



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, Atriensis en DWTM betrokken. Samen hebben zij acht afwegingscriteria vastgesteld: impact in de buurt, impact in/rond de woning, duurzaamheid, kosten, zeggenschap/keuzevrijheid, ontzorging, energiebesparing/-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

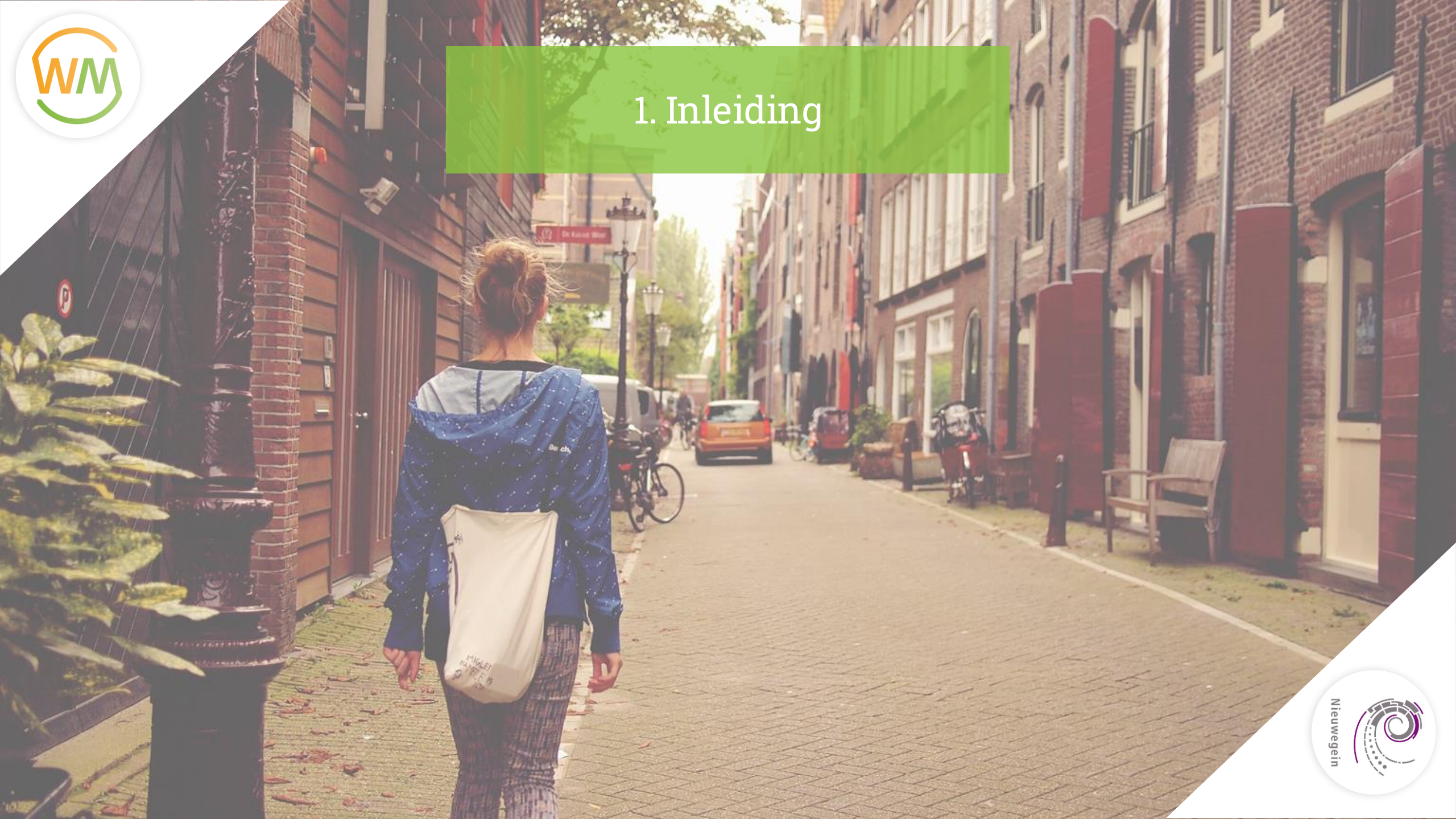
Samenvatting

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





1. Inleiding





De Gebouwendriften wordt aardgasvrij!



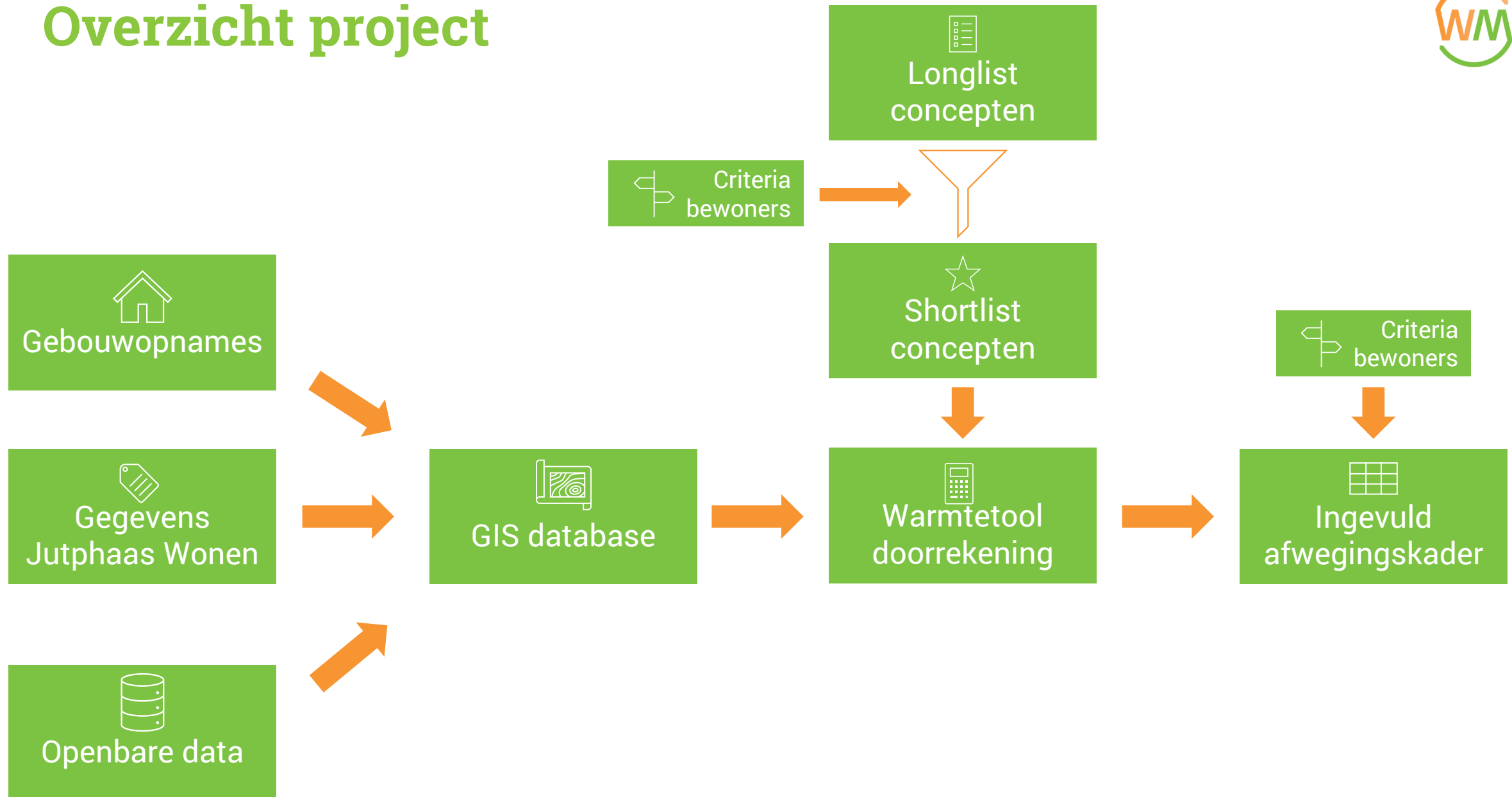
De gemeente Nieuwegein heeft de buurt Gebouwendriften aangewezen als startbuurt voor de transitie naar een aardgasvrije warmtevoorziening. Het alternatief voor aardgas ligt echter nog niet vast. De gemeente zet daarom samen met Energie N, Jutphaas Wonen en bewoners de verschillende alternatieven naast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

In de Transitievisie Warmte staat dat een warmtenet, met nader te bepalen temperatuur en eigendom, in Gebouwendriften kansrijk lijkt. Dit komt a.o. 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 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.

- 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 Rookhuijzen (enkel betrokken bij schouwingen)

Overzicht project

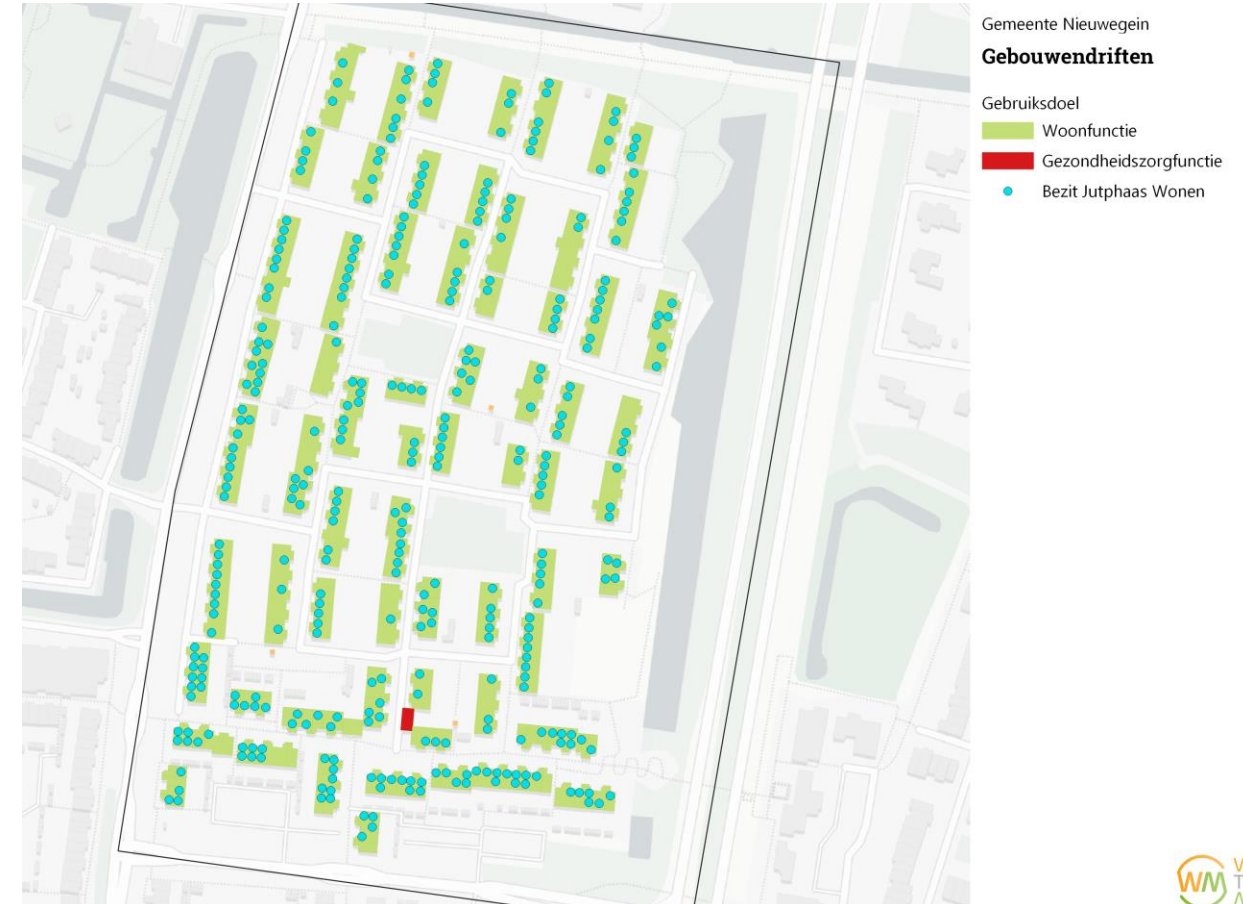


De buurt De Gebouwendriften



De Gebouwendriften, gelegen in de wijk Batau-Zuid is een woonwijk, gebouwd in 1975 en 1976. De buurt bestaat uit grondgebonden woningen en duplex-woningen, in total 529 woningen. Twee derde (65%) van de woningen zijn sociale huurwoningen van Jutphaas Wonen. Bij de bouw was 100% van de woningen in bezit van Jutphaas Wonen, dat in de loop der tijd een deel van haar woningen heeft verkocht.

Op de volgende slides is meer informatie te zien over de woningen en warmtevraag van de Gebouwendriften.



Type woningen in de buurt



Warmtevraag in de buurt



Gemeente Nieuwegein
Gebouwendriften
Warmtevraag [GJ/jaar] *
0 - 30,1 **
30,1 - 34,1
34,1 - 41,2
41,2 - 48,1
48,1 - 83,7



Gemeente Nieuwegein
Gebouwendriften
Huidige warmtevraagdichtheid [GJ/hectare]
< 500
500 - 1000
1000 - 1500
> 1500

* De warmtevraag is gebaseerd op verbruiksdata van Jutphaas Wonen dat per complex is aangeleverd. Dit verbruik is gemiddeld per woningtype en gebruiksoppervlakte en geëxtrapoleerd naar de rest van de buurt.
** 30 GJ/jaar komt ongeveer overeen met een aardgasverbruik van 1000 m³/jaar. Bij de duplex woningen is de getoonde warmtevraag de som van de twee woningen per pand.



Warmte
Transitie
Makers



Warmte
Transitie
Makers



2. Schouwingen referentiewoningen



We hebben drie woningen op locatie geschouwd



- Door te schouwen zijn de resultaten en inzichten uit deze scenariostudie betrouwbaarder en completer.
- We hebben geschouwd in drie woningen: één in het bezit van Jutphaas wonen en twee in particulier bezit.
- Op de kaart rechts zijn de drie geselecteerde woningen zichtbaar.
- Op de volgende slide zijn de inzichten uit deze schouwingen zichtbaar.
- Tijdens het schouwen is gelet op:
 - De staat van de woning wat betreft isolatie en glas, ventilatie, kier- en naaddichting en radiatoren.
 - Inpassing aansluiting warmtenet (hypothetisch)
 - Ruimte voor warmtepomp (hypothetisch)
- Er zijn geen aparte schouwrapporten opgesteld. De inzichten zijn wel verwerkt in de database voor de scenario-analyse.



Vaststellingen – huidige staat



Gebouwonderdeel	Observering	Opmerking	R _c /U _w
Vloer	Broodjesvloer	Niet aan onderzijde geïsoleerd, soms vlokken in kruipruimte gespoten	R _c ~ 2,5
Gevel	Spouwmuur, na-geïsoleerd	Ca. 4 cm isolatie materiaal	R _c ~ 1,5
Dak	Na-geïsoleerd	Tussen 12 en 18 cm isolatie	R _c ~ 3,5-5,0
Ramen	Dubbel glas/ HR++	-	U _w ~ 1,5-3,0
Ventilatie	Mechanische ventilatie (soms vraaggestuurd) met roosters	Ramen werden veel open gelaten voor ventilatie	-
Kier- en naaddichting	Soms open kieren bij voor- en achterdeuren en kiepramen.	Makkelijk door bewoners zelf aan te pakken	-
Afgiftelichamen	HT radiatoren	Bovenverdieping vaak niet verwarmd	-
Overig	Achter de meterkast soms niet geïsoleerd naar buitenwereld	Makkelijk van buiten te isoleren	-

Aanbevelingen voor overstap naar LT verwarming



Gebouwonderdeel	Aanbeveling
Vloer	Van onderzijde isoleren
Gevel	Mogelijk nog extra ruimte om te isoleren
Dak	Al redelijk geïsoleerd. Mogelijk stalen balken isoleren
Ramen	Alle ramen naar HR++
Ventilatie	Het liefste vervangen voor decentrale WTW, maar niet nodig. In ieder geval beter informeren over 'luchten'
Kier- en naaddichting	Grote warmteverliezen en makkelijk om aan te pakken
Afgiftelichamen	LT/MT radiatoren beneden
Overig	Achter de meterkast isoleren

Inpassing warmtenet



Afleverset

(Beneden)woningen hebben 3 mogelijke plekken voor een afleverset

Bij bovenwoningen kan de afleverset in de meterkast. Deze kan bereikt worden d.m.v. een stijgleiding in de schacht achter de meterkast

Aansluiting op CV

- Benedenwoning: in de berging
- Bovenwoning: via trappenhuis/boringen
- Grondgebonden woning: via trappenhuis, ventilatieschacht of d.m.v. een boring

Conclusie

Standaard geval, goed bereikbaar





3. Van longlist naar shortlist



De werkgroep van dit project heeft samen de volgende longlist van aardgasvrije warmteconcepten vastgesteld:

- Aansluiten op bestaand 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 veldopstellingn met collectieve seizoensopslag
 - Basaltbatterij opgeladen met stroom(overschotten)
- Lokaal bronnet (“warmtenet” op zeer lage temperatuur waarook mee gekoeld kan worden) met als bron ...
 - Restwarmte
 - Aquathermie
 - Luchtwarmte (dry-coolers)
 - 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)
- Pelletkachels

Afwegingskader - criteria

De werkgroep van dit project heeft samen de criteria vastgesteld 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
- Koeling mogelijk?
- Volwassenheid techniek in Nederland

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)



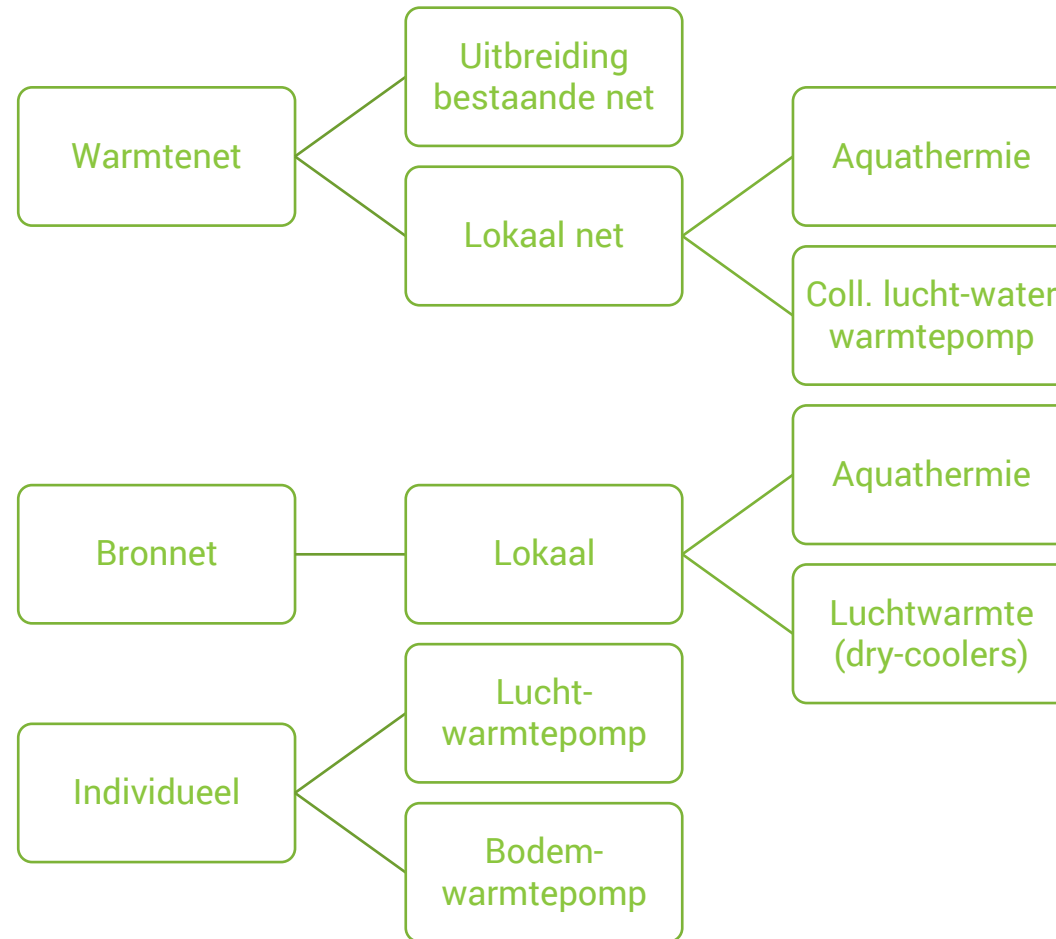
Categorie	Techniek	Reden
Lokaal warmtenet	Geothermie	Voor geothermie heb je minimaal 4000 woningen nodig. Anders is het onbetaalbaar. Op stedelijke schaal kan dit wel, maar dan zal dit in combinatie met het bestaande net moeten.
	Restwarmte	Er is in of nabij Gebouwendriften geen potentiële restwarmtebron 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 pelletkachels gebruikt als hoofdverwarming, is er veel luchtvervuiling in de vorm van fijnstof, zeker bij weinig wind. Kinderen en risicogroepen 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 in veldopstelling	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

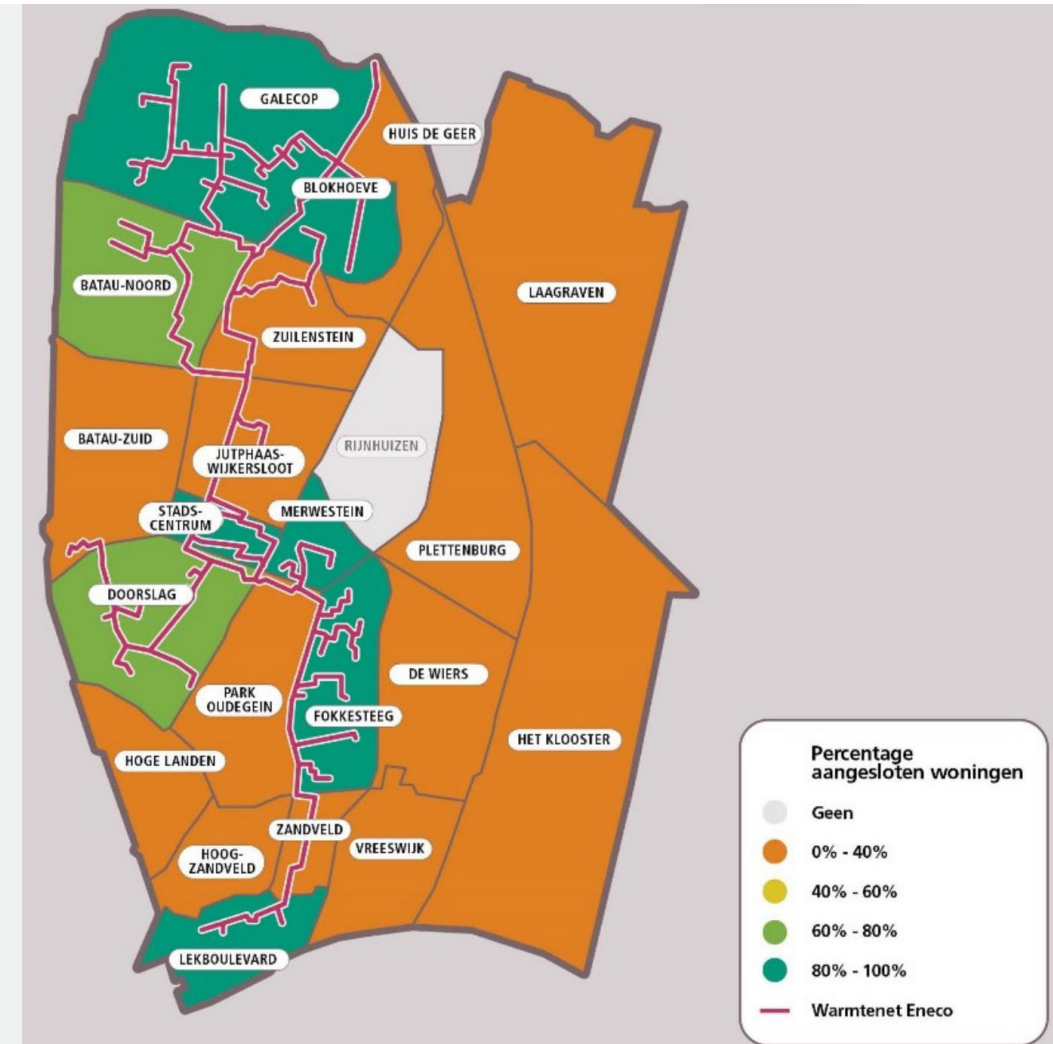
Uitbreiding bestaande warmtenet



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

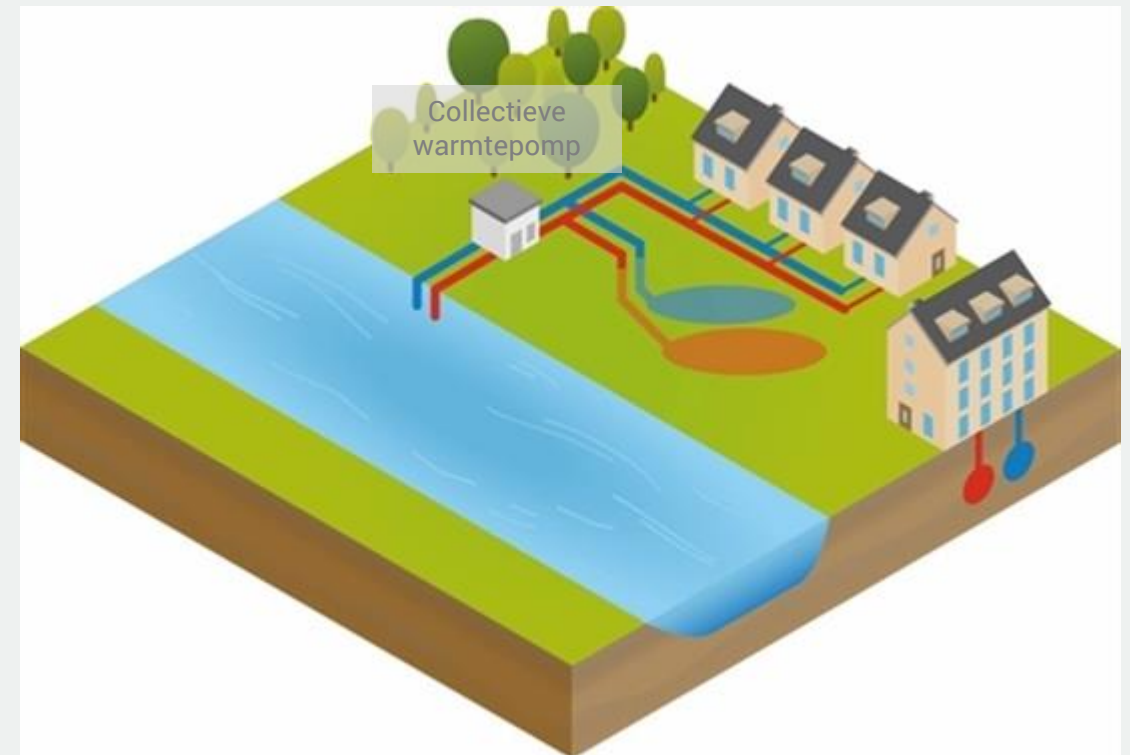


Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) is een vorm van aquathermie. Bij aquathermie wordt warmte uit water gewonnen. In het geval van TEO is dat uit oppervlaktewater zoals grachten, rivieren, kanalen of plassen.

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 warmte-centrale waar ook een piek- en backup 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

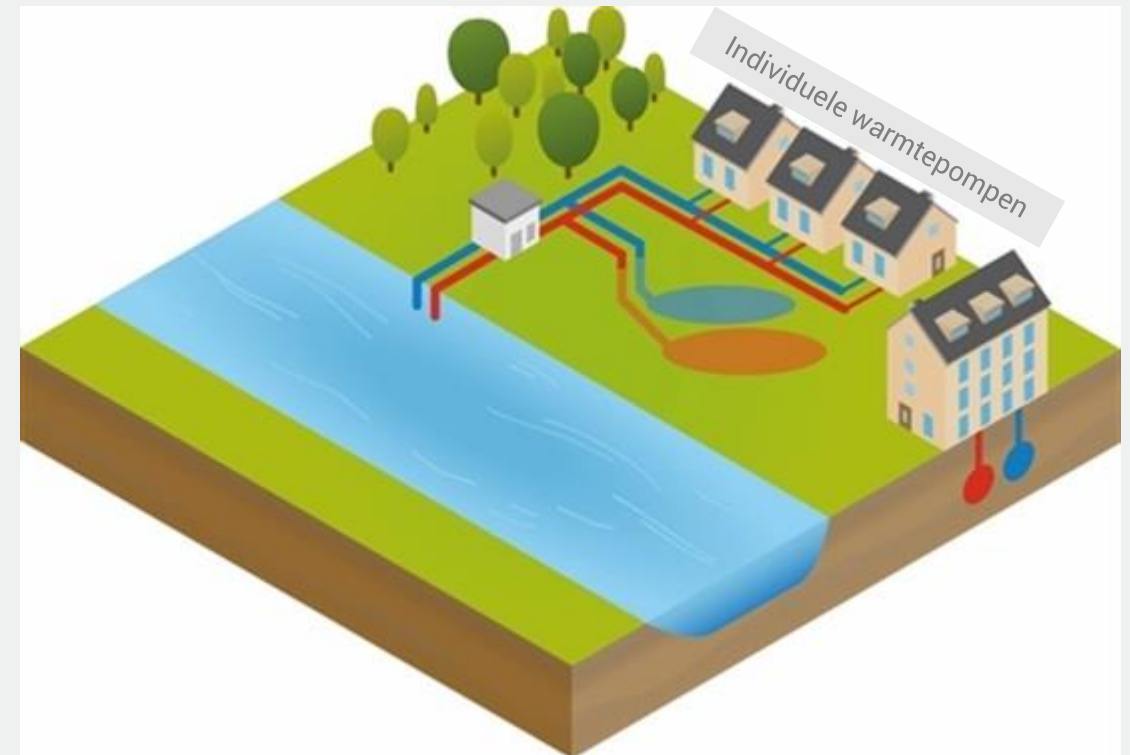


Bij een aquathermie bronnet zijn de warmteonttrekking uit water en warmteopslag in een WKO hetzelfde als bij een aquathermie warmtenet.

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 exploitant, 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 (dry-coolers)



Dit concept is op alle vlakken identiek aan het vorige, alleen wordt aquathermie vervangen door luchtwarmte. Door middel van dry-coolers, 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

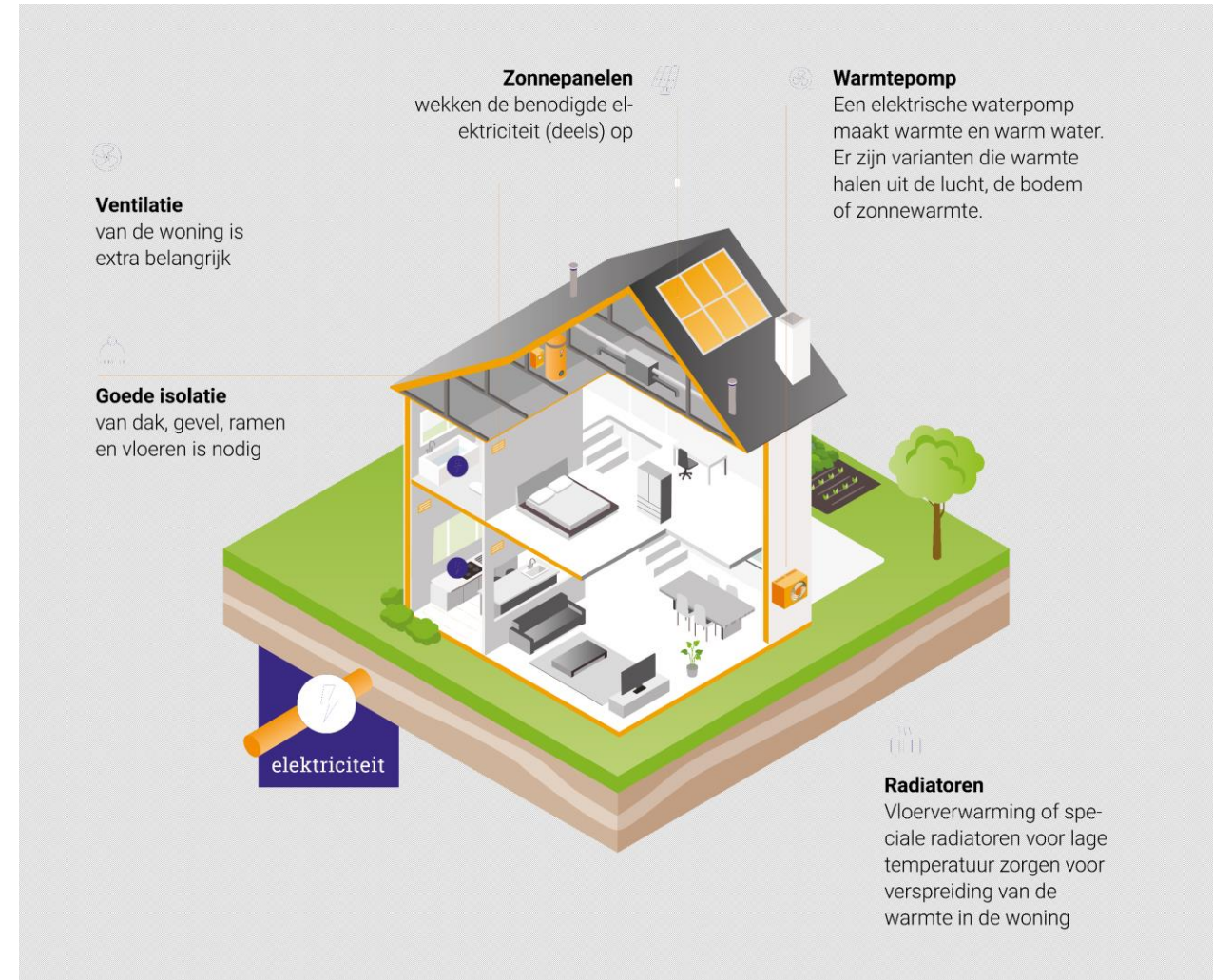


In deze variant is er geen warmtenet nodig, maar heeft elke woning een buiten-unit als warmtebron en een binnen-unit met een warmtepomp. De binnen-unit bestaat uit de warmtepomp zelf en een buffervat voor tapwater (ongeveer ter grootte van een grote koelkast).

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 verzwaaard 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

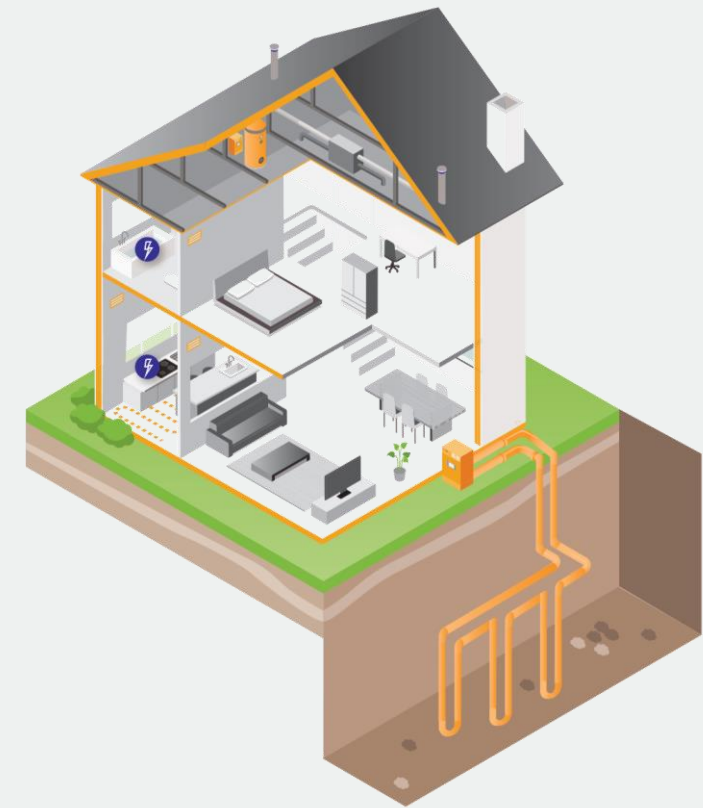
Individuele bodem-water warmtepompen



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 een 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



Methodiek - De Warmtetool

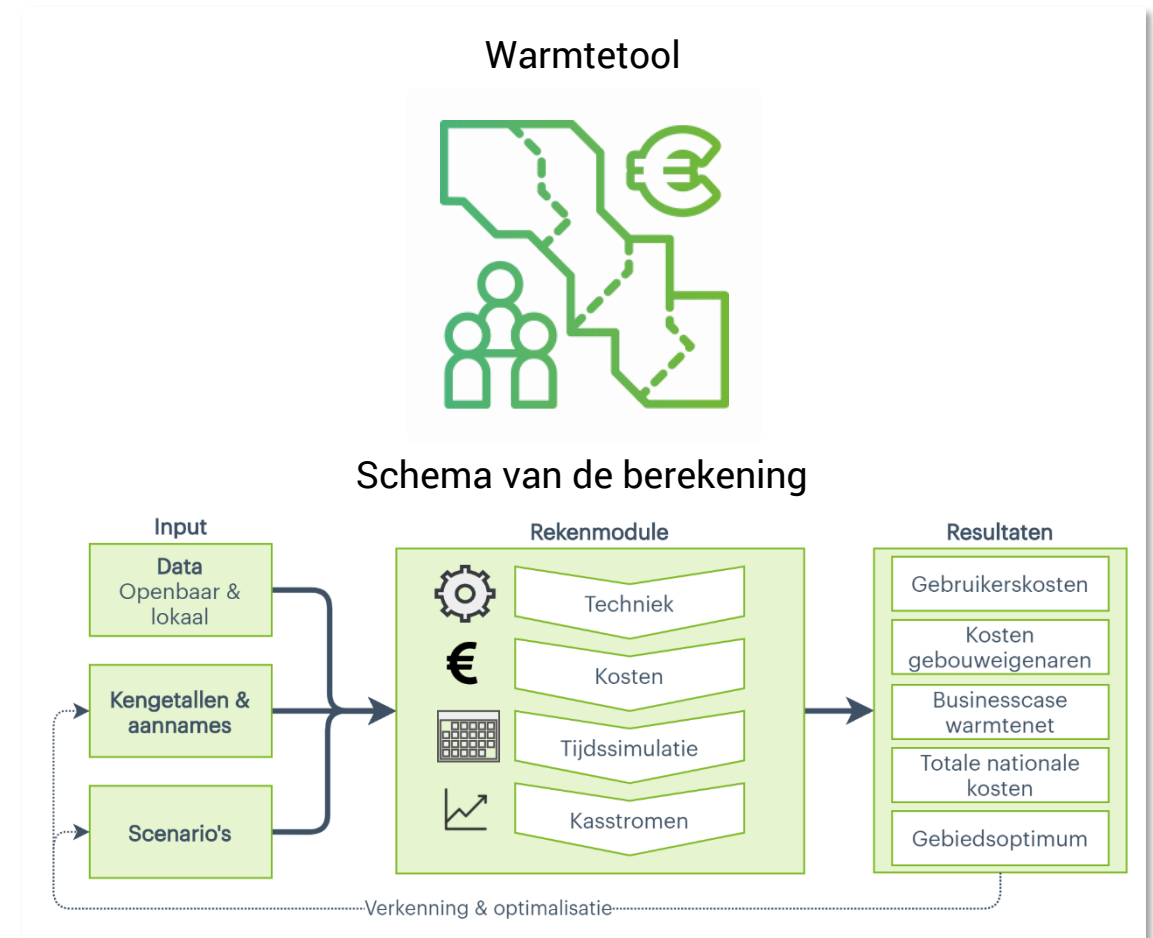


Alle verschillende warmteoplossingen zijn geanalyseerd met de **Warmtetool**.

De Warmtetool is een **rekenmodel** waarmee de implicaties en effecten van verschillende **duurzame warmtetechnieken** voor specifieke **gebieden** kunnen worden vergeleken. Het rekenmodel houdt rekening met de karakteristieken van gebouwen, straten en andere elementen in de buurt. Voorbeelden van Warmtetool inzichten zijn:

- Kosten
- Klimaatwinst (CO₂ reductie t.o.v. aardgas)
- Warmterekening en
- Elektriciteitsvraag

Voor De Gebouwendriften zijn de verschillende individuele en collectieve concepten van de shortlist doorgerekend.



Methodiek - Uitgangspunten analyse



- Isolatie naar De Standaard (ongeveer gelijk aan schillabel B). De kosten hiervoor zijn niet meegenomen in de resultaten omdat deze voor alle scenario's gelijk zijn.
- Bij warmtenetten is uitgegaan van:
 - een uiteindelijke deelnamegraad van 80%.
 - een vollooptijd van 2 jaar.
 - een redelijk rendement voor de exploitant, zijnde 6%.
 - aardgasketels als piekvoorziening en back-up. Bij een bronnet is er geen centrale piek- en back-up.
- De looptijd van de berekeningen is 30 jaar.
 - Restwaarde van investeringen na 30 jaar worden meegenomen als positieve kasstroom. Restwaarde wordt tijdens gebruik lineair afgeschreven met een levensduur van 50 jaar voor niet-bewegende componenten (zoals leidingen) en 15-20 jaar voor bewegende componenten (warmtewisselaars en warmtepompen).
- Subsidies: SDE++ en ISDE voor isolatie, warmtepompen en aansluiting warmtenet.
- Energieprijzen zijn gebaseerd op de huidige energiemarkt en recent opgestelde prognoses voor de toekomst (peildatum begin 2023).

Een meer uitgebreide lijst van uitgangspunten is te vinden in de bijlage aan het eind van deze rapportage.

Disclaimer

De gepresenteerde resultaten zijn gebaseerd op een data-gedreven scenario-analyse. Op basis hiervan ontstaat een beeld van de kansrijkheid van verschillende technieken, maar kan geen sluitende conclusie geformuleerd worden over technische of economische haalbaarheid. Het gaat om indicatieve resultaten die om twee hoofdredenen nog onzeker zijn:

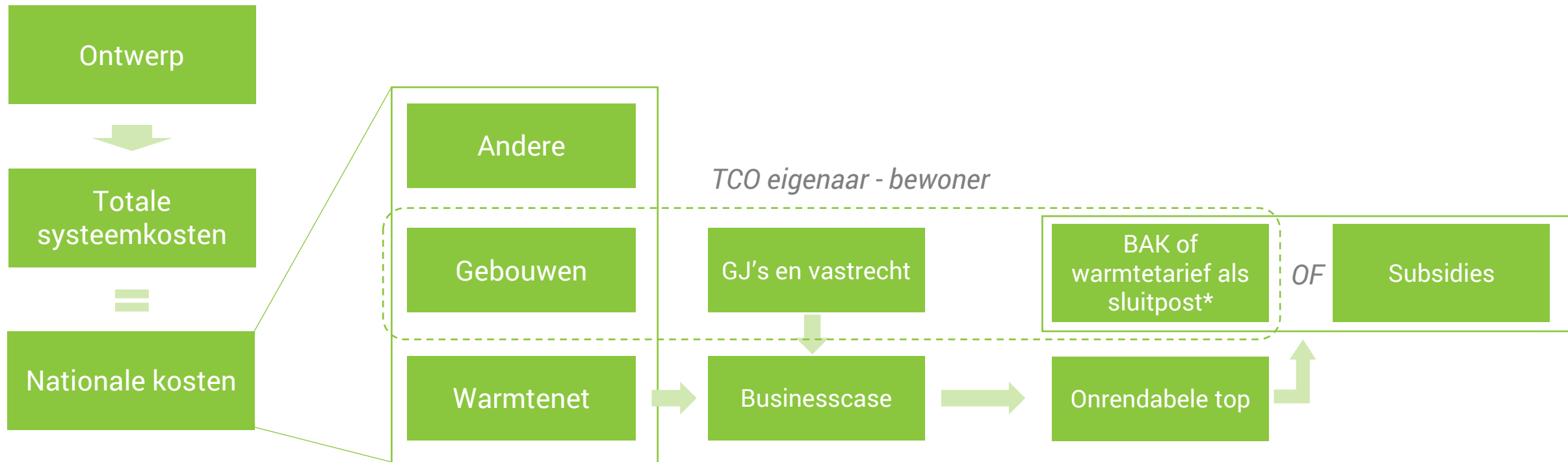
- Onnauwkeurigheid in de data en kengetallen, bijvoorbeeld warmtevraag per gebouw.
- Onzekerheid op aannames, zoals prijsontwikkelingen en participatiegraad.

Dit betekent niet dat de resultaten onbetrouwbaar zijn, de resultaten zijn vooral geschikt om scenario's per buurt onderling te vergelijken. We benadrukken dus dat de resultaten minder als absolute waarden gezien moeten worden. Op losse resultaten dient te worden uitgegaan van een onzekerheidsmarge van 40% naar onder en boven. Daarnaast zijn alle resultaten gemiddelden op buurniveau. Wanneer naar specifieke woningen wordt gekeken kunnen door gedrag en gebouwspecifieke verschillen grote verschillende optreden tussen de verschillende woningen.

Verschillen tussen scenario's zijn **significant** wanneer ze **20% of groter** zijn. Ook met het weglaten van de isolatiekosten blijft deze vuistregel behouden (aangezien isolatiekosten maar ca. 10% van de totale nationale kosten zijn).

Toelichting – Samenhang kosten

Deze en de volgende twee slides geven toelichting bij de resultaten verderop. Voor een goede interpretatie van deze complexe materie is het aan te raden deze toelichting goed door te nemen.



* In deze studie is ervoor gekozen om voor de warmtenetten en bronnetten de BAK als sluitpost gebruiken.

Toelichting TNK en TCO

- Totale nationale kosten (TNK)
 - Alle kosten voor installaties, infrastructuur, gebouwzijdige 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 bewoners. 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.

Toelichting investeringen en energierekening



- 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.
- Energierekening 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 preispijl 2026. We gaan ervan uit dat de gemiddelde energietarieven in 2026 minder hoog zullen liggen dan in 2022 en 2023 (historisch ongekennde 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

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 temperatuurniveau's 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.

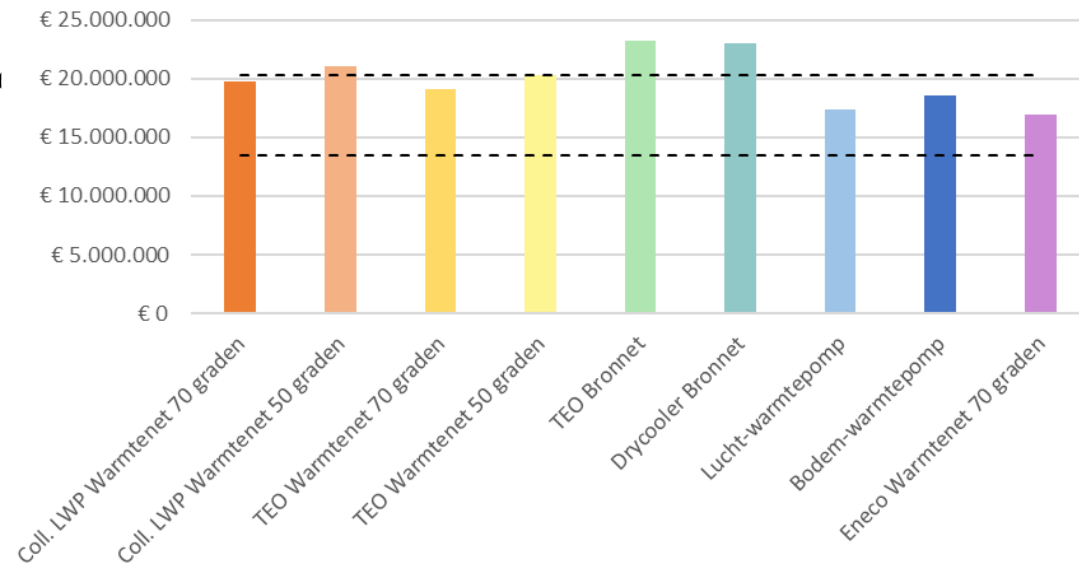
Vaststellingen TNK

- 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.

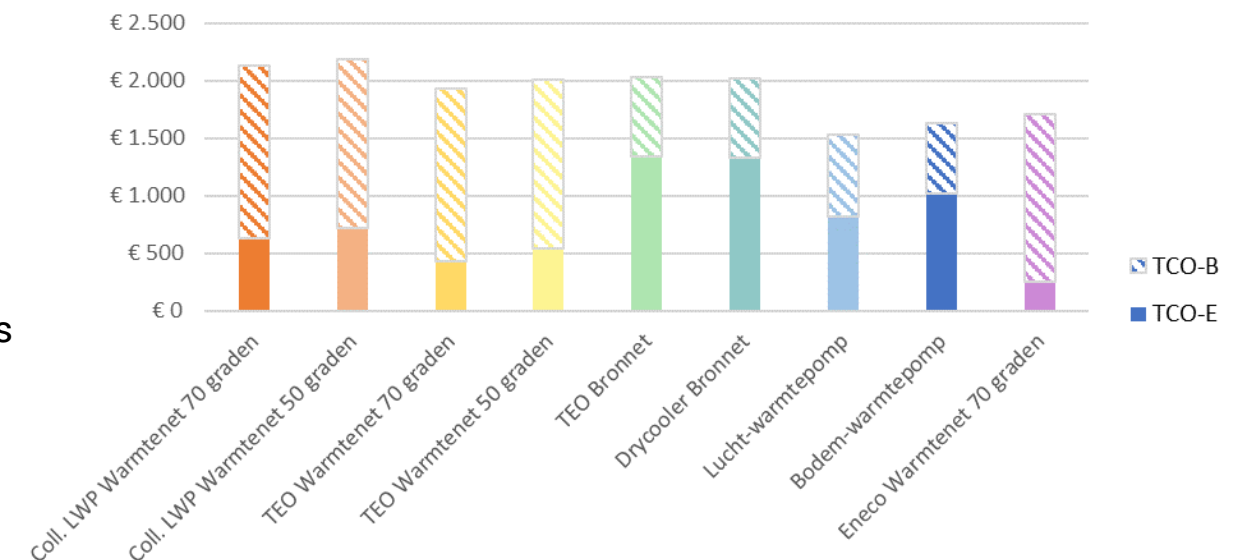
Vaststellingen TCO

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

TNK (z. isolatiekosten)



TCO Eigenaar vs. Bewoner (z. isolatiekosten)



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.

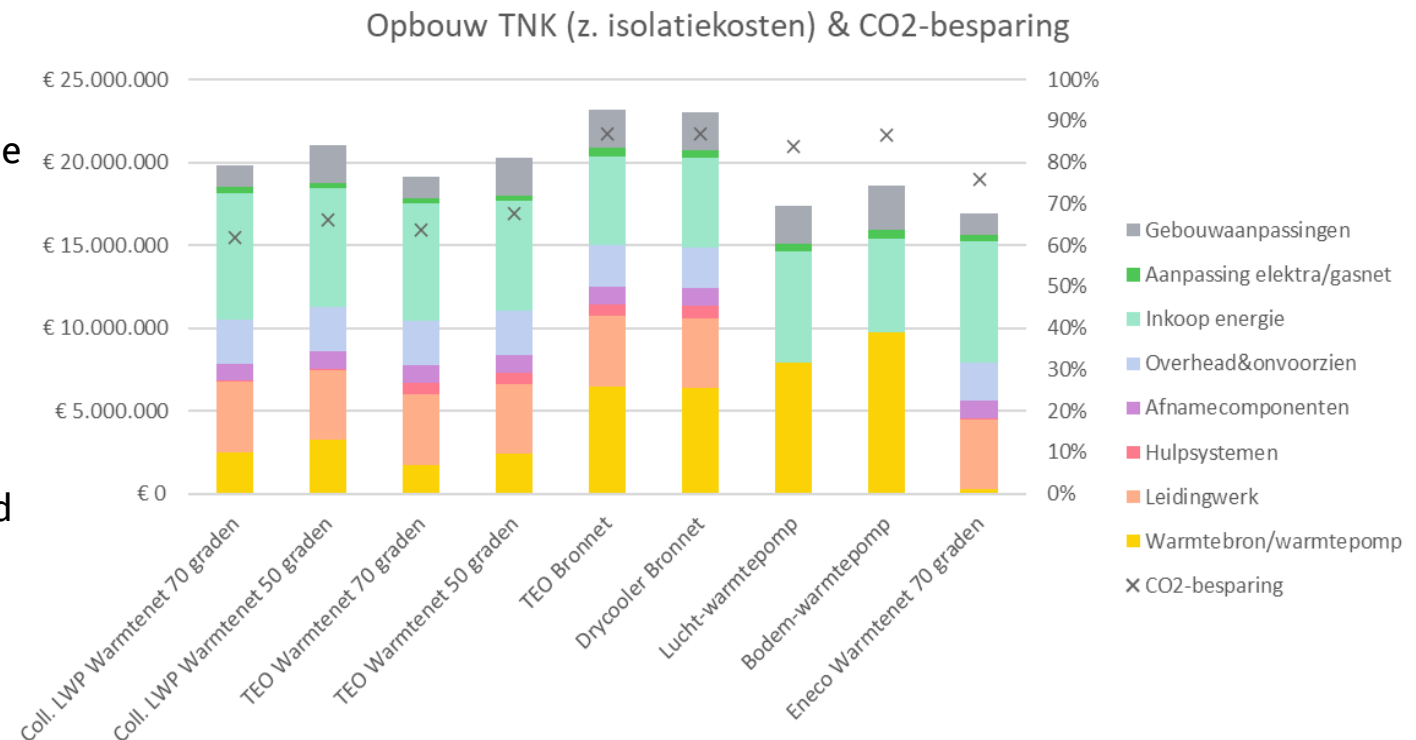
De CO₂-besparing ligt tussen 60% en 90% voor alle scenario's en is het hoogst bij bronnetten en individuele warmtepompen.

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)

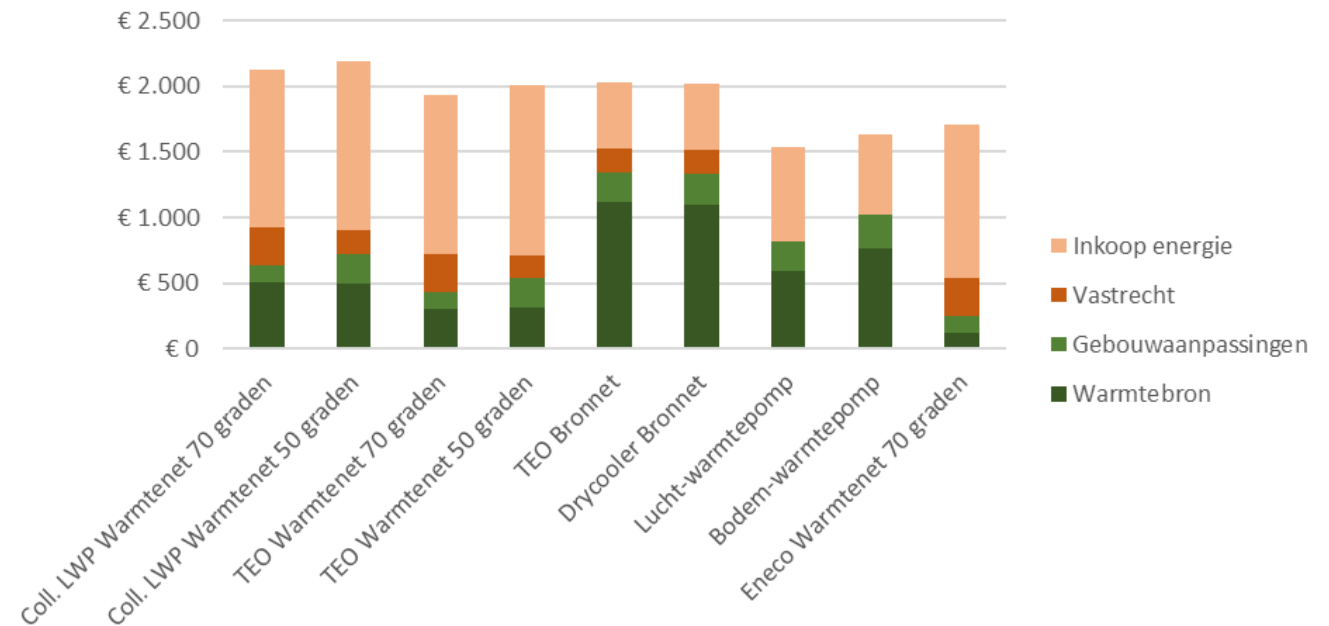
Opbouw TCO

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.

Opbouw TCO (z. isolatiekosten)



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.

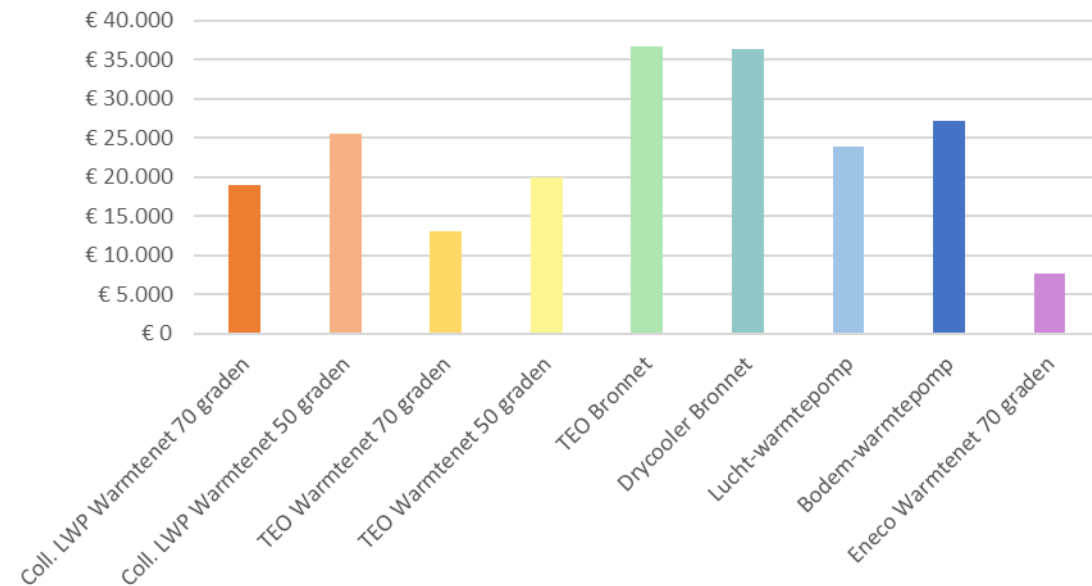
Vaststelling initiële investeringen

- 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.

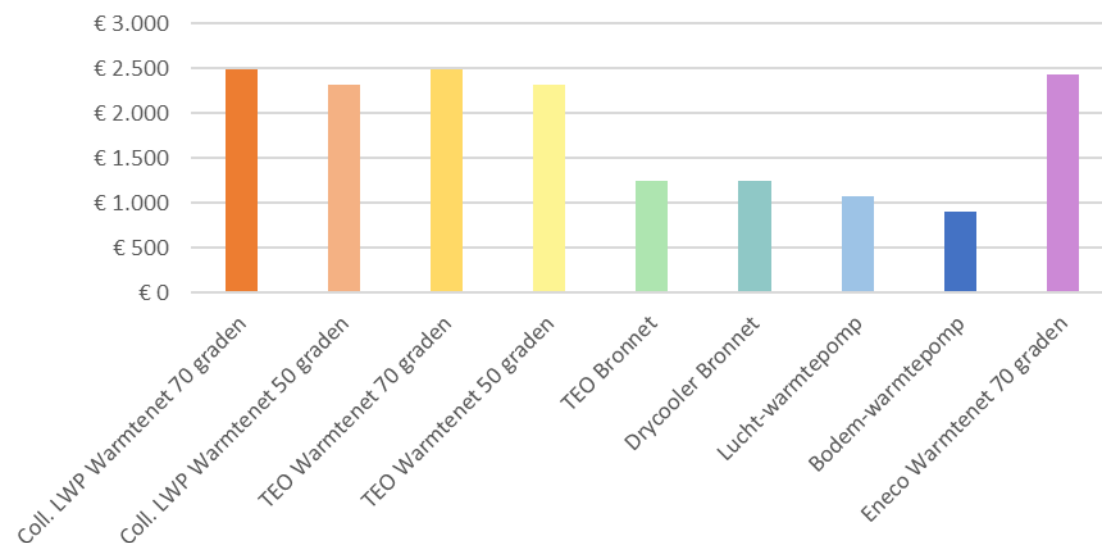
Vaststelling jaarlijkse energierekening warmte

- 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

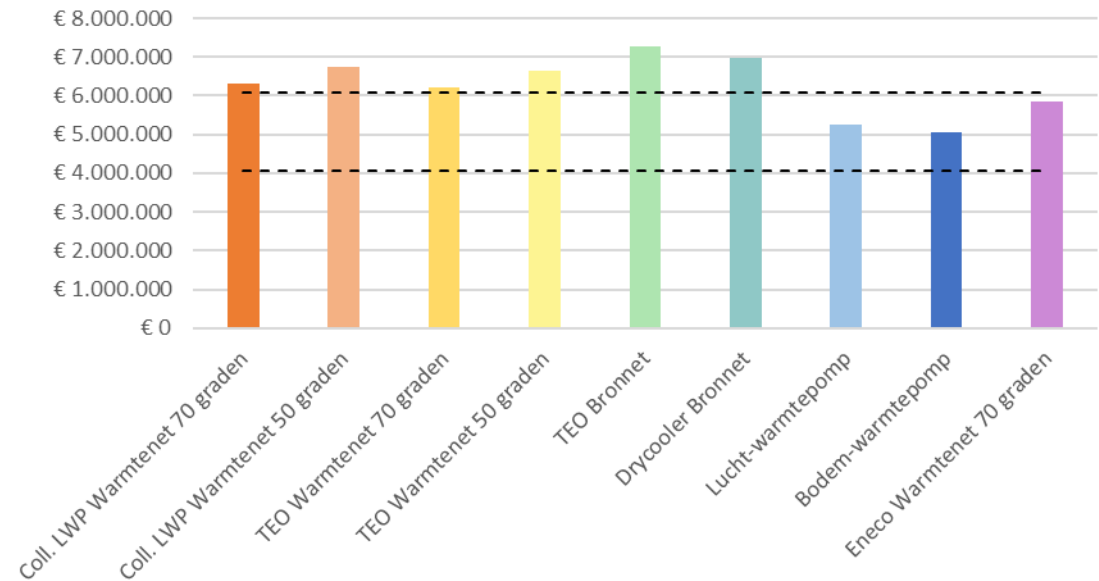
- De warmtenetten komen er minder gunstig uit t.o.v. de individuele oplossingen dan bij de vergelijking voor het hele cluster
- De bodem-warmtepomp is voor dit cluster de goedkoopste oplossing. Dit komt doordat voor deze oplossing één bodemlus per pand wordt gebruikt. Omdat het gestapelde bouw is ontstaat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

Vaststelling TCO

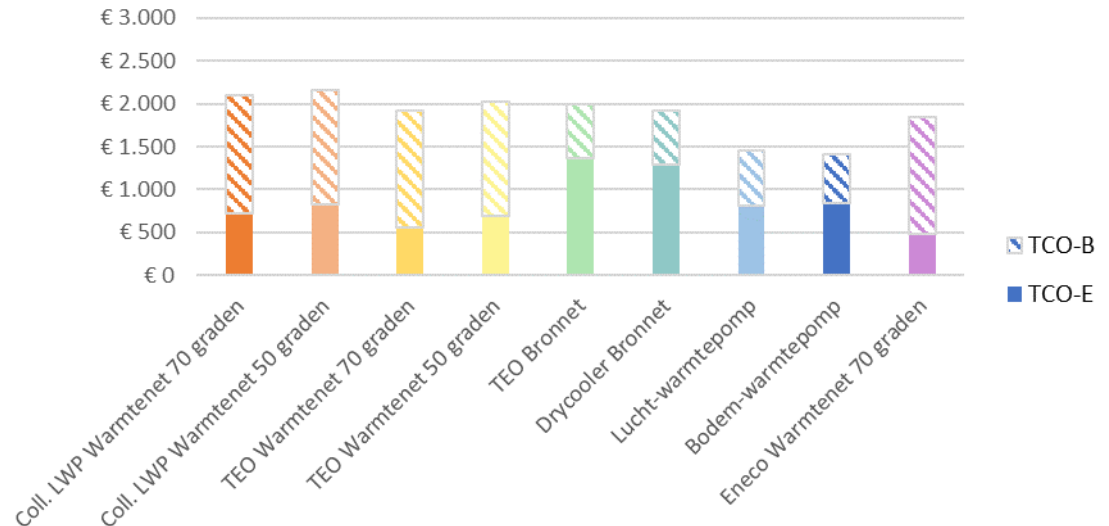
- De individuele oplossingen zijn qua TCO nog gunstiger dan de warmtenet oplossingen

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



Gevoeligheidsanalyse - participatiegraad

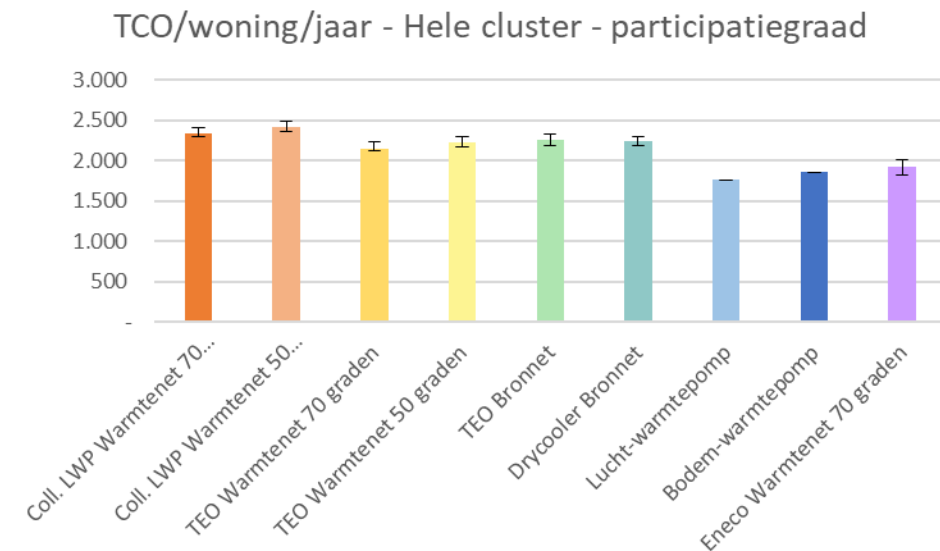
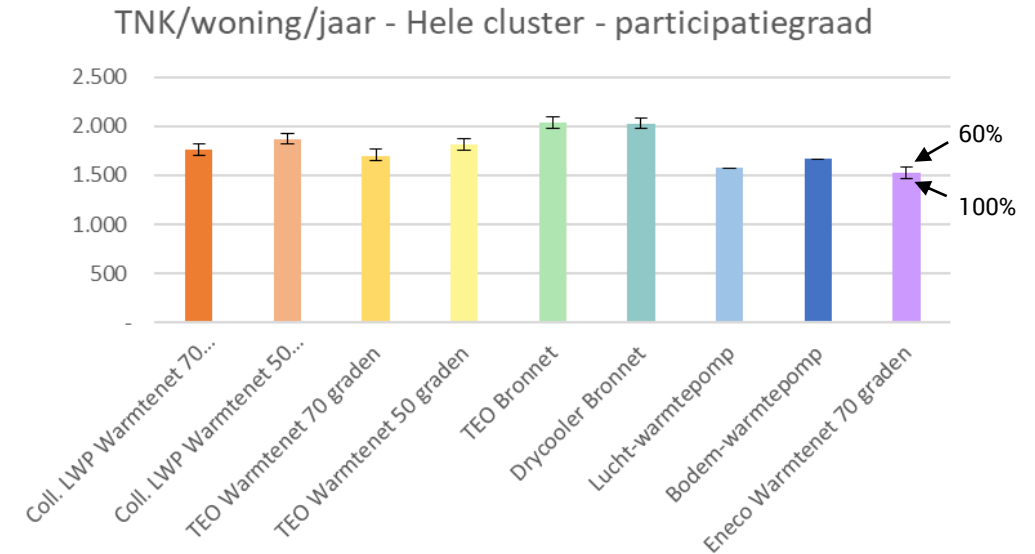


Voor de analyse zijn enkele uitgangspunten gekozen. Het is echter belangrijk te weten wat de invloed van deze keuzes is. Op de komende slides staan daarom gevoeligheidsanalyses van verschillende parameters.

De resultaten van de gevoeligheidsanