de gemeente.

HOOGTEMPERATUUR WARMTE

Algemene beschikbaarheid en implicaties hoogtemperatuur

Bij een hoogtemperatuuroplossing zijn de implicaties in het pand klein omdat een hoogtemperatuurbron aansluit bij ons huidige systeem van radiatoren en tapwaterbereiding. Alle varianten waarbij een brandstof wordt verbrand, zoals andere (duurzame) gassen of een pelletkachel, leveren hoogtemperatuurwarmte.

Warmtenetten zijn vaak op een hoge temperatuur uitgevoerd. Dit is afhankelijk van de bron: geothermie, industriële restwarmte, een biomassacentrale of afvalverbrandingscentrale leveren een hoge temperatuur, maar zijn beperkt beschikbaar. Daarnaast zal een geheel nieuwe infrastructuur aangelegd moeten worden.

Het is ook mogelijk om met *elektriciteit* op hoge temperatuur te verwarmen. Er zijn elektrische cv-ketels op de markt die zoals een waterkoker water met een elektrische weerstand verwarmen. Dit heeft een relatief slecht rendement en vraagt ook een zwaardere elektriciteitsaansluiting. Een warmtepomp kan ook hoogtemperatuurwarmte leveren en doet dit met een drie- tot viermaal hoger rendement dan een elektrische cv-ketel. Dit kan een oplossing zijn voor specifieke gevallen (bijvoorbeeld oudbouw of monumenten). Toch maakt de betrekkelijk hoge elektriciteitsvraag dit geen grootschalige oplossingsrichting voor aardgasloos. Het omzetten van (reeds) mid-temperatuurwarmte naar hoge temperatuur met een warmtepomp is energetisch gunstiger en dus wel een goede optie.

Bij gebruik van duurzame *gassen* als alternatief voor aardgas wordt tot op heden meestal gesproken over bijmenging in het gasnet. Bij bijmenging kan de huidige infrastructuur worden gebruikt. Dit gaat echter om een beperkt percentage (20%). Als we het duurzame gas op zichzelf willen gebruiken als brandstof, zijn er allerhande aanpassingen nodig, aan branders in de woning, maar ook aan de infrastructuur. Een alternatief is het opwaarderen biogas naar groengas dat direct in het bestaande gasnet kan worden gebruikt. De kosten van deze

opwaardeerstap zijn nu echter nog hoog. De energiekosten van dergelijke brandstoffen zijn in het algemeen hoog, onder andere door schaarste.

Bij hoogtemperatuurbronnen voor warmtenetten speelt een beschikbaarheidsvraagstuk. Biomassa is een goed voorbeeld. Er is in Nederland veel te weinig biomassa beschikbaar om in onze warmtevraag te kunnen voorzien. Met name in stedelijk gebied is het zeer de vraag waar de biomassa vandaan komt. Bovendien zijn er vraagtekens over het effect op de CO_2-uitstoot van biomassa: op papier is dit energieneutraal, maar onder andere het Planbureau voor de Leefomgeving en de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen waarschuwen dat biomassa in de praktijk een grotere uitstoot dan kolen kan hebben, met name als niet alleen snoeiafval wordt verbrand.[2]

Geothermie

In de gemeente Nijkerk wordt nog geen gebruik gemaakt van diepe-aarde warmte en het technisch potentieel is nog onbekend. Het Nationaal Georegister (RVO) schat de mogelijk winbare warmte uit geothermie in het gebied op 800 GJ/hectare. TNO schat het potentieel echter op 2.000-4.000 GJ/hectare. Dit laat de onzekerheid zien in het schatten van het thermisch potentieel van de geologische ondergrond. Met een warmtevraag van 1.900 GJ/hectare voor Nijkerk centrum zou bij de exploitatie van geothermie volgens TNO voldoende warmte kunnen worden gegenereerd voor Nijkerk. Het daadwerkelijk potentieel kan echter alleen door een expert en aan de hand van een geologische boring worden vastgesteld. Een dergelijke boring inclusief de aanvraag van vergunningen duurt minimaal drie jaar. Geothermie vraagt dus om grote financiële- en tijdsinvesteringen.

