



Duurzame warmteoplossingen Gebouwendriften

Rapportage scenariostudie

Opdrachtgever *Gemeente Nieuwegein*

Auteurs *Daniël De Greef*
Max Vroomen

Datum *6 juni 2023*

Status *Definitief*



Samenvatting



Inleiding

De Gebouwendriften is door de gemeente aangewezen als startwijk aardgasvrij. Een collectieve oplossing lijkt kansrijk, maar moet worden vergeleken met individuele oplossingen. Deze scenariostudie vergelijkt verschillende aardgasvrije concepten voor verwarming en warm tapwater met elkaar en toetst deze aan de afwegingscriteria van de bewoners

Afwegingskader

In de werkgroep van dit project zijn bewoners, Energie-N, Jutphaas Wonen, de gemeente, Atrienis en DWTM betrokken. Samen hebben zij acht afwegingscriteria vastgesteld: impact in de buurt, impact in/rond de woning, duurzaamheid, kosten, zeggenschap/keuzevrijheid, ontzorging, energie-afhankelijkheid en techniek.

Warmteconcepten

Na filtering van longlist naar shortlist blijven de volgende warmteconcepten over: uitbreiding van het Eneco-net, een lokaal warmtenet op midden- of lage temperatuur, een lokaal bronnet op zeer lage temperatuur, en individuele warmtepompen.

Conclusies

Uit de analyse en het ingevulde afwegingskader zijn de volgende conclusies te trekken. Hierin zijn voor de eenvoud enkele nuances achterwege gelaten, die elders in het rapport wel worden benoemd.

- Gebouwendriften kan op verschillende manieren aardgasvrij worden gemaakt. Elk concept heeft voor- en nadelen.
- Wat betreft kosten zijn een lokaal MT warmtenet, individuele warmtepompen en uitbreiding van het Eneco-net de gunstigste opties. Die laatste heeft de laagste kosten, maar de verschillen zijn niet significant met het gebruikte rekenmodel. Uitbreiding van het Eneco-net is qua kosten moeilijk te berekenen.
- Wat betreft ruimtebeslag in de buurt en CO₂-besparing zijn individuele warmtepompen en bronnetten de gunstigste opties.
- Wat betreft ruimtebeslag in en rond de woning, zeggenschap op de infrastructuur en investeringskosten bij gebouweigenaren zijn warmtenetten (of bronnetten) de gunstigste opties.

Samenvatting - afwegingskader



	Warmtenet MT (uitbreiding)	Lokaal warmenet (MT)	Bronnet (ZLT)	Individueel
Impact in de buurt	Warmteleidingen, onderstations en overlast aanleg	Warmteleidingen, centrale warmtepomp, WKO's en overlast aanleg	Warmteleidingen en WKO's en overlast aanleg	Weinig
Impact in/rond woning	Klein, Vergelijkbaar met CV-ketel	Klein, vergelijkbaar met CV-ketel. Mogelijk booster warmtepomp met buffervat nodig	Warmtepomp en buffervat (grote koelkast)	Warmtepomp, buffervat (grote koelkast) en buitenunit of grondboring
Duurzaamheid	Afhankelijk van bronnenmix stadsverwarming; ca. 70%-80%	60-65% CO ₂ -besparing	85-90% CO ₂ -besparing	85-90% CO ₂ -besparing
Kosten*	Nationale kosten 30j: €19 mln TCO gebouwen 30j: €58k	Nationale kosten 30j: €21 mln TCO gebouwen 30j: €64k	Nationale kosten 30j: €25 mln TCO gebouwen 30j: €67k	Nationale kosten 30j: €19 mln TCO gebouwen 30j: €55k
Zeggenschap/ keuzevrijheid	Geen zeggenschap over bron; gebouweigenaar kiest wel of niet aansluiten	Keuze bron onafhankelijk van Eneco; gebouweigenaar kiest wel of niet aansluiten	Keuze bron onafhankelijk van Eneco; gebouweigenaar kiest wel of niet aansluiten; Bewoner heeft vrije keuze leverancier elektriciteit	Keuze voor alternatief aardgas: enkel warmtepomp. Bewoner heeft vrije keuze leverancier elektriciteit
Ontzorging bewoners	Goed	Goed	Afhankelijk van demarcatie	Alleen bij collectieve inkoop/propositie
Energie-afhankelijkheid (gebouw)	Warmte komt van externe bron	Warmte komt van externe bron	Warmte extern, elektra op dak of extern	Warmte eigen perceel, elektra op dak of extern
Techniek	Volwassen techniek, maar koeling niet mogelijk	Volwassen techniek, maar koeling niet mogelijk zonder extra koudeleidingen	Volwassen techniek met zeer goede, passieve koeling	Volwassen techniek met (zeer) goede koeling (actief of passief, afhankelijk van lucht of bodem)

* Kosten voor isolatie van gebouwen zijn niet meegenomen, omdat gebouwen hoe dan ook geïsoleerd zullen gaan worden.

Inhoudsopgave

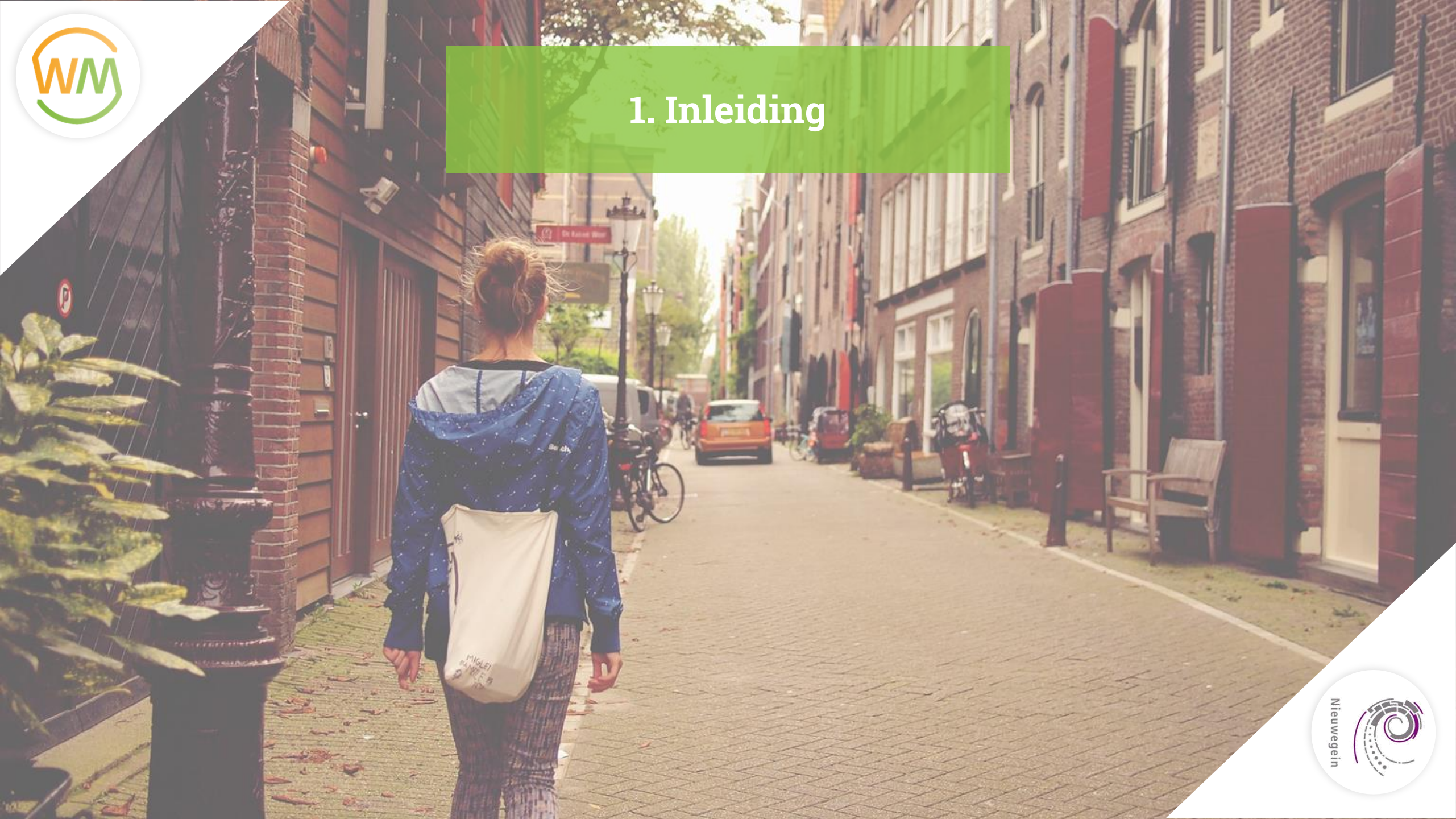
Samenvatting

1. Inleiding, projectoverzicht en buurt
2. Schouwingen referentiewoningen
3. Van longlist naar shortlist
4. Shortlist nader doorgerekend met de Warmtetoel
5. Afwegingskader Gebouwendriften
6. Conclusies en adviezen





1. Inleiding





De Gebouwendriften wordt aardgasvrij!



De gemeente Nieuwegein heeft de buurt Gebouwendriften aangewezen als startbuurt voor de transitie naar een aardgasvrije warmtevoorziening. Het alternatief voor aardgas ligt echter nog niet vast. De gemeente zet daarom samen met Energie-N, Jutphaas Wonen en bewoners de verschillende alternatieven naast elkaar.

In de Transitievisie Warmte staat dat een warmtenet, met nader te bepalen temperatuur en eigendom, in Gebouwendriften kansrijk lijkt. Dit komt o.a. door de ligging ten opzichte van het bestaande net, de gelijksoortige woningen en het groot aandeel corporatiebezit.

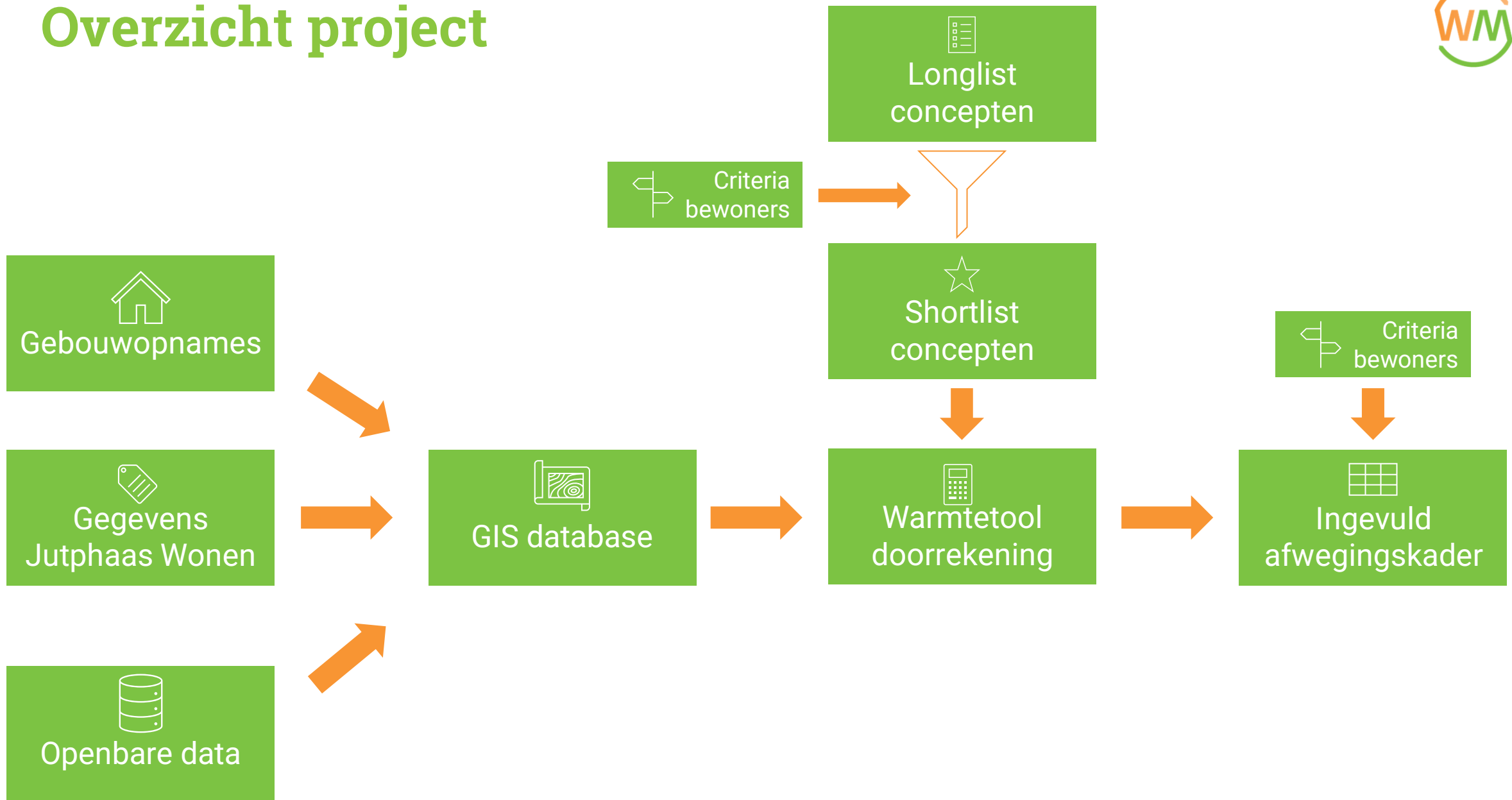
In deze scenariostudie vergelijken we aardgasvrije concepten met elkaar: het aansluiten op het bestaande warmtenet, een lokaal warmtenet, een lokaal bronnet en individuele warmtepompen. Het lokale warmtenet kan in theorie door diverse bronnen gevoed worden. De uitkomst is een ingevuld afwegingskader dat kan worden gebruikt om een gedragen keuze te maken met de buurt.

Werkgroep



- Gemeente Nieuwegein
 - Anne Wijers (projectleider bij start, later vervangen door Kashif)
 - Kashif Matsari (projectleider bij oplevering)
 - Jeroen Harren (programma manager)
- Vertegenwoordigers bewoners
 - Han van Wetering
 - Ivonne van Wijngaarden – Kruijswijk
- Stichting Energie-N
 - Paul Triepels
- Jutphaas Wonen
 - Marco van Dijk
 - Dyon Noy (Atriensis)
 - Noa Koopman (Atriensis)
- De WarmteTransitieMakers
 - Daniël De Greef (projectleider uitvoerende partij)
 - Max Vroomen
 - Jop van Rookhuizen (enkel betrokken bij schouwingen)

Overzicht project





2. Schouwingen referentiewoningen



We hebben drie woningen op locatie geschouwd



Voor dit onderzoek zijn 3 woningen in de buurt bezocht om een beter inzicht te krijgen in de huidige staat van de woningen. Deze inzichten hebben wij gebruikt voor het technische onderzoek.

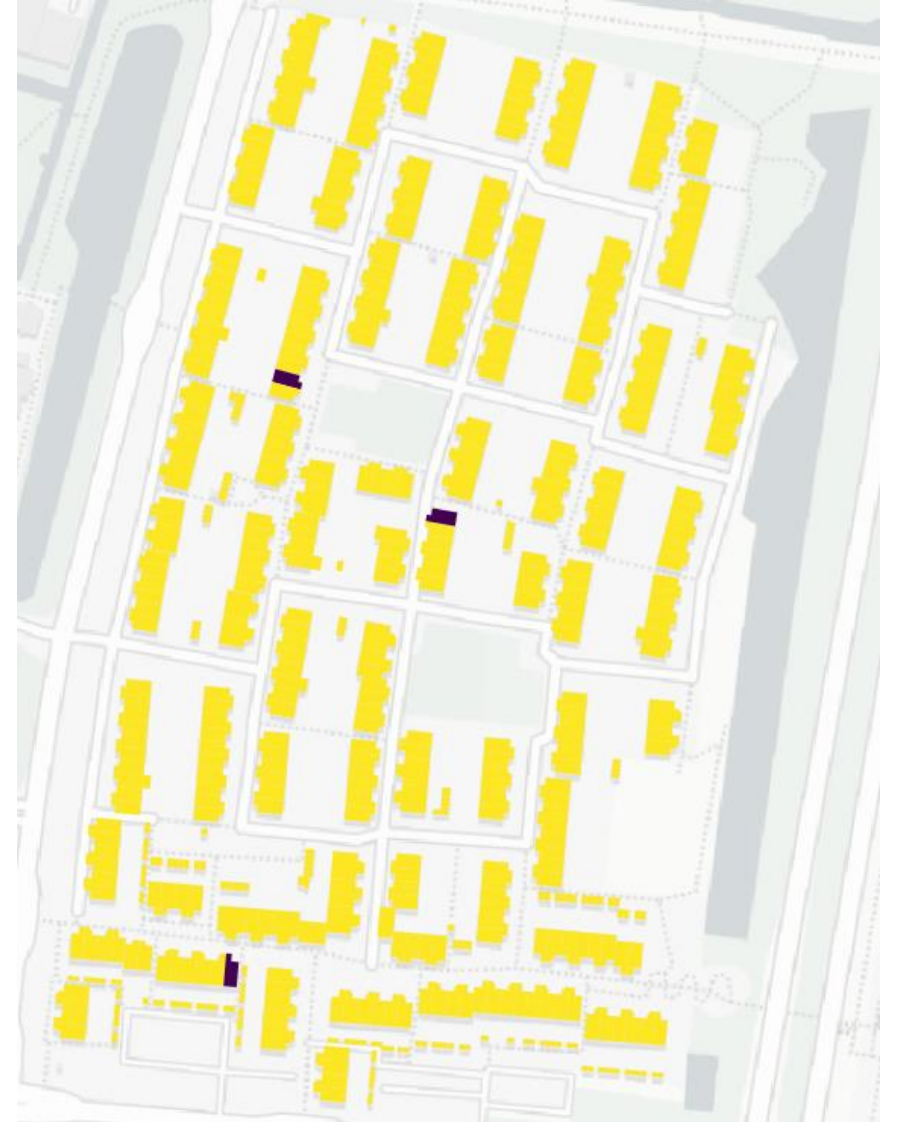
Wij hebben één woning in bezit van Jutphaas Wonen en twee in particulier bezit bezocht. De woningen die we bezocht hebben staan ingetekend op de kaart rechts.

Tijdens het schouwen van de woningen hebben wij gelet op de huidige staat van isolatie, op de ventilatiesystemen, op de kier- en naaddichting en op de radiatoren. Ook hebben we gekeken naar hoe een mogelijk warmtenet aangesloten zou worden in de woning of waar een mogelijke warmtepomp zou komen te staan.

Bij het schouwen hebben wij gekeken naar wat nodig is om de woningen uiteindelijk naar een schillabel B te brengen. Uit het schouwen is gebleken dat de woningen op veel vlakken al in een goede staat verkeren. Zo hebben de woningen al spouwmuurisolatie en tot in bepaalde mate ook dakisolatie. Andere gebouwonderdelen moeten echter nog beter geïsoleerd worden. Zo hebben veel woningen nog oude dubbelglas ramen en is de vloer nog niet voldoende geïsoleerd.

Bij sommige woningen troffen we openstaande kieren en naden aan. Deze kunnen makkelijk gedicht worden door middel van tochtstrips. Ook merkten we dat ramen veel open gelaten werden om te luchten. Dit zorgt voor veel warmteverlies. Het is beter om het ventilatiesysteem te gebruiken. Dit bespaart energie en zorgt alsnog voor genoeg schone lucht in de woning.

Voor de inpassing van een warmtenet of warmtepomp in de woning is de plek van de oude CV-ketel het meest gunstig. Voor een warmtenet zou een 'afleverset', ongeveer ter grootte van de oude CV ketel, in de plaats komen. Voor een warmtepomp zou de warmtepomp, ook ter grootte van de CV ketel, én een buffervat, ter grootte van een koelkast, in de plaats komen.





3. Van longlist naar shortlist



Longlist



Voor dit project zijn wij begonnen met een 'longlist' van warmtetechnieken. Dit is een lijst van technieken waar ideeën vanuit de bewoners, de energiecoöperatie, de gemeente en De WarmteTransitieMakers in verwerkt zijn. Het idee van deze lijst is om zo iedereen ideeën en vragen mee te kunnen nemen en te kunnen beantwoorden. Op deze lijst staan de volgende warmteconcepten:

- Aansluiten op bestaande warmtenet (Eneco)
- Nieuw, lokaal MT of LT warmtenet met als bron ...
 - Geothermie (aardwarmte op meer dan 500 m diepte)
 - Restwarmte
 - Biomassa
 - Biogas
 - Warmte uit oppervlaktewater (aquathermie)
 - Collectieve lucht-water warmtepomp
 - Collectieve bodem-water warmtepomp (bodem warmtewisselaar)
 - Zonthermie collectoren op dak met collectieve seizoensopslag
 - Zonthermie collectoren in veldopstelling met collectieve seizoensopslag
 - Basaltbatterij opgeladen met stroom(overschotten)
- Lokaal bronnet ("warmtenet" op zeer lage temperatuur waar ook mee gekoeld kan worden) met als bron ...
 - Restwarmte
 - Aquathermie
 - Luchtwarmte (drycoolers)
 - PVT warmte (zonthermie in combinatie met PV) op dak met collectieve WKO
 - PVT warmte in veldopstelling
- All-electric individuele oplossingen
 - Lucht-water warmtepompen
 - Bodem-water warmtepompen
 - PVT-water warmtepomp
 - Elektrische CV
 - Stralingspanelen (infrarood)
- Hybride warmtepompen (waterstofgas of groengas)
- HR CV-ketel (waterstofgas of groengas)
- Pellet kachels

Afwegingskader - criteria

De volgende stap in het proces is het terugbrengen van de 'longlist' naar een 'shortlist'. Dit wordt gedaan door de technieken van de longlist te toetsen op bepaalde criteria die zijn vastgesteld door de werkgroep. Hierdoor vallen enkele technieken af. Wat overblijft zijn een aantal technieken die op de shortlist komen. Dit zijn de technieken die het meest kansrijk of gunstig lijken voor de buurt. Deze technieken zullen verder uitgewerkt en dieper onderzocht worden.

De criteria die vastgesteld zijn door de werkgroep voor het afwegingskader:

- Impact in de buurt (overlast, zichtbaarheid en ruimtebeslag)
- Impact in/rond de woning (overlast, zichtbaarheid en ruimtebeslag)
- Duurzaamheid (CO₂ uitstoot en milieu)
- Kosten (nationale kosten en bewonerskosten)
- Zeggenschap bewoners
- Ontzorging bewoners
- Energie-afhankelijkheid
- Techniek (koeling en volwassenheid)

In de bijlage (op [deze slide](#)) is een uitgebreid, ingevuld afwegingskader te vinden. Hierin zijn scores toegekend op basis van algemene eigenschappen van technieken en de specifieke toepassing voor Gebouwendriften.

Op de volgende slides staat navolgbaar toegelicht waarom bepaalde technieken niet mogelijk (knock-outs) of onwenselijk zijn in Gebouwendriften.

Concepten die afvallen (knock-outs)



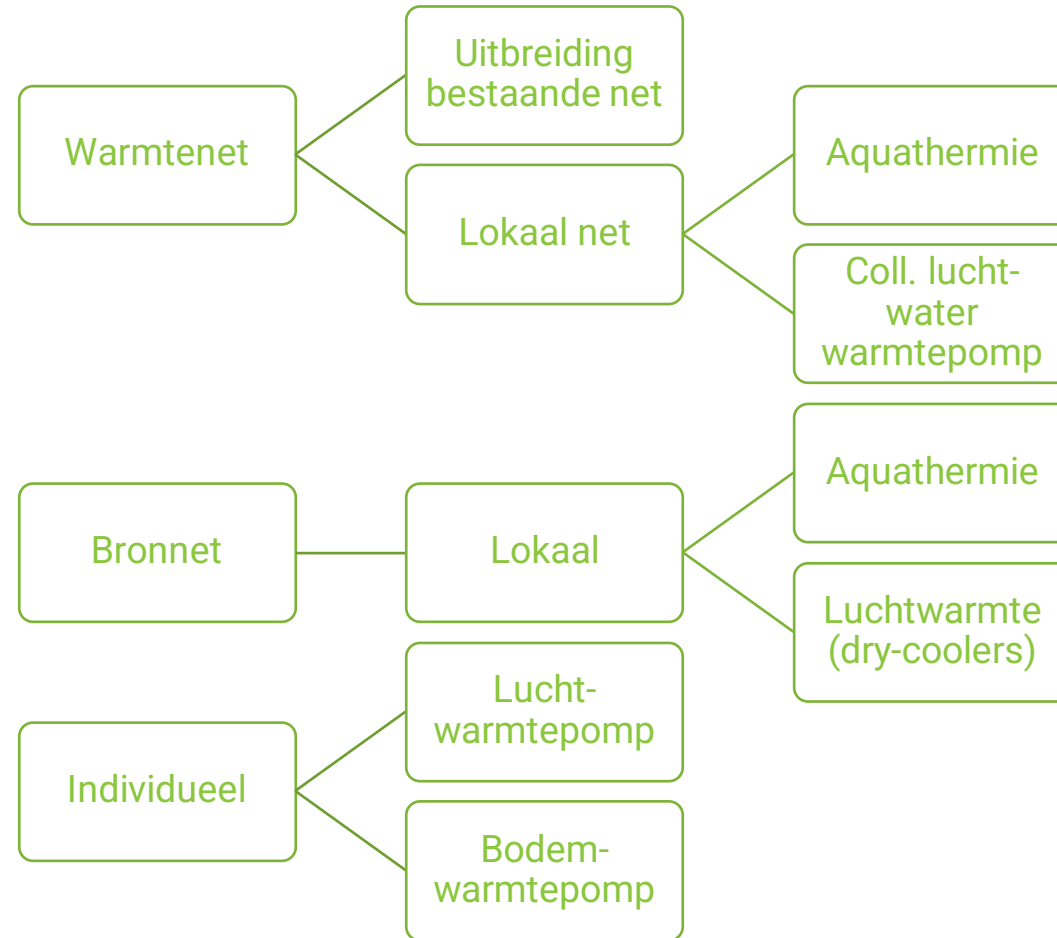
Categorie	Techniek	Reden
Lokaal warmtenet	Geothermie	Voor geothermie heb je minimaal 4000 woningen nodig. Anders is het onbetaalbaar. Op stedelijke schaal kan dit wel, maar dan zal dit in combinatie met het bestaande net moeten.
	Restwarmte	Er is in of nabij Gebouwendriften geen potentiële restwarmtebron beschikbaar
	Zonthermie op veld	Niet voldoende open ruimte beschikbaar (zonneveld in wijk)
Bronnet	Restwarmte	Er is in of nabij Gebouwendriften geen potentiële restwarmtebron beschikbaar
	PVT warmte in veldopstelling	Niet voldoende open ruimte beschikbaar (zonneveld in wijk)
Individueel	CV ketels op waterstof gas	Er is geen groene waterstof beschikbaar voor de gebouwde omgeving. Of dat in de toekomst komt is erg onzeker, omdat andere sectoren maatschappelijk prioriteit hebben
	CV ketels op groengas	Hoeveelheid groengas in NL kan nooit alle aardgas vervangen. Andere sectoren zijn bereid meer te betalen hiervoor. Er zal weinig tot geen overblijven voor gebouwde omgeving
	Pellet kachels	Als iedereen in een woonwijk pellet kachels gebruikt als hoofdverwarming, is er veel luchtvervuiling in de vorm van fijnstof, zeker bij weinig wind. Kinderen en risicogroepen zijn extra gevoelig.

Concepten die onwenselijk zijn



Categorie	Techniek	Reden
Lokaal warmtenet	Biomassa	Lokale biomassacentrale geeft overlast in de vorm van vrachtverkeer en vervuiling. Ook is de duurzaamheid van biomassa erg omstreden en wordt dit niet meer gestimuleerd/gesubsidieerd vanuit de overheid.
	Biogas	Voor biogas is een biovergistingsinstallatie nodig of moet biogas via een apart aan te leggen leiding worden geïmporteerd. Dit is beide erg duur gezien de grote concurrentie met andere sectoren zoals industrie en zware voertuigen, die dit harder nodig hebben dan woningen.
	Grote bodemwarmtepomp (gesloten lus)	Onvolwassen techniek in NL - Op veel vlakken interessante technologie, maar er is in NL weinig ervaring mee op deze schaal in NL
	Zonthermie op dak	Onvolwassen techniek in NL
	Basaltopslag	Onvolwassen techniek in NL
Bronnet	PVT warmte op daken	Onvolwassen techniek in NL; moeilijk te realiseren in woonwijken zonder grote daken van utiliteiten
Individueel	PVT-water warmtepomp	Kan voor sommige woningen haalbare en goede oplossing zijn, maar mogelijk past niet op alle daken.
	Elektrische CV / stralingspanelen	Erg hoge elektriciteitsvraag, veel verzwaring netwerk en weinig of geen CO2-besparing
	Hybride warmtepomp	Niet volledig aardgasvrij in 1 keer; kan mogelijk tussenstap zijn voor individuele woningen

Concepten die overblijven (shortlist)



Deze zeven concepten worden op de volgende slides één voor één verder toegelicht.

Shortlist optie 1

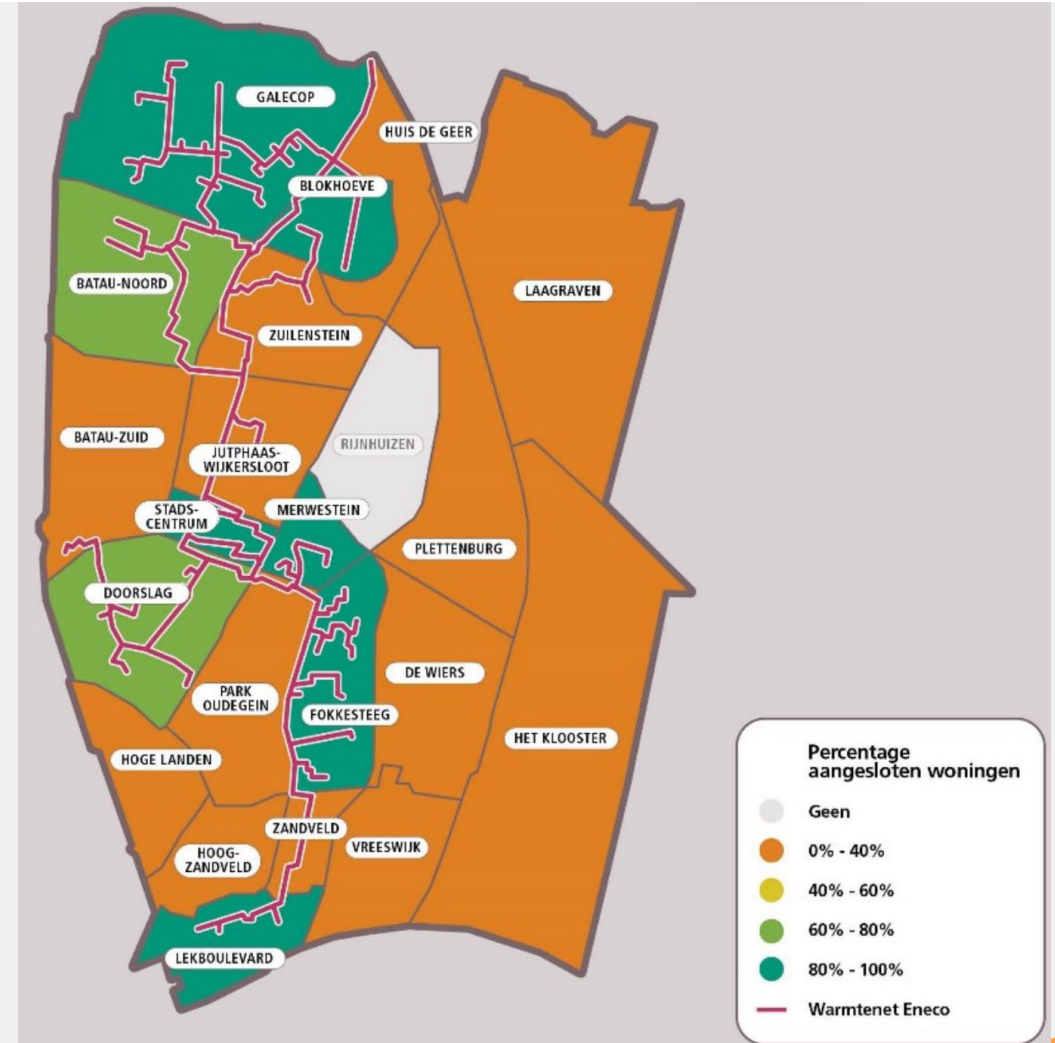
Uitbreiding bestaande warmtenet



Het warmtenet van Eneco ligt ten noorden en ten oosten van Gebouwendriften. Eneco werkt samen met de gemeente aan het verduurzamen van de warmtebronnen in het net. Tegelijkertijd is er capaciteit op het net om uit te breiden. In Gebouwendriften zijn nog geen gebouwen aangesloten op het net.

Een bestaande leiding kan worden aangeboord onder druk waarbij er geen onderbreking van de levering nodig is voor andere wijken. Dan kan een nieuwe aftakking worden gemaakt naar Gebouwendriften om aan de woningen warmte te leveren. Er is nog geen besluit genomen of dit gaat gebeuren: het is één van de opties voor verduurzaming van Gebouwendriften.

De kosten voor de warmtebron zijn momenteel een grote onzekerheid in dit scenario. Daarom doen we een gevoeligheidsanalyse op het warmtetarief waaraan de warmte kan afgetapt worden bij de hoofdleiding. In het basis scenario gaan we uit van 16€/GJ (ex. btw). Aan het uitkoppelpunt. Verwar dit niet met het tarief aan de afnemers, dat een stuk hoger zal liggen.



Figuur uit Transitievisie Warmte Nieuwegein



Shortlist optie 2

Warmtenet op basis van aquathermie

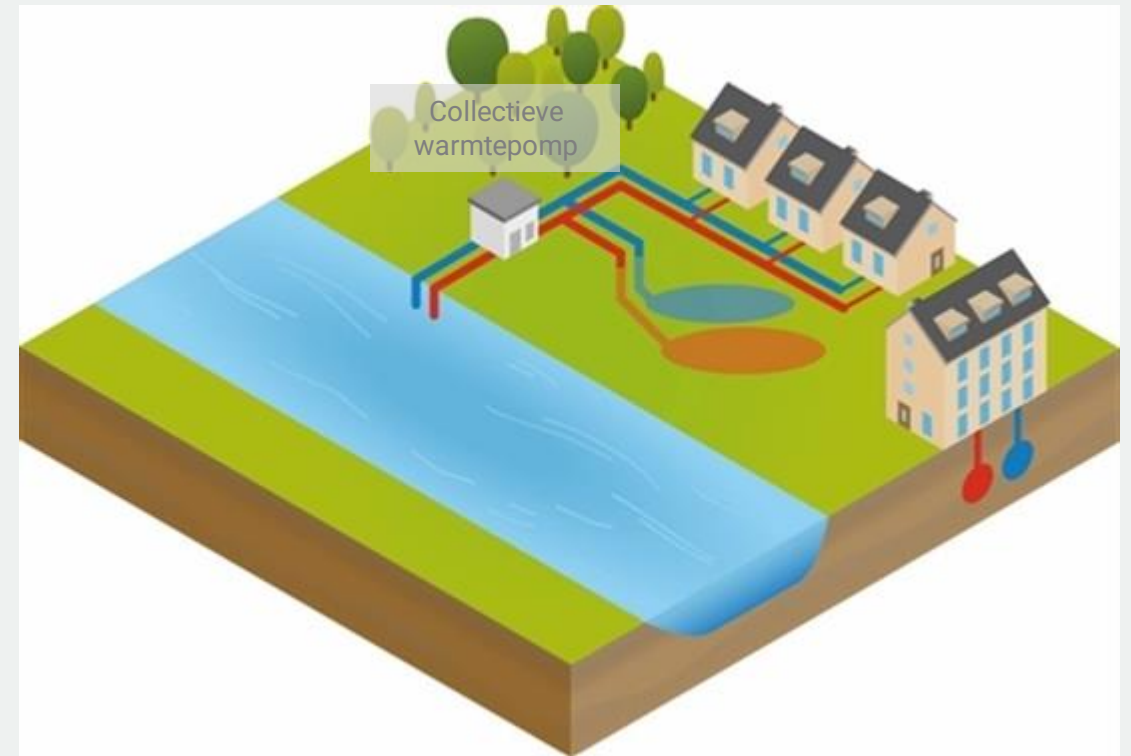


Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) is een vorm van aquathermie. Bij aquathermie wordt warmte uit water gewonnen. In het geval van TEO is dat uit oppervlaktewater zoals grachten, rivieren, kanalen of plassen.

Dit water is in de zomer het warmst (ca 20°C), daarom wordt de warmte opgeslagen in een ondergrondse warmte-koude opslag (WKO). In de winter wordt deze warmte weer uit de bodem gehaald.

De warmte van 20°C wordt opgewaardeerd met een collectieve warmtepomp tot ca. 45°C of 75°C. Deze collectieve warmtepomp wordt ondergebracht in een warmtecentrale waar ook een piek- en back-up ketel wordt geplaatst.

De potentie voor aquathermie van de verschillende waterlichamen in De Gebouwendriften is onzeker, maar wellicht ontoereikend om de hele buurt van warmte te voorzien. In dat geval kan aquathermie gecombineerd worden met luchtwarmte of PVT.



Figuur: Rijkswaterstaat

Shortlist optie 3

Warmtenet - Collectieve lucht-water warmtepomp



Een collectieve, grootschalige lucht-water warmtepomp kan duurzame warmte opwekken voor een warmtenet.

Een voorbeeld is het BES (Buurt Energie Systeem) concept van Alliander, waarbij de warmtepompen worden geleverd in prefab modules en het systeem is modulair. In Didam is het eerste BES warmtenet in Nederland dat operationeel is. Op andere plekken wordt het systeem momenteel ontwikkeld.

Wij hebben recent Alliander geïnterviewd om de technologie goed te kunnen doorrekenen.

In De Gebouwendriften is nog niet geïnventariseerd waar de BES module geplaatst kan worden. De module is ongeveer 9 x 3 m, er moet 1,5 m rondom vrije ruimte zijn en er moet minimaal 25 meter afstand zijn tussen de warmtepomp en woningen. Met het standaard vermogen van de BES module, zijn er 2 of 3 modules nodig voor Gebouwendriften. We gaan er in de scenario's vanuit dat er binnen een straal van 100 meter rondom de buurt twee tot drie locaties te vinden moeten zijn.



Figuur: Alliander



Shortlist optie 4

Bronnet op basis van aquathermie

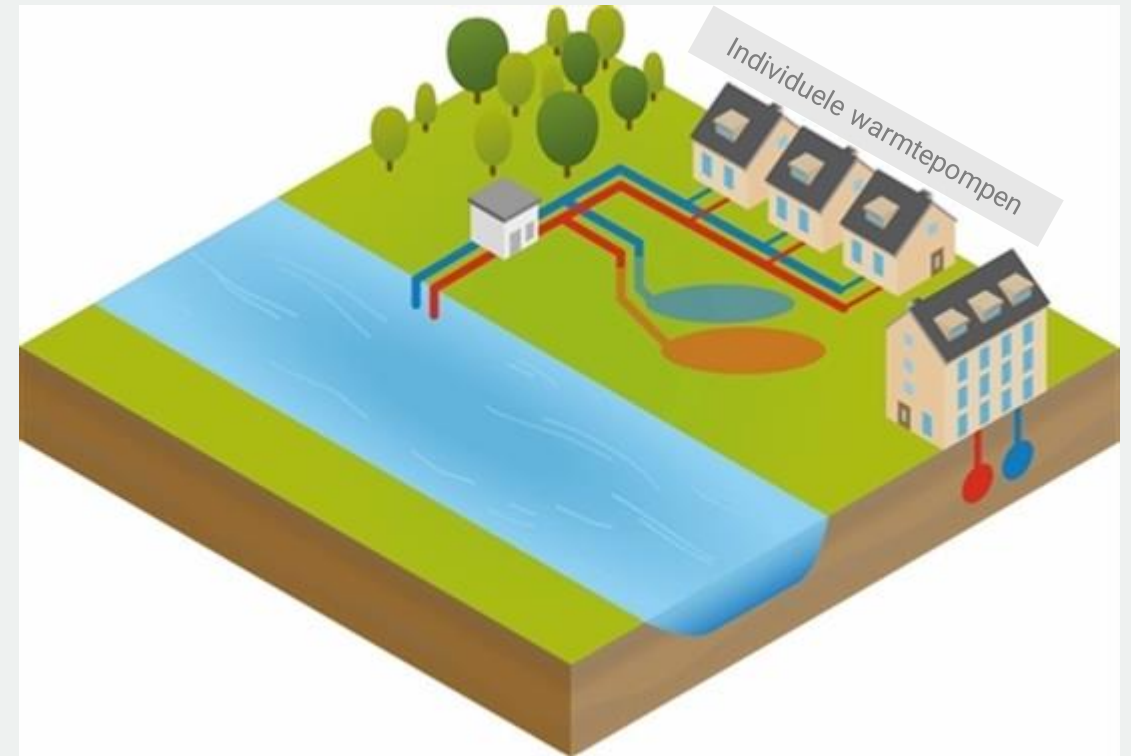


Bij een aquathermie bronnet zijn de warmteonttrekking uit water en warmteopslag in een WKO hetzelfde als bij een aquathermie warmtenet.

Het verschil is dat er geen collectieve warmtepomp is maar dat elk gebouw de 20°C opwaardeert met een individuele water-water warmtepomp. Voor tapwater is een buffervat, ongeveer ter grootte van een grote koelkast, nodig in de woning.

Ook kan de retourleiding van ca. 10°C gebruikt worden voor koeling in de zomer. Deze koelwarmte kan ook weer worden opgeslagen in de WKO, waardoor minder aquathermie nodig is.

Bij deze variant is er geen variabel levertarief aan de klant, enkel een vastrecht. Elk gebouw kan een eigen elektriciteitsleverancier kiezen en heeft dus controle over zijn energierekening.



Figuur: Rijkswaterstaat



Shortlist optie 5

Bronnet op basis van luchtwarmte (drycoolers)



Dit concept is op alle vlakken identiek aan het vorige, alleen wordt aquathermie vervangen door luchtwarmte. Door middel van drycoolers, oftewel grote ventilatoren in de buitenlucht, wordt warmte in de zomermaanden onttrokken aan de buitenlucht.

Dit concept is minder complex dan aquathermie en er zijn minder vergunningen voor nodig.

Aandachtspunten zijn mogelijk geluidsoverlast en het feit dat dit concept niet in aanmerking komt voor een SDE++ subsidie.

Voor deze technologie is geen passende, rechtenvrije afbeelding gevonden

Shortlist optie 6

Individuele lucht-water warmtepompen

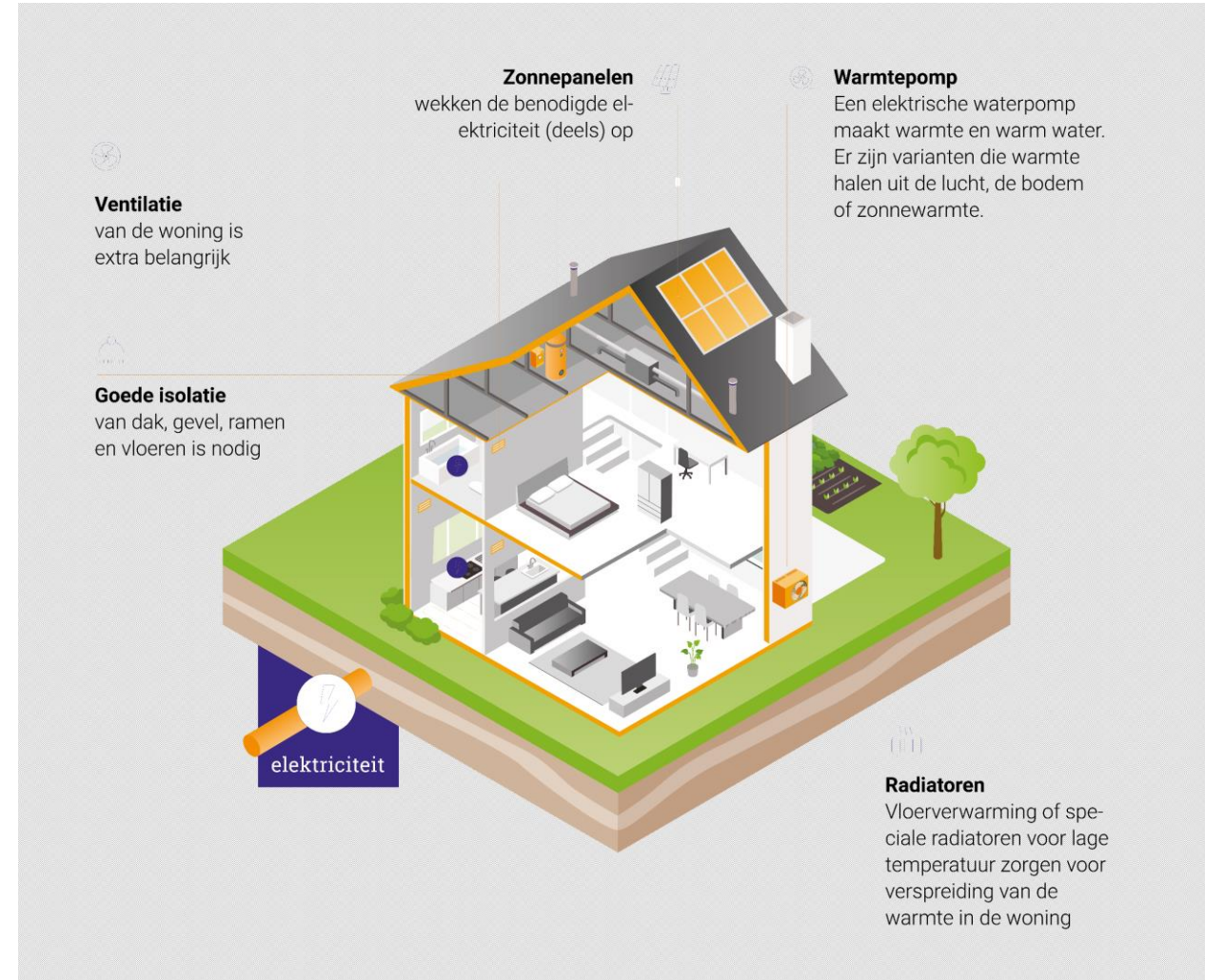


In deze variant is er geen warmtenet nodig, maar heeft elke woning een buiten-unit als warmtebron en een binnen-unit met een warmtepomp. De binnen-unit bestaat uit de warmtepomp zelf en een buffervat voor tapwater (ongeveer ter grootte van een grote koelkast).

Het rendement van deze warmtepomp is over het gehele jaar wel lager dan bij een bronnet, omdat de brontemperatuur lager is.

Ook moet ruimte worden gevonden voor de buiten-unit en moet het elektriciteitsnet worden verzwaard als de hele buurt hierop overstapt.

Tevens maakt de buiten-unit van de lucht-warmtepomp geluid. De overlast is gemaximeerd in normering (o.a. niet meer dan 40 dB bij de burenen) en warmtepompen worden steeds stiller. Toch kan de opgetelde effect van buiten-units in dichtbebouwde woonwijken aanzienlijke geluidsoverlast veroorzaken.



Shortlist optie 7

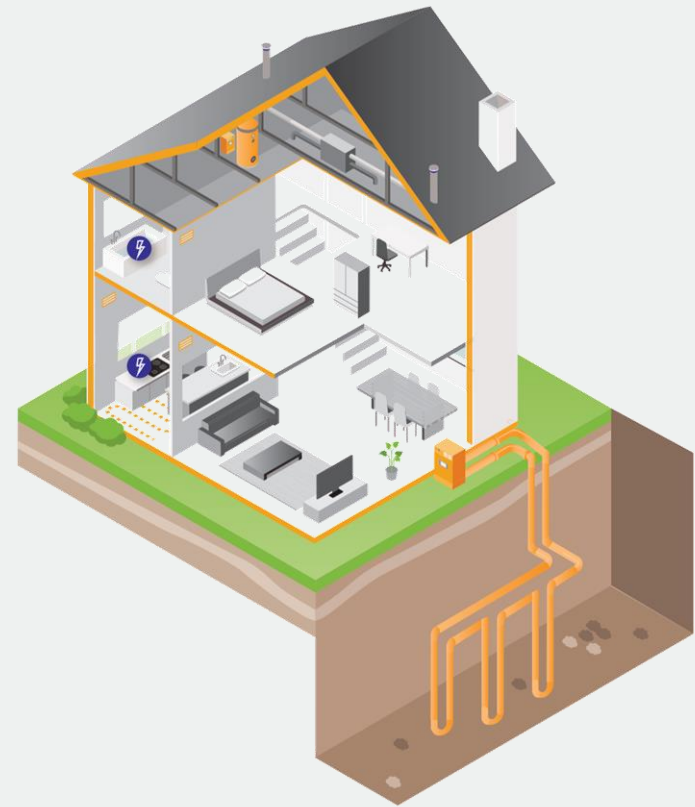
Individuele bodem-water warmtepompen



Bodem-water warmtepompen gebruiken in plaats van buitenlucht de bodem als warmtebron. Er is dus geen buiten-unit nodig die lucht aanzuigt, wel een bodemwarmtewisselaar, ook wel bodemlus genoemd.

Deze warmtepomp is enkel mogelijk als er ruimte is voor een boring kortbij de woning, bijvoorbeeld in de (voor)tuin. De bodemlus kan verticaal (50-150 m diep) of horizontaal (1 m diep) worden ontworpen. Omdat de bodem in de winter meestal warmer is dan de buitenlucht, ligt het rendement van deze warmtepomp hoger dan dat van een lucht-water warmtepomp.

De investering ligt hoger dan bij een lucht-water warmtepomp, maar de jaarlijkse lasten liggen lager. Daardoor kan deze warmtepomp op de lange termijn goedkoper uitpakken.





4. Shortlist nader doorgerekend met de Warmtetoel



Toelichting resultaten

De technieken die op de shortlist staan zijn doorgerekend voor de buurt Gebouwendriften. Op de komende pagina's staan de resultaten van deze berekening. De resultaten zijn uitgedrukt in de Totale Nationale Kosten (TNK) en de Total Cost of Ownership (TCO). Wat deze termen betekenen staat hieronder uitgelegd.

- Totale Nationale Kosten (TNK)
 - Alle kosten voor installaties, infrastructuur, gebouwszijdige maatregelen, onderhoud van dit alles, energie, brandstof en overhead zoals projectmanagement en administratiekosten. Binnenlandse kasstromen tussen partijen binnen Nederland, zoals subsidies, belastingen en warmtelevering, tellen hier niet in mee.
- Total Cost of Ownership (TCO) voor de woning eigenaar en de bewoner. Uitgedrukt per woning, per jaar.
 - Alle kosten en baten incl. btw voor een eigenaar-bewoner (of bijv. eigenaar + huurder), zoals isolatie, warmtepomp, onderhoud, aansluitkosten warmtenet, warmtetarief, elektriciteit, energiebelasting, maar ook subsidies.

Beide zijn totale levenscycluskosten, gecorrigeerd voor eventuele restwaarde, en verdisconteerd.

TNK en TCO voor hele buurt

Rechtsboven zien we de nationale kosten voor de 7 verschillende technieken. Er zijn 9 staafjes omdat twee technieken op twee temperaturniveaus zijn doorgerekend. De stippellijn geeft een bandbreedte van +/- 20% t.o.v. de goedkoopste techniek aan. Binnen deze bandbreedte zijn de verschillen dus niet significant.

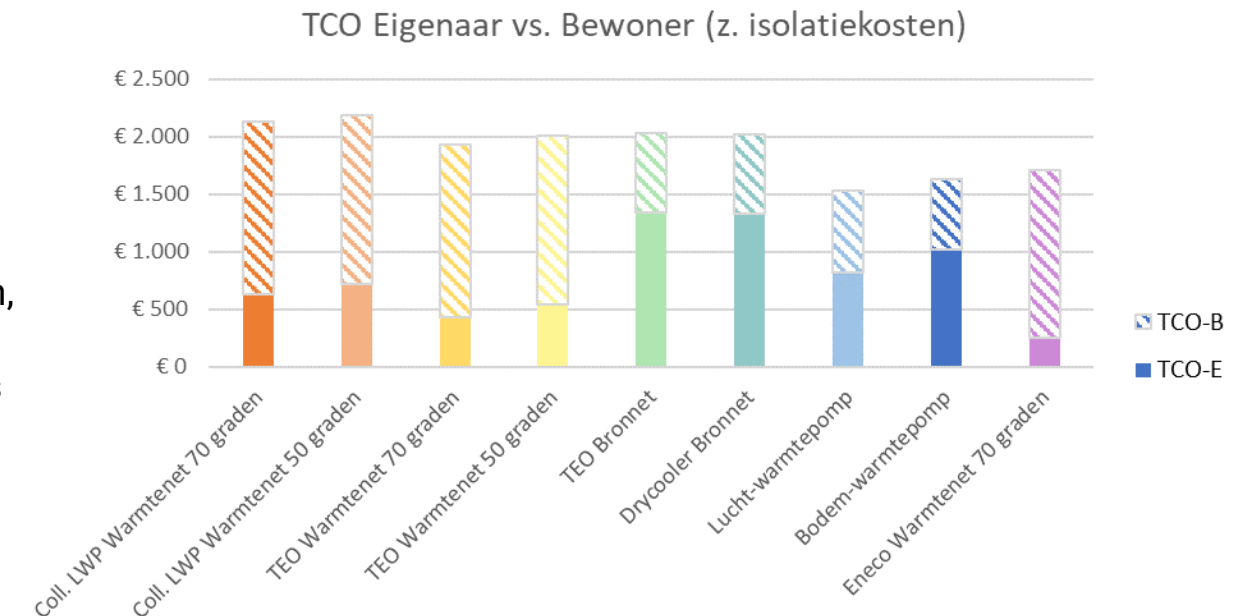
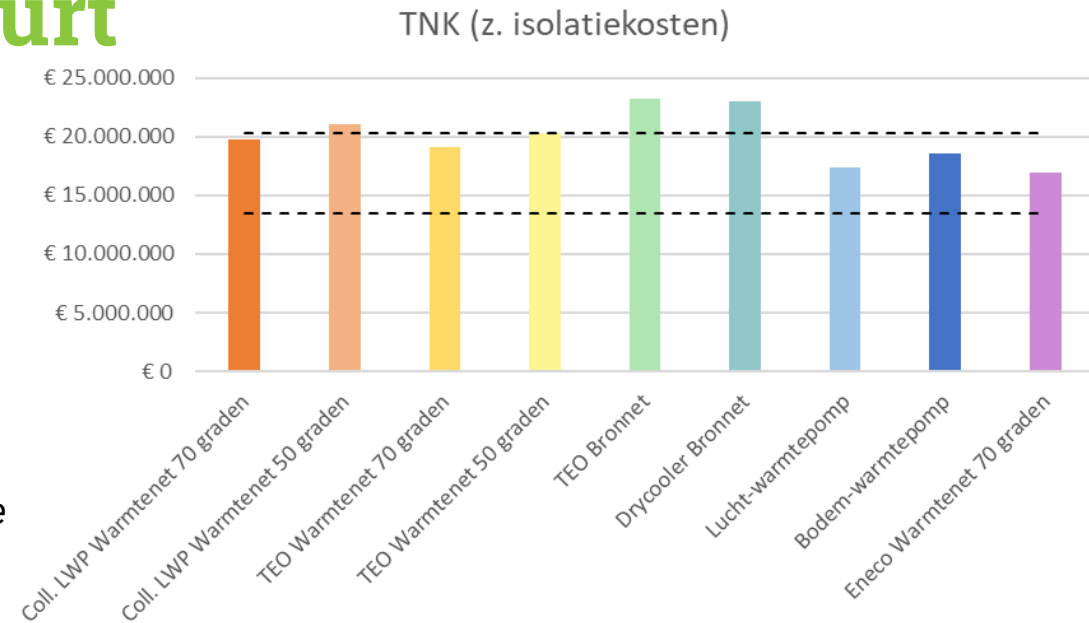
Rechtsonder zien we de TCO aan de gebouwkant, opgesplitst tussen eigenaren (E) en bewoners (B). Hier is geen bandbreedte aangegeven omdat deze kosten minder robuust zijn dan Nationale kosten.

Vaststellingen TNK

- Uitbreiding Eneco heeft de laagste kosten, kort gevolgd door Individuele lucht-water WP.
- Bronnetten zijn significant (>20%) duurder, zowel als de warmtenetten op 50 graden.
- Warmtenetten op 50 graden zijn duurder dan op 70 graden, vanwege de booster warmtepomp en afgiftelichamen
- Individuele lucht-water WP zijn over 30 jaar gemiddeld iets goedkoper dan bodem-water WP.

Vaststellingen TCO

- Warmtenetten hebben lage TCO-E en hoge TCO-B.
- Voor individuele warmtepompen en bronnetten is dit andersom.



Opbouw TNK en CO₂ besparing



Rechts is te zien hoe de nationale kosten van de verschillende scenario's zijn opgebouwd. Ook is op deze grafiek te zien wat de CO₂ besparing ten opzichte van individuele aardgasketels is in elk scenario. Voor de waarden van de CO₂-besparing moet de rechter-as worden afgelezen.

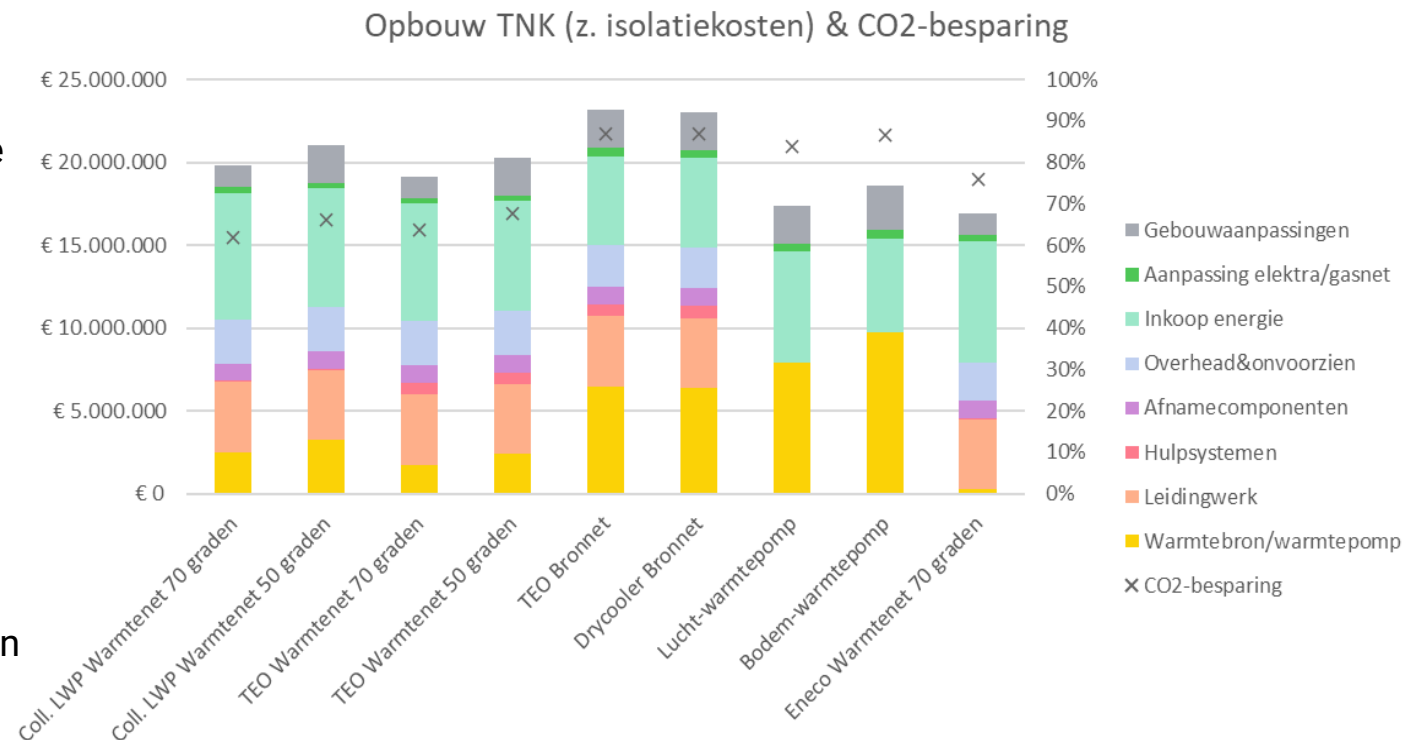
De CO₂-besparing ligt tussen 60% en 90% voor alle scenario's en is het hoogst bij bronnetten en individuele warmtepompen.

De kosten voor de bron/warmtepomp zijn het hoogste bij de individuele oplossingen gevolgd door de bronnetten. Uitbreiding Eneco heeft de laagste bronkosten.

De warmtenetten onderscheiden zich door bijvoorbeeld hulpsystemen zoals een WKO.

De inkoop van energie is het laagste bij de bronnetten en bij de bodem-warmtepomp.

De kosten voor de warmtebron en gebouw-aanpassingen zijn het laagste bij de 70 graden warmtenetten, omdat hiervoor geen extra tapwater voorzieningen of lage temperatuurradiatoren benodigd zijn.



De CO₂-uitstoot van het Eneco warmtenet afgeleid van gemiddelde uit het Eneco warmte-etiket 2021 (19,8 kg CO₂/GJ) en de doelstelling van gemeente Nieuwegein voor 2030 (5 kg CO₂/GJ)

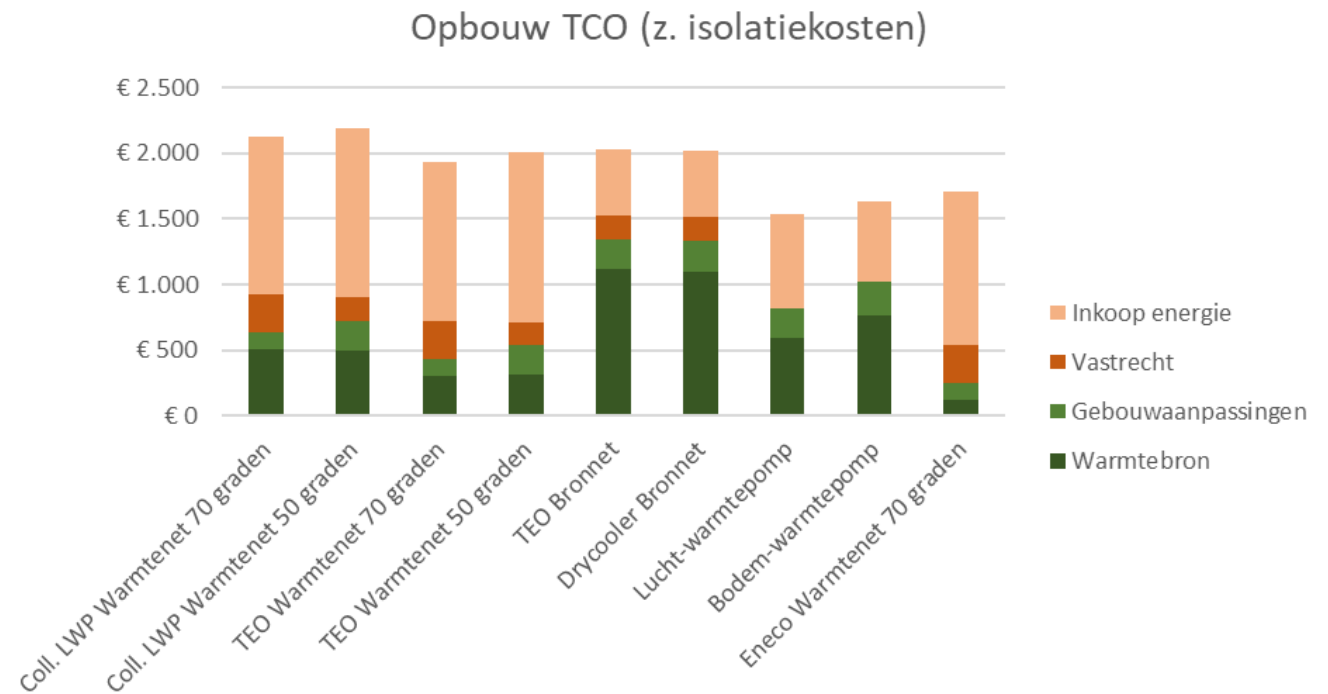
Opbouw TCO



Rechts is te zien hoe de total cost of ownership (TCO) van de verschillende scenario's is opgebouwd. De TCO is alle kosten en baten voor eigenaar en bewoner over 30 jaar, uitgedrukt als kost per jaar.

De TCO vertoont vergelijkbare verschillen als de TNK:

- Hogere bronkosten voor de bronnetten en individuele oplossingen, maar een lagere energierekening.
- Lagere bronkosten voor warmtenetten, maar een hogere energierekening.



Toelichting investeringen en energierekening



Naast de TNK en TCO hebben we ook gekeken naar de investeringen vooraf en de energierekening door de jaren heen voor de verschillende scenario's. Dit geeft meer houvast voor de bewoners bij het vergelijken van de scenario's.

- **Gebouwinvesteringen**
 - Alle initiële investeringen in installatie en isolatie die nodig zijn om de overstap te maken op de nieuwe warmtevoorziening. Voor een warmtenetconcept zit hier ook de aansluitbijdrage in; dit is een bijdrage die de gebouweigenaar aan de warmte exploitant moet betalen. Deze kosten zijn onderdeel van de TCO eigenaar-bewoner.
- **Energier rekening voor warmte 2026**
 - Het deel van de energierekening voor het verwarmen van het gebouw en het warm tapwater. Deze rekening is opgebouwd uit verbruik van gas/elektra/warmte en vastrecht; o.b.v. verwachte prijzen voor prijspeil 2026. We gaan ervan uit dat de gemiddelde energietarieven in 2026 minder hoog zullen liggen dan in 2022 en 2023 (historisch ongekende pieken). Daarom is 2026 meer representatief. Deze kosten zijn onderdeel van de TCO eigenaar-bewoner.

Opbouw gebouwinvesteringen

- Aansluitbijdrage warmtenet
- Booster warmtepomp (LT warmtenet)
- Water-water warmtepomp (bronnet)
- **Individuele warmtepomp**
- Buffervat voor tapwater
- Bouwkundige en installatietechnische aanpassingen (muurdoorvoeren, mantelbuis, aansluiting op bestaand afgiftesysteem, ...)
- Verwijderen gasketel etc.
- BTW
- ISDE subsidie

Opbouw energierekening (voor warmte)

- Levering warmte (LT warmtenet)
- Vastrecht warmte
- **Huur afleverset en meettarief**
- Levering elektriciteit
- Energiebelasting elektriciteit
- BTW

Legenda

Oranje: enkel bij warmtenet/bronnet

Blauw: enkel bij individuele warmtepomp

Zwart: in meerdere of alle scenario's



Investerings en energierekening



Rechtsboven zien we de initiële investeringen die gebouweigenaren moeten maken om een woning geschikt te maken voor de desbetreffende techniek. Initiële investeringen bevatten bijvoorbeeld; isolatiekosten, kosten voor de warmtebron en aanpassingen in de woning.

Rechtsonder zien we de energierekening voor warmte in 2026. De energierekening warmte neemt alleen kosten mee die nodig zijn voor het verwarmen van de woning. Het jaar 2026 is gekozen, omdat we verwachten dat we dan voorbij de piek van historisch ongekend hoge energieprijzen zijn.

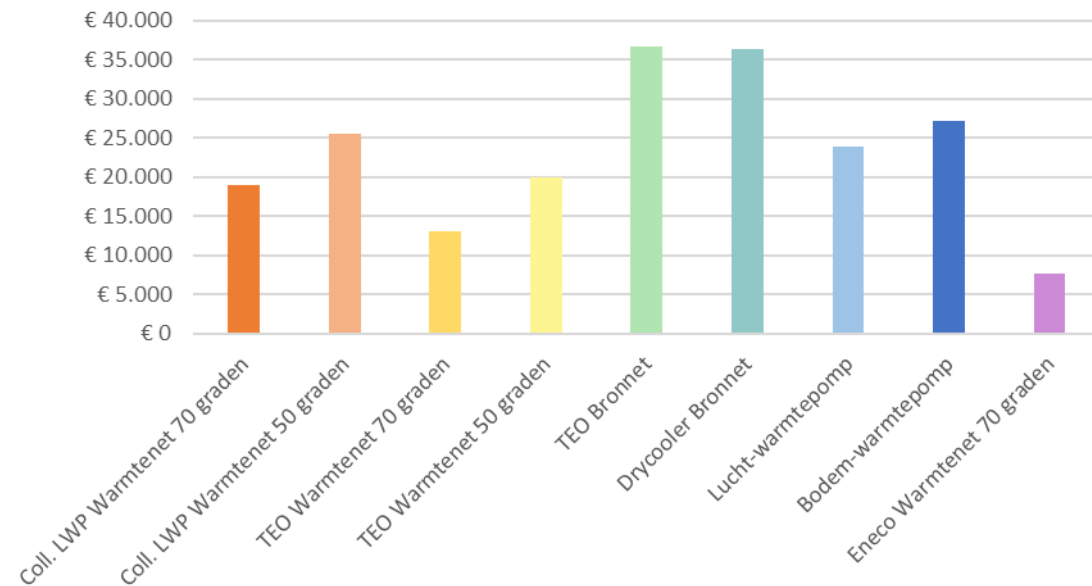
Vaststelling initiële investeringen

- Investerings voor bronnetten zijn het hoogste. Dit komt doordat ze zowel een BAK als een warmtepomp moeten betalen en omdat de BAK erg hoog is.
- Warmtenetten zijn algemeen gunstiger dan individueel, omdat de BAK vaak lager is dan de kosten voor een warmtepomp.
- Warmtenetten op 70 graden zijn gunstiger dan op 50 graden, omdat er dan geen booster warmtepomp aangeschaft hoeft te worden.

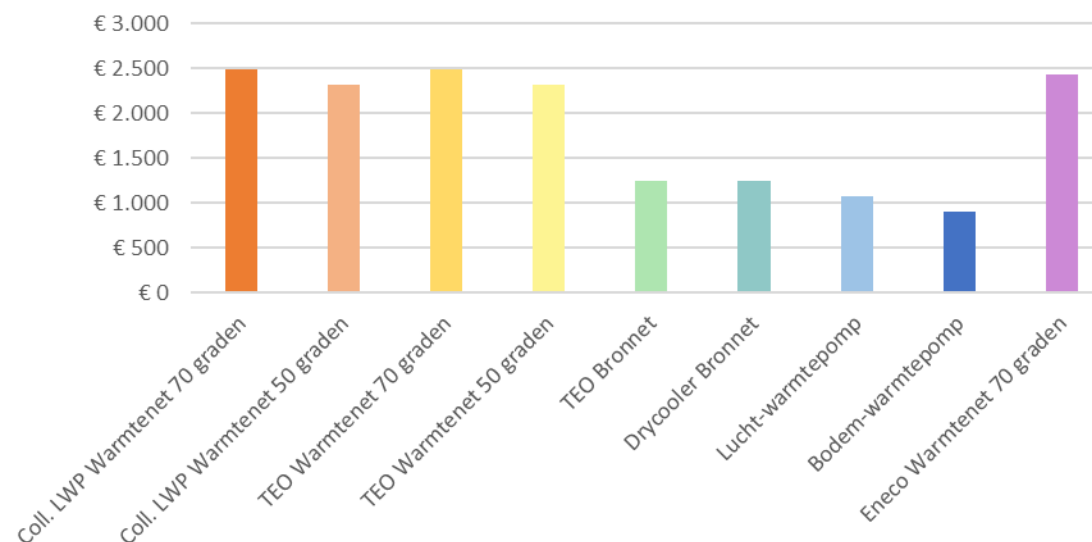
Vaststelling jaarlijkse energierekening warmte

- Warmtenetten hebben dezelfde energierekening vanwege het vaste GJ tarief
- Individuele opties zijn het goedkoopste. Een warmtepomp met bodemlus is nog goedkoper vanwege de hogere efficiëntie.
- Bronnetten zijn iets duurder dan individuele oplossingen vanwege het vastrecht voor de bronnet aansluiting.

Initiële investeringen



Energie rekening warmte 2026



Hoogbouw cluster



Warmtenetten zijn het gunstigste in gebieden met een hoge warmtevraagdichtheid. Hier moeten weinig meters leiding gelegd worden om veel warmte af te kunnen geven aan woningen.

Om deze reden is het hoogbouw cluster apart doorgerekend. Met het 'hoogbouw cluster' wordt het gebied in het zuiden van De Gebouwendriften bedoeld met een hoge concentratie van duplex woningen.

Er staan nog andere duplex woningen in de buurt, maar door de afstand tot het gebied met een hoge concentratie van duplex woningen zijn deze niet meegenomen.

De resultaten staan op de volgende slides.



Hoogbouw cluster – TNK en TCO



Net als de resultaten voor het hele cluster, staan rechtsboven de totale nationale kosten met een bandbreedte van +/- 20% t.o.v. de goedkoopste techniek. Binnen deze bandbreedte zijn resultaten niet significant verschillend.

Rechtsonder staan opnieuw de total cost of ownership (TCO) voor zowel de eigenaar (TCO-E) en bewoner (TCO-B).

Vaststelling TNK

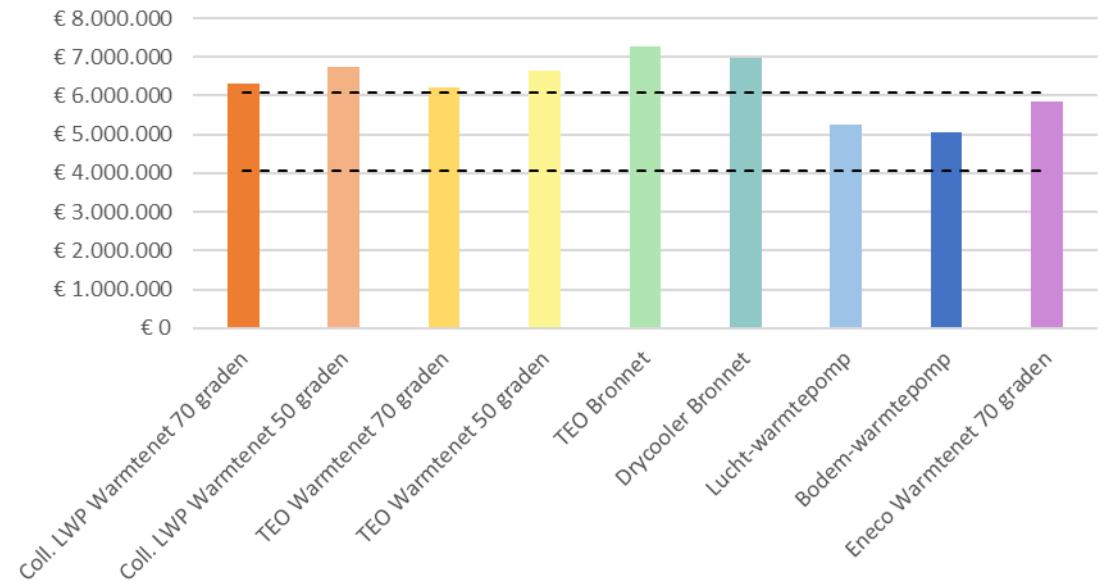
- De warmtenetten komen er minder gunstig uit t.o.v. de individuele oplossingen dan bij de vergelijking voor het hele cluster
- De bodem-warmtepomp is voor dit cluster de goedkoopste oplossing. Dit komt doordat voor deze oplossing één bodemlus per pand wordt gebruikt. Omdat het gestapelde bouw is ontstaat er een schaalvoordeel.

Vaststelling TCO

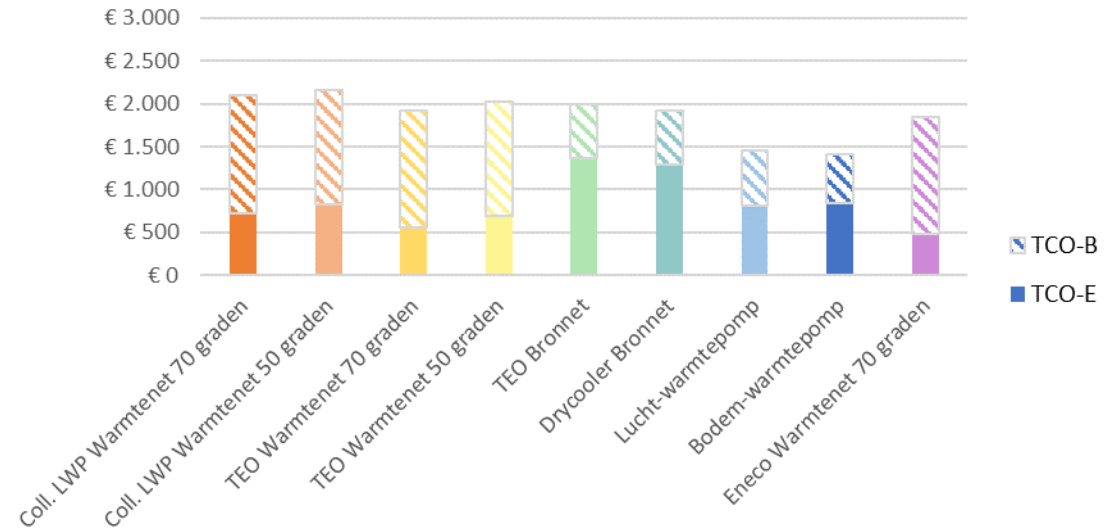
- De individuele oplossingen zijn qua TCO nog gunstiger dan de warmtenet oplossingen

Het hoogbouw cluster op zichzelf beschouwen vormt geen gunstigere business case voor warmtenetten dan wanneer er naar het hele cluster gekeken wordt. Indien er in de eindoplossing voor individuele warmtepompen gekozen wordt, zou het voor het hoogbouw cluster gunstiger zijn om een bodem-warmtepomp te kiezen.

TNK (z. isolatiekosten) - Hoogbouw cluster

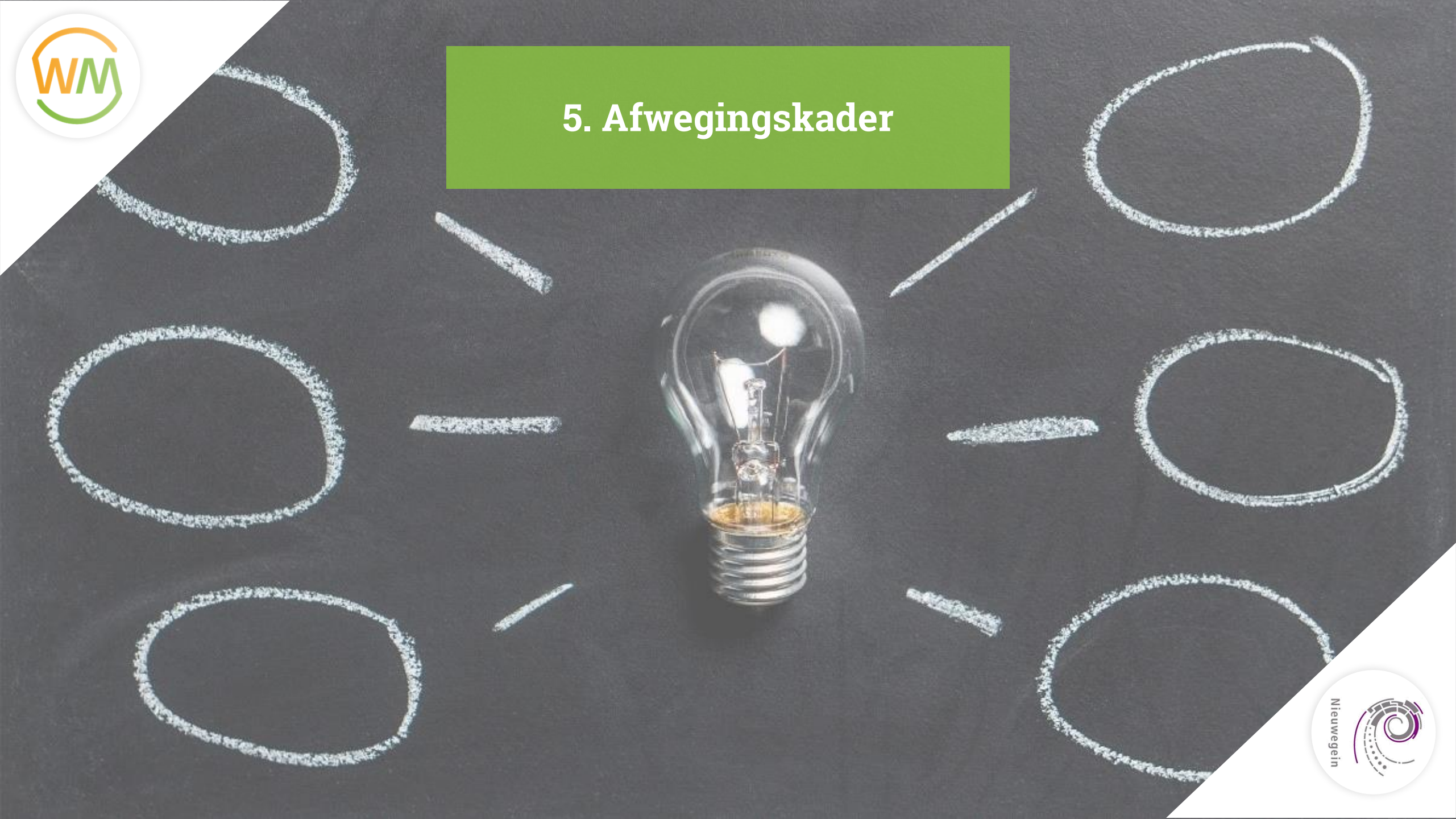


TCO Eigenaar vs. Bewoner (z. isolatiekosten) - Hoogbouw cluster





5. Afwegingskader



Toelichting

- De volgende slide toont het ingevulde afwegingskader voor de technieken op de shortlist.
- Dit afwegingskader kan de basis vormen voor de dialoog met de buurt over de te kiezen route.
- De waarden bij kosten en CO2-besparing komen uit de Warmtetoel analyse.
- De andere informatie komt uit een combinatie de uitgangspunten die in deze analyse zijn aangenomen en ervaringsgetallen van Greenvis en DWTM in andere projecten.

Afwegingskader shortlist - uitgebreid



Legenda		Warmtenet (HT)			Lokaal warmtenet (MT/LT)		Lokaal bronnet		Individueel, all-electric	
		Uitbreiding Eneco			Aquathermie	Luchtwarmtepomp	Bronnet aquathermie	Bronnet met droge koelers	Individuele lucht-water WP	Individuele bodem-water WP
Groot voordeel										
Groot nadeel										
Impact in de buurt	Overlast (realisatie)	Straten open	Straten open, WKO-boring	Straten open	Straten open, WKO-boring	Straten open, WKO-boring	Straten open, WKO-boring	Geen	Boringen	
	Overlast (gebruik)	Nagenoeg geen	Nagenoeg geen	Plaatselijk (beperkte) geluidsoverlast	Nagenoeg geen	Plaatselijk (beperkte) geluidsoverlast	Cumulatieve geluidsoverlast van buiten-units	Geen	Geen	
	Zichtbaarheid (gebruik)	1-5 onderstations, ca. 10m ² per station	2-3 WKO kasten (ca 2m ²) + Centrale warmtepomp (ca 100m ²)	Centrale warmtepomp (ca 100m ²)	2-3 WKO kasten (ca 2m ²)	2-3 WKO kasten (ca 2m ²) + 2-3 droge koelers (ca 4m ²)	Buiten-units kunnen aanzicht buurt/gebouwen beïnvloeden	Geen	Geen	
	Ruimtebeslag bovengr. (gebruik)	1-5 onderstations, ca. 10m ² per station	2-3 WKO kasten (ca 2m ²) + Centrale warmtepomp (ca 100m ²)	Centrale warmtepomp (ca 100m ²)	2-3 WKO kasten (ca 2m ²)	2-3 WKO kasten (ca 2m ²) + 2-3 droge koelers (ca 4m ²)	Geen	Geen		
	Ruimtebeslag ondergr. (gebruik)	Warmteleidingen (inpassing uitdagend)	Warmteleidingen en WKO	Warmteleidingen	WKO (leidingen makkelijker inpasbaar dan bij warmtenet)	WKO (leidingen makkelijker inpasbaar dan bij warmtenet)	Geen	Gesloten bodemlussen		
Impact in/rond woning	Overlast (realisatie)	1 dag aansluiting	1 dag aansluiting	1 dag aansluiting	1 dag aansluiting + installatie	1 dag aansluiting + installatie	2 dagen installatie	2 dagen installatie		
	Overlast (gebruik)	Geen	Geen	Geen	Geen	Geen	Mogelijk geluidsoverlast buitenunit	Geen		
	Zichtbaarheid (gebruik)	Afleveret ter grootte van CV-ketel	Afleveret + eventueel booster warmtepomp en buffervat	Afleveret + eventueel booster warmtepomp en buffervat	Warmtepomp en buffervat	Warmtepomp en buffervat	Warmtepomp, buitenunit en buffervat	Warmtepomp en buffervat		
	Ruimtebeslag (gebruik)	Afleveret ter grootte van CV-ketel	Afleveret + eventueel booster warmtepomp	Afleveret + eventueel booster warmtepomp	Warmtepomp en buffervat	Warmtepomp en buffervat	Warmtepomp, buitenunit en buffervat	Warmtepomp en buffervat		
Duurzaamheid	CO ₂ -reductie	Afhankelijk van bronnenmix Eneco (76%)	64%	62%	87%	87%	84%	87%		
	Milieu	Afhankelijk van bronnenmix Eneco	Aandachtspunten: impact op oppervlaktewater en bodem	Lokaal geen impact	Aandachtspunten: impact op oppervlaktewater en bodem	Aandachtspunt: impact op bodem	Afhankelijk van koudemiddel	Afhankelijk van koudemiddel		
Kosten	Nationale kosten	€19 mln over 30 jaar	€21,2 mln over 30 jaar	€21,9 mln over 30 jaar	€25,4 mln over 30 jaar	€25,3 mln over 30 jaar	€19,6 mln over 30 jaar	€20,8 mln over 30 jaar		
	Kosten bewoners	BAK: € -3.325 Jaarrekening warmte: € 2.430 TCO 30j: € 57.500	BAK: € 2.050 Jaarrekening warmte: € 2.500 TCO 30j: € 64.300	BAK: € 8.000 Jaarrekening warmte: € 2.500 TCO 30j: € 70.300	BAK: € 15.450 Jaarrekening warmte: € 1.243 TCO 30j: € 67.700	BAK: € 15.100 Jaarrekening warmte: € 1.243 TCO 30j: € 67.350	Warmtepomp: € 8.750 Jaarrekening warmte: € 1.070 TCO 30j: € 52.900	Warmtepomp: € 11.300 Jaarrekening warmte: € 900 TCO 30j: € 55.750		
Zeggenschap/keuzevrijheid	Niveau energie-infrastructuur	Geen	Zeggenschap warmtesysteem als buurt/gemeente	Zeggenschap warmtesysteem als buurt/gemeente	Zeggenschap warmtesysteem als buurt/gemeente	Zeggenschap warmtesysteem als buurt/gemeente	Zeggenschap bij netbeheerder	Zeggenschap bij netbeheerder		
	Niveau woning	Warmtepomp of warmtenet	Warmtepomp of warmtenet	Warmtepomp of warmtenet	Warmtepomp op bronnet of eigen bron	Warmtepomp op bronnet of eigen bron	Warmtepomp	Warmtepomp		
Ontzorging bewoners	Ontzorging bewoners	Goed	Goed	Goed	Afhankelijk van demarcatie	Afhankelijk van demarcatie	Alleen bij collectieve inkoop/propositie	Alleen bij collectieve inkoop/propositie		
Energiebesparing / energieafhankelijkheid	Niveau buurt	Warmte import	Warmte lokaal, elektra import of lokaal	Warmte lokaal, elektra import of lokaal	Warmte lokaal, elektra import of lokaal	Warmte lokaal, elektra import of lokaal	Warmte lokaal, elektra import of lokaal	Warmte lokaal, elektra import of lokaal		
	Niveau woningen	Warmte extern	Warmte extern	Warmte extern	Warmte extern, elektra op dak of extern	Warmte extern, elektra op dak of extern	Warmte eigen perceel, elektra op dak of extern	Warmte eigen perceel, elektra op dak of extern		
Techniek	Koeling mogelijk met systeem	Nee	Ja, maar duur want 4-pijps-systeem nodig	Nee	Heel goed (passief)	Heel goed (passief)	Goed (actief)	Heel goed (passief)		
	Volwassenheid in NL	Heel volwassen. 500.000 aansluitingen op HT warmtenet	50-100 systemen operationeel	1-10 systemen operationeel, meerdere in ontwikkeling	50-100 systemen operationeel	Veel toegepast in utiliteitsbouw	Heel volwassen, ook in bestaande bouw	Heel volwassen, minder in bestaande bouw		

Belangrijkste aandachtspunten bij de scenario's



- **Uitbreiding Eneco:** de **kosten** zijn moeilijk in te schatten.
- **Inpassing warmtenet scenario's:** zijn er **legionella-vrije tracés** te vinden?
- **Locatie** drycoolers of collectieve lucht-water warmtepomp (BES)
 - Rekening houden met geluidsoverlast en bijhorende afstand tot erfgrans.
 - We verwachten dat er wel een locatie te vinden is.
- **TEO warmtenet: potentie warmtebron**
 - We hebben een ruwe studie gedaan naar de potentie van aquathermie als bron voor een warmtenet of bronnet. Hieruit is gebleken dat er mogelijk genoeg potentie is voor de hele buurt.
 - Voor daadwerkelijke toepassing moet er een uitgebreidere studie komen naar de praktische potentie van aquathermie uit de sloten en vijvers in de omgeving.
- **Bronnetten en individuele warmtepompen:** is er in elke woning wel plek voor een **buffervat** (omvang gelijkaardig aan een grote koelkast)
- **Bodemwarmtepompen:** bij **duplex woningen complex** qua techniek en organisatie



6. Conclusies



Conclusies



Uit de analyse en het ingevulde afwegingskader zijn de volgende conclusies te trekken. Hierin zijn voor de eenvoud enkele nuances achterwege gelaten, die elders in het rapport wel worden benoemd.

- Gebouwendriften kan op verschillende manieren aardgasvrij worden gemaakt. Elk concept heeft voor en nadelen.
- Wat betreft kosten zijn een lokaal MT warmtenet, individuele warmtepompen en uitbreiding van het Eneco-net de gunstigste opties. Die laatste heeft de laagste kosten maar de verschillen zijn niet significant met het gebruikte rekenmodel. Uitbreiding van het Eneco-net is qua kosten onzeker.
- Wat betreft ruimtebeslag in de buurt en CO₂-besparing zijn individuele warmtepompen en bronnetten de gunstigste opties.
- Wat betreft ruimtebeslag in en rond de woning, zeggenschap op de infrastructuur en investeringskosten bij gebouweigenaren zijn warmtenetten (of bronnetten) de gunstigste opties.
- Belangrijke zaken in het achterhoofd bij verdere uitwerkingen zijn:
 - Inpassing warmteleidingen (is er een
 - Potentie TEO



Bijlagen



Uitgangspunten (uitgebreid)



Technisch

- Woningen worden voor overstap naar het nieuwe warmtesysteem geïsoleerd tot de standaard.
- Een centrale piekkelstel op aardgas voor de warmtenetconcepten voorziet c.a. 15% van de warmteproductie op jaarbasis.
- Elke woning wordt individueel aangesloten op het warmtenet. Benodigd in pandig leidingwerk hiervoor is begroot.
- Een Woningequivalent (WEQ) is 30 GJ.
- Tapwater wordt in de woning voorzien d.m.v. van een booster warmtepomp.

Financieel

- Inflatie 2,0% (beleid ECB).
- Discontovoeten voor de Total Cost of Ownership (TCO) berekening.
 - Discontovoet warmtenet exploitant: 6% (= rendementseis)
 - Discontovoet gebouweigenaar: 3,5%
 - Discontovoet bewoner: 3,5%
 - Discontovoet maatschappij: 3,0%

Energieprijzen

- Vastrecht (incl meettarief en huur afleverset) warmte kleinverbruik 359,09 € per adres ex. BTW.
- Warmtetarieven voor bewoners worden bepaald a.d.h.v. de rendementseis van de warmtenet exploitant.
- De ontwikkeling van de energieprijzen is gebaseerd op drie dingen:
 1. Tot en met 2027 zijn deze gebaseerd op de *Dutch Power NL calendar* voor elektriciteit en op de *Gas TTF calendar futures* voor gas.
 2. Van 2027 tot en met 2030 is de ontwikkeling geëxtrapoleerd op basis van de trends in de prognose uit de KEV2022 (prijs scenario midden).
 3. Na 2030 is uitgegaan van een standaard inflatiepercentage van 2%.

Overig

- 80% participatiegraad bij warmtenetten
- Vollooptijd voor alle scenario's: 2 jaar.
- Looptijd berekening 30 jaar. Restwaarde van investeringen na 30 jaar worden meegenomen als positieve kasstroom.

Afwegingskader longlist (overzicht)

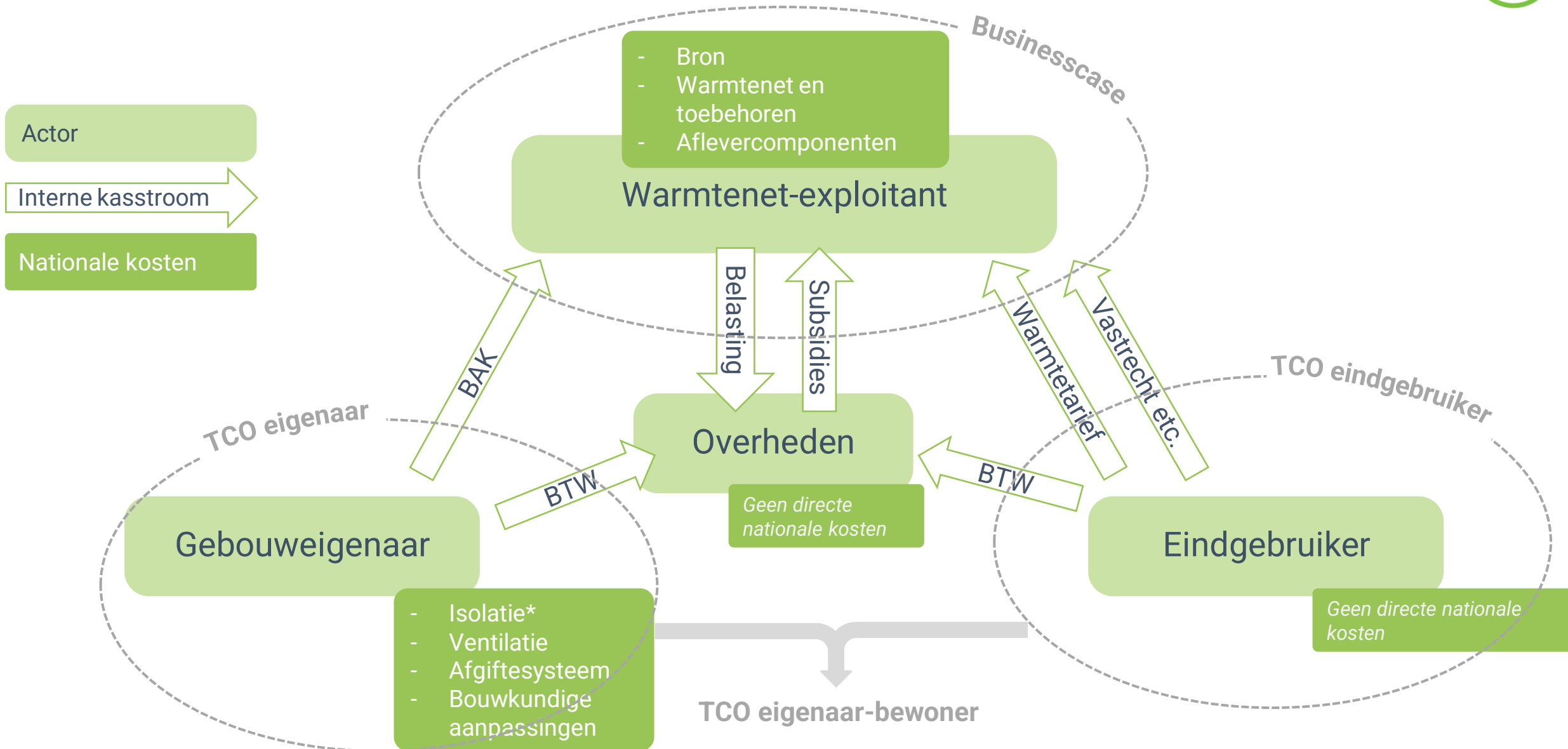


		Lokaal LT/MT warmtenet			Bronnet			All-electric				Hybride		All-gas		Andere														
		Uitbreiding Eneco	Geothermie (dieper dan 500m)	LT/MT Restwarmte	Biomassa	Biogas	Aquathermie	Collectieve luchtwarmtepomp	Grote bodemwarmtepomp	Zonthermie opdak	Zonthermie opveld	ZLT restwarmte	Aquathermie	Luchtwarmte	PVT warmte op dak	PVT warmte in veldopstelling	Lucht-water Wp	Bodem-water Wp	PVT-water Wp	ECV / stralingspanelen	Hybride Wp	HR CV/ketels op waterstofgas	HR CV/ketels op pg oengas	Pelletkachels	Gewicht	Onderscheidend vermogen				
Afweging	Knockout	Niet beschikbaar voor 2030 Sterk afhankelijk van fossiel Schadelijk voor gezondheid Technisch niet mogelijk																												
		Impact in de buurt	Overlast (realisatie)	-2			-2			-2	-2	-2		-2	-2	-2	-2	1	-1	1								1	3	
			Overlast (gebruik)	0			0			-1	0			0	0	0	0	-1	0	0									1	1
			Zichtbaarheid (gebruik)	0			-1			1	0	1		2	0	1	-1	1	2	2									2	8
			Ruimtebeslag bovengr. (gebruik)	0			-1			0	-1	0		-2	-1	0	-1	2	2	2									2	8
	Ruimtebeslag ondergr. (gebruik)	-1			-1			-2	-1	-2		-2	-1	-1	-2	-2	-1	-1									1	4		
	Impact in/rond woning	Overlast (realisatie)	1			1			1	1	1		1	1		-1	-1	-2	-1	-2	-2	-2						2	6	
		Overlast (gebruik)	2			2			2	2	2		2	2		2	2	2	2									1	3	
		Zichtbaarheid (gebruik)	2			2			2	2	2		2	2		-1	-1	-1	-1	-2	-1	2						2	8	
		Ruimtebeslag (gebruik)	2			2			2	2	2		2	2		-1	-1	-1	-1	-2	-1	2						2	8	
	Duurzaamheid	CO ₂ -reductie	1			0			1	1	1		1	1		2	2	2	2	1	2	2						3	6	
		Milieu	0			-1			2	2	2		2	2		2	2	2	2	2	2	2						2	6	
	Kosten	Nationale kosten	1			1			0	0	0		0	0		-1	-1	-1	-1	1	1	1						3	6	
		Kosten bewoners	-1			1			0	0	0		0	0		1	1	1	1	1	1	1						3	6	
	Zeggenschap/ keuzevrijheid	Niveau energie-infrastructuur	-2			2			2	2	2		2	2		2	2	2	2	2	2	2						1	4	
Niveau woning		2			2			2	2	2		2	2		2	2	2	2	2	2	2						2	0		
Ontzorging bewoners	Ontzorging bewoners	2			2			1	1	1		2	2		0	0	0	0	-1	-1	-1	1					1	3		
Energiebesparing/ energie-	Niveau buurt	-2			1			1	1	1		2	2		1	1	2	2	1	1	2						1	4		
	Niveau woningen	-2			2			-1	-1	-1		2	2		-1	-1	2	2	1	1	2						1	4		
Techniek	Koeling mogelijk met systeem	-2			2			0	-1	-1		2	2		2	2	2	2	2	1	2						2	8		
	Volwassenheid in NL	2			2			0	-1	-1		-1	-2		1	1	-1	-1	2	2	0	0					3	12		
Resultaat	Knocked out?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja					
	Afgewogen?	0,4			0,4			0,7	0,5	0,5		0,3	0,3		0,4	0,2	0,4	0,1	0,4	0,5	0,6	0,5								
	Gem. Score	0,6	0,0	0,0	0,5			0,8	0,6	0,5	0,0	0,2	0,3	0,0	0,5	0,3	0,3	0,1	0,6	0,8	0,6	0,3								
	Ranking	4	15	15	8			1	5	7	16	14	11	15	9	11	10	15	5	2	3	13								
	Shortlist?	Ja			Ja	Ja						Ja	Ja		Ja	Ja														
	Reden shortlist	Wens			Top 5	Top 5						Wens	Altern. voor aqua		Top 5	Top 5														

Legenda

- 2 Zeer gunstig
- 1 Gunstig
- 0 Neutraal
- 1 Ongunstig
- 2 Zeer ongunstig

Methodiek – Samenhang kosten uitgebreid



* Isolatiekosten zijn niet meegenomen in de resultaten op de volgende slides