Daarnaast vraagt een geothermische bron voor voldoende afzet om een rendabele businesscase te kunnen maken. Het aantal woningen dat op een geothermiebron aangesloten kan worden, is sterk afhankelijk van de energiezuinigheid van het vastgoed. Gemiddeld genomen echter, moeten 5.000 woningen per geothermische bron in een warmtenet verenigd zijn om voldoende afzet van warmte te kunnen garanderen maar met name de investeringskosten te kunnen terugverdienen. Aangezien het gemiddeld aantal woningen per buurt in Nijkerk 500 bedraagt, is er een warmtenet nodig dat meerdere buurten overschrijdt. Dat is een (te) grote en kostbare opgave. Er zal in een dergelijke onderneming veel geld aan de voorkant moeten worden geïnvesteerd in het aanleggen van het warmtenet. Daarnaast zullen er jaren overheen gaan voordat een dergelijk net kan worden gerealiseerd (zoveel mogelijk gekoppeld aan geplande wegwerkzaamheden). Dit is een zeer ongunstig scenario voor een exploitant. Het gebruikmaken van geothermie in de gemeente is zodoende een mogelijkheid maar draagt niet de voorkeur voor een startbuurt.

Hernieuwbare gassen

Gassen leveren bij verbranding hoogtemperatuurwarmte. Er is veel discussie over de kansen van duurzaam gas. Dat is, op woningniveau, een aantrekkelijk alternatief voor aardgas. Het aanbod aan biogas is op dit moment zeer beperkt en zal volgens de sector ook in 2030 slechts 5% van de huidige gasconsumptie kunnen vervullen.[3] De capaciteit van biogas in Nijkerk is echter betrekkelijk groot en kan in theorie meer dan de helft van de warmtevraag invullen. Biogas/groengas kan zodoende een goede optie zijn voor oudere panden waar nu nog geen andere oplossingen mogelijk zijn. Er zal echter eerst onderzoek gedaan moeten worden naar de uitvoerbaarheid en kosten van het verzamelen en vergisten van de biomassa.

Andere vormen van gas die duurzaam kunnen zijn, zoals waterstof en ammoniak, komen niet in de natuur voor en moeten dus gemaakt worden. Daar

---

[2] *Zie onder andere Visiedocument KNAW (2015), Biobrandstof en hout als energiebronnen – Effect op uitstoot van broeikasgassen, en PBL (2013), Climate effects of wood used for bio-energy.*

[3] *Green gas Roadmap Netherlands, Juli 2014. De geraamde hoeveelheid is het equivalent van 2,2 miljard m³ aardgas. Woningen en de industrie gebruiken allebei ongeveer 20 miljard m³ aardgas per jaar, samen ruim 40 miljard m³.*

is elektriciteit voor nodig. Het liefst duurzaam opgewekte elektriciteit. De techniek is nog volop in ontwikkeling en daarmee nog niet marktrijp.

Een belangrijke overweging bij hernieuwbare gassen is de inzet voor verwarming van woningen. Verbranding van gassen levert hoge temperaturen op, tot wel 1.100°C. Dat gebruiken we dan om de woonkamer tot slechts 20°C te verwarmen. Dit soort hoge temperaturen zijn wel nodig in de productie-industrie of in de mobiliteit. Het lijkt zinvoller om de toch al schaarse brandstof hiervoor te gebruiken.

Waterstof geniet momenteel de aandacht als veelbelovende techniek. Dit maakt dat veel partijen momenteel onderzoek uitvoeren naar de (on)mogelijkheden van toepassing van waterstof met het doel beter in beeld te krijgen welke rol er is weggelegd voor waterstof in de energietransitie. Recentelijk heeft KIWA bijvoorbeeld na onderzoek vastgesteld dat het bestaande gasleidingnet naar verwachting geschikt kan worden gemaakt voor transport van waterstof. Over het algemeen is het beeld rond het toepassingsbereik van waterstof voor verwarming van woningen en gebouwen momenteel nog erg onscherp. Een aantal fundamentele vragen wachten nog op antwoord. Bijvoorbeeld: is het mogelijk om voldoende betaalbare duurzame elektriciteit op te wekken om waterstof mee te kunnen produceren? Kan Nederland hierbij in eigen behoefte voorzien of dient onderzocht te worden of het importeren hiervan mogelijk is? Daarnaast dienen er nog verschillende technische ontwikkelingen plaats te vinden om toepassing van waterstof voor de gebouwde omgeving mogelijk te maken.

Het strekt daarom tot aanbeveling om waterstof pas als structurele oplossing in routekaarten te introduceren zodra meer ervaring is opgedaan in de werkelijke potentie van waterstof voor toepassing in de gebouwde omgeving.

MID- EN LAAGTEMPERATUUR WARMTE

Algemene beschikbaarheid en implicaties mid- en laagtemperatuur

De implicaties van het gebruik van deze groep alternatieve technieken zijn fors: vergaande isolatie, andere afgiftesystemen voor warmte in de gebouwen, verbeterde kierdichting. Bij sommige oude gebouwen, zoals monumenten, zal het gewoonweg niet mogelijk zijn om dit te implementeren.

Na de verbeterde isolatie en kierdichting is de resulterende warmtevraag echter laag. En het aantal beschikbare laagtemperatuurwarmtebronnen is in de meeste gevallen groot. Daarnaast blijft de bewoner zelfstandig in zijn/haar keuze voor een energieleverancier.

Bij het gebruik van laagtemperatuurwarmte zal deze eerst naar een mid-temperatuurwaarde moeten worden opgewaardeerd. Dit gebeurt elektrisch in een warmtepomp. Het gebruik aan elektriciteit zal laag zijn ten gevolge van de lagere warmtevraag, maar lokaal zal het net wel verzwaard moeten worden voor deze toepassing.

Nagenoeg alle varianten van *elektrische warmtepompen* opereren op laagtemperatuur; tot zo'n 40°C. Maar er zijn tevens warmtepompen die mid- of laagtemperatuurwarmte naar een graad of 70°C kunnen brengen tegen een lager rendement.

Warmtenetten kunnen ook uitgevoerd worden op mid-temperatuur, met name als er restwarmte beschikbaar is op dit temperatuurniveau. Ook voor deze collectieve mid-temperatuurwarmtenetten moeten woningen vergaand worden aangepast. Restwarmtebronnen zijn echter wel vaker beschikbaar op dit lagere temperatuurniveau dan op hoge temperatuur.

Mid-temperatuur restwarmte

In de gemeente Nijkerk zijn enkele kleine bedrijven die mogelijk laag-/mid-temperatuur restwarmte kunnen leveren zoals Struik Foods, Intertaste en Vrieshuis Lagemaat. Deze restwarmte kan mogelijk zeer lokaal worden ingezet maar zal volgens het RVO klein zijn in omvang (10-50 TJ/jaar).

RVO schat de restwarmte van Arla Foods, gevestigd op het industrieterrein, echter groter in met 350 TJ/jaar aan warmte van 30-45°C. Dit zou in theorie tot 40% van de woningen in de gemeente in warmte kunnen voorzien en kan dus een belangrijke warmtebron vormen voor de gemeente. Er is verder onderzoek nodig om vast te stellen tot in hoeverre deze geschatte waarde klopt en de warmte gewonnen kan worden. Deze restwarmte kan worden ingezet om rechtstreeks woningen en utiliteitspanden te verwarmen indien deze panden al goed geïsoleerd zijn en in combinatie met de juiste afgiftesystemen. Een tweede mogelijkheid is om de temperatuur van de restwarmte met warmtepompen (individueel of collectief) op te waarderen. De warmte kan dan ook bij slechter geïsoleerde panden worden ingezet.

Bij restwarmte is er altijd de vraag of de warmteproducent bereidt is om de verantwoordelijkheid aan te gaan van het continu kunnen leveren van warmte over een langere periode. En wat er overblijft van de restpotentie als de ondernemer in staat is nog meer procesenergie te besparen.

Laagtemperatuurbronnen

Een temperatuurniveau van 10-40°C kan worden gebruikt voor het verwarmen van gebouwen indien gebruikt in combinatie met een warmtepomp. Bronnen van deze temperatuurwaarde zijn in de gehele gemeente beschikbaar in de vorm van bodemwater en buitenlucht. Deze bronnen geven de mogelijkheid tot elektrische, individuele warmtesystemen.

Ondanks dat de kosten van laagtemperatuur oplossingen voor de bewoner hoger uit kunnen vallen ten opzichte van warmtescenario's, hangen er ook voordelen aan; De bewoner behoudt de vrijheid om in energieleverancier te kiezen en de bewoner hoeft niet in één keer over te stappen maar kan stapsgewijs de woning aanpakken om naar een laagtemperatuuroplossing te kunnen gaan. Daarnaast is het qua uitvoering niet gemakkelijk om voldoende woningen in één klap op een warmtenet aan te sluiten voor het behalen van een rendabele businesscase. Bij individuele all-electric oplossingen is dit geen probleem.

Bodemwarmte

Volgens het RVO is het potentieel van bodemwarmte gewonnen met verticale bodemlussen in de gemeente van 1.600 GJ per hectare per jaar. Het potentieel van warmteopslag in wko's wordt nog hoger geschat: 2.900 GJ per hectare. In de gemeente zijn al meerdere bodemlussen en drie wko's aanwezig (zie www.wkotool.nl).

Zowel gesloten als open bodemsystemen vragen om onbebouwd oppervlakte. Bij bestaande bouw kan dit soms een uitdaging zijn. Zo zullen bij het gebruikmaken van bodemlussen tuinen moeten worden opengelegd voor het plaatsen van de boringen. Ook moet er rekening worden gehouden met interferentie van warmte; bodemlussen mogen niet dichter dan 8 meter naast elkaar geplaatst worden. Voor wko-doubletten moet de tussengelegen afstand 50-100 meter zijn.

Daarnaast is het bij warmte-koudeopslag van belang dat er een balans is in afname van warmte en koude uit de bronnen. Voor bestaande woningen is de warmtevraag altijd groter dan de koudevraag. In dat geval zal een wko moeten worden geregenereerd met een externe warmtebron. Dit brengt weer extra kosten met zich mee. Een wko kan een gunstige laagtemperatuurbron zijn voor een combinatie van woningen en kantoorpanden/winkels; de koudevraag van (nieuwe) kantoorpanden of winkels is groter dan hun warmtevraag.

Wanneer deze overwegingen in acht worden genomen is bodemwarmte een goede optie voor de gemeente.

Thermische warmte uit oppervlaktewater (TEO)

Naast bodemwarmte en warmte uit de lucht wordt ook steeds meer onderzoek gedaan naar het gebruik van warmte uit oppervlaktewater (TEO) en rioolwater (TEA).

In de gemeente is weinig oppervlaktewater: het kanaal 'de Arkervaart' en twee kleine plassen zijn de grootste wateren in de gemeente. Deze wateren zijn betrekkelijk ondiep en populaire vislocaties. De Arkervaart wordt daarnaast nog dagelijks bevaren.

De temperatuur van ondiep, bevaren water varieert meer met de seizoenen dan diep, ongeroerd water; Het temperatuurverschil tussen de buitenlucht en het oppervlaktewater zal klein zijn en de energetische meerwaarde van oppervlaktewater als bron zal gering zijn. Het winnen van warmte en/of koude uit een ondiep oppervlaktewater is daarom alleen rendabel in combinatie met opslag in een wko. Warmte wordt dan gewonnen in de zomer en koude in de winter.

Bij het winnen van warmte en/of koude uit oppervlaktewater wordt de temperatuur van het water beïnvloed. Zo zal deze kouder worden in de zomer (warmte wordt onttrokken), en warmer in de winter (koude wordt onttrokken). Denk hierbij aan een verschil van 2 tot 8°C ten opzichte van de oorspronkelijke temperatuur. Dit kan effect hebben op de vispopulatie.

Volgens een studie van CE Delft in samenwerking met Deltares is het potentieel van TEO in de meeste buurten van Nijkerk tussen de 0-50% van de warmtevraag per buurt en is er geen TEO voorhanden in de oostelijke buurten (Nationaal Potentieel van Aquathermie, 2018).

Het onttrekken van warmte en/of koude uit oppervlaktewater in de gemeente Nijkerk voor het verwarmen van woningen is geen logische keuze gezien het kleine volume en het recreatieve gebruik van het oppervlaktewater maar kan in theorie in die buurten waar oppervlaktewater aanwezig is, een klein deel van de benodigde warmte aanleveren. Het energetische voordeel ten opzichte van bijvoorbeeld luchtwarmtepompen weegt waarschijnlijk echter niet op tegen de hogere kosten van TEO.

Riothermie

In het afvalwater van huishoudens is nog veel warmte aanwezig. Denk aan douchewater, vaatwasser en wasmachine. Dit afvalwater wordt afgevoerd door de riolering. Door middel van een warmtewisselaar kan deze warmte worden teruggewonnen, riothermie genaamd. Variaties in temperatuur en volume van dag tot nacht en over het jaar maken dat deze warmtebron in combinatie met warmteopslag in een wko moet worden gebruikt.

In de gemeente Nijkerk is één rioolwaterzuiveringsinstallatie in het industriegebied en één gemaal in Hoevelaken. De RWZI heeft een hydraulische capaciteit van 2.100 m^3 per uur. Aan de hand van schattingen van DWA is het potentieel aan restwarmte van het RWZI effluent maximaal 50 TJ/jaar, recentere berekeningen van IF in samenwerking met Tauw komen echter op een capaciteit van 100-250 TJ/jaar (STOWA) voor de RWZI en 2,5-10 TJ/jaar voor het gemaal. Daarbovenop komt de capaciteit van het gemeentelijk rioolstelsel zoals weergegeven in figuur III 0-1. Deze geeft de capaciteit weer in aantal huishoudens voor een stuk leiding van 100 meter. Omdat de waarden cumulatief zijn, staat de totale capaciteit gelijk aan de capaciteit van het roze deel. Dit stuk leiding liggende in het centrum van Nijkerk is zo'n 2.900 meter en goed voor het verwarmen van 1.160 huishoudens. In Hoevelaken is de capaciteit aan riothermie >40 huishoudens. De totale capaciteit van TEA in de gemeente is dus maximaal 5%-34% van de totale warmtevraag van de gemeente van 900 TJ/jaar, dit staat gelijk aan 1.250-7.450 woningen.

Een voorwaarde voor het gebruik maken van deze restwarmte is dat de woningen in de directe nabijheid van de leidingen staan. Het merendeel van de grotere rioolleidingen ligt in buurten waar hoogtemperatuurwarmte de voorkeur heeft op basis van kosten. Riothermie is hier dan ook niet de eerste keuze. Indien er echter onvoldoende hoogtemperatuur warmte voorhanden is, kan riothermie een goede bron zijn voor kleine laagtemperatuur warmtenetten in combinatie met individuele warmtepompen. Zie figuur III-1 voor een indicatie van de capaciteit in Nijkerk.

Bij TEO en TEA moet niet worden vergeten dat er *warmtepompen* nodig zijn om de gewonnen warmte te gebruiken voor het verwarmen van de woning. Ongeveer een kwart van de warmtevraag zal bij het gebruik maken van deze bronnen dus altijd met elektriciteit worden ingevuld. Uiteindelijk zijn TEO en TEA dus varianten van het all-electric scenario, waarbij het energetisch rendement iets hoger ligt door gunstigere temperaturen van de warmtebron.

Daartegenover staat dat de benodigde infrastructuur duur is. Slechts in enkele gevallen zal een goed gebalanceerd TEO of TEA warmtenet in combinatie met opslag in een wko financieel en installatietechnisch de voorkeur dragen boven andere laagtemperatuuroplossingen.

Afwegingen keuze laagtemperatuur-warmte

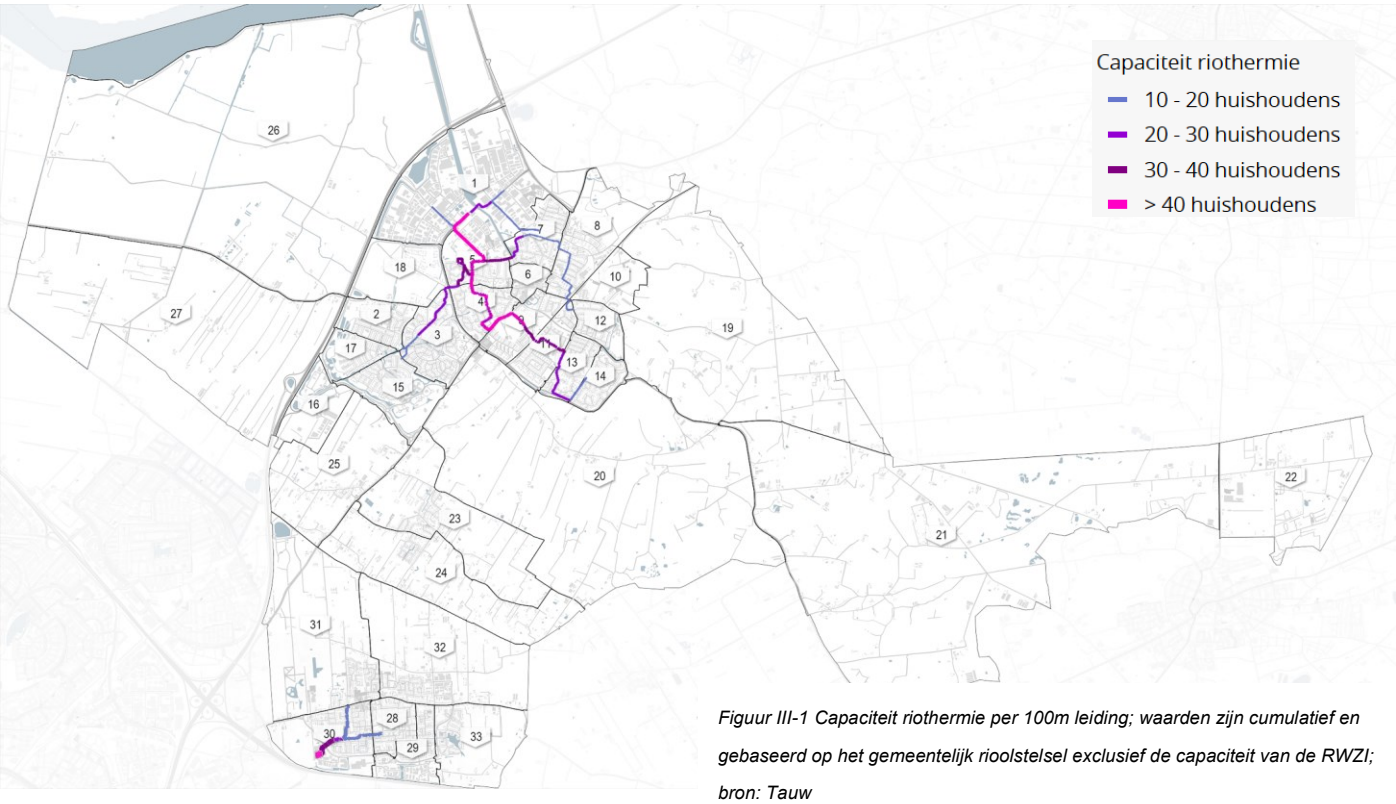
Er zijn verschillende bronnen van laagtemperatuurwarmte die allen als een vorm van het all-electric scenario gezien kunnen worden. Zo is er warmte uit lucht, uit bodemlussen, rioolwater, oppervlaktewater en wko's. De keuze voor de éne laagtemperatuurbron boven de ander is afhankelijk van de voorkeuren van de gebruiker en de potentie van de bronnen.

Luchtwarmtepompen en bodemlus warmtepompen zijn individuele opties; er is geen collectief net nodig voor het transport van de warmte. De keuze voor lucht tegenover bodem kan gebaseerd zijn op kosten. Zo is de luchtwarmtepomp enkele duizenden euro's goedkoper bij het vermogen voor een standaardwoning. De bodemlus warmtepomp behaalt echter een hoger energetisch rendement, is minder zichtbaar (geen grote eenheid bovengronds) en maakt mind er geluid buitenshuis.

Warmte uit het riool, oppervlaktewater of wko's is laagtemperatuurwarmte waarbij zowel een warmtenet als een warmtepomp nodig zijn om de woning te verwarmen. Een dergelijk warmtenet hoeft niet geïsoleerd te worden zoals een hoogtemperatuurwarmtenet omdat het water met een lage temperatuur transporteert. Maar de verschillende benodigde infrastructuur en techniek maken dat de kosten van een dergelijk scenario niet gering zijn. En dit overstijgt vaak de winst in energetisch rendement.

Toch zijn er situaties waarbij voor een dergelijke bron wordt gekozen; wanneer de bebouwingsdichtheid bijvoorbeeld hoog is, zijn individuele luchtwarmtepompen of bodemgekoppelde warmtepompen niet altijd een optie; er is meer kans op geluidsoverlast van de luchtwarmtepompen en bij gering vrij landoppervlak kunnen er niet voldoende bodemlussen worden geplaatst om in de vraag te voldoen. Daarnaast is bij een groter benodigd vermogen aan verwarmen een wko goedkoper dan individuele bodemlussen.

Als er daarnaast geen hoogtemperatuurwarmtebronnen voorhanden zijn, kan een tussen-scenario uitkomst bieden. Via een laagtemperatuurwarmtenet in combinatie met



Figuur III-1 Capaciteit riothermie per 100m leiding; waarden zijn cumulatief en gebaseerd op het gemeentelijk rioolstelsel exclusief de capaciteit van de RWZI; bron: Tauw

collectieve hoogtemperatuurwarmtepompen kunnen dergelijke woningen dan toch nog met een all-electric systeem worden verwarmd.

Wko's op zichzelf zijn gunstig wanneer er in een buurt zowel een hoge warmte- als koudevraag is en wanner het benodigde vermogen groot genoeg is. Bijvoorbeeld daar waar enkele kantoorpanden naast woningen staan. Dit is omdat een wko-systeem thermisch in balans moet zijn. Dit betekent dat de afname aan warmte uit de bron, gelijk moet zijn aan de afname aan koude/toevoer aan warmte.

Riothermie en aquathermie kunnen bij het gebruik van een wko bronnen van regeneratie zijn. Bij riothermie moet in acht worden genomen dat het alleen toepasbaar is binnen een straal van een paar honderd meter van het riool om het betaalbaar te houden; Bij grotere afstanden zal het warmtenet geïsoleerd moeten worden.

De optelsom

De totale warmtevraag van Nijkerk wordt ingeschat op 900 TJ. Waar moet dit vandaan komen wanneer aardgas geen optie meer is?

In figuur III 0-2 is de maximale theoretische capaciteit van de verschillende aanwezige warmtebronnen in Nijkerk weergegeven. De grafiek geeft de totale capaciteit voor de gemeente weer in huishoudens en is uitgezet tegen de totale vraag van de gemeente.

Warmtepompen kunnen technisch gezien in de gehele gemeente worden toegepast. Naast luchtwarmtepompen leent de bodem in Nijkerk zich voor warmteopslag in gesloten (bodemlussen) en open, doublet systemen (wko). De capaciteit van deze warmteopslag is goed voor respectievelijk 74-90% en 53-211% van de totale warmtevraag.

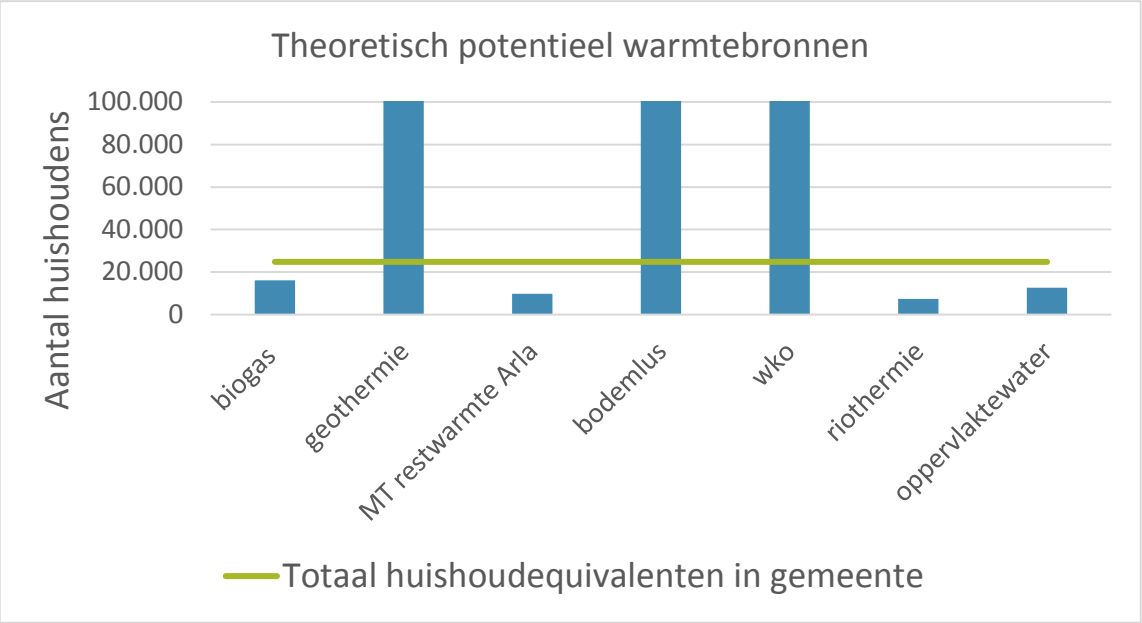
Warmte uit afvalwater van de rioolwaterzuiveringsinstallatie in Nijkerk kan de gemeente in theorie tot in 29% van zijn warmtevraag voorzien. Dit is echter wel in combinatie met warmtepompen en alleen geconcentreerd rond de RWZI in Noordwest Nijkerk, de grotere rioolbuizen die hier naartoe stromen, en het gemaal in Hoevelaken, zie figuur III 0-1. De vraagtekens bij het gebruikmaken van riothermie zoals eerder beschreven in deze bijlage blijven daarnaast bestaan.

Warmte uit oppervlaktewater is voor Nijkerk minder aantrekkelijk; het volume aan oppervlaktewater is zeer gering en de wateren zijn populaire vislocaties. Gezien de capaciteit van de overige laagtemperatuurbronnen is het bovendien niet nodig om warmte uit oppervlaktewater te gebruiken.

Rond de hoogtemperatuurbronnen in de gemeente heerst meer onzekerheid. Het geschatte potentieel aan warmte uit geothermiek is ruim voldoende maar de daadwerkelijk geschiktheid van de ondergond kan alleen door seismisch onderzoek worden vastgesteld. Ook wanneer de ondergrond geschikt blijkt te zijn, is het realiseren van een geothermisch warmtenet logistiek complex door de betrekkelijk lage bebouwingsdichtheid van de gemeente.

Het potentieel van biogas moet nader worden onderzocht evenals de kosten. Het argument blijft staan dat de nationale potentie aan biogas in Nederland klein is en dergelijke hoogwaardige warmte beter elders kan worden ingezet dan voor het verwarmen van woningen (naar 21°C). De geschatte potentie aan biogas (65%) is echter dusdanig dat dit in de toekomst een gunstige bron kan zijn om oudere panden de transitie door te tillen.

Ook het daadwerkelijk potentieel van de laag/mid-temperatuur restwarmte van Arla moet nader worden onderzocht evenals de welwillendheid van Arla om deze warmte beschikbaar te stellen.



Figuur III-2 Theoretisch maximaal potentieel warmtebronnen in Nijkerk uitgedrukt in huishoudens en uitgezet tegen totaal aantal huishoudens.
Maximaal potentieel geothermie, bodemlus en wko ligt buiten het bereik van de grafiek en is ruim voldoende; totaal huishoudens omvat tevens utiliteitsbouw omgerekend naar huishoudenequivalenten; bron: Nationaal Georegister 2014, Tauw en CE Delft/Deltares 2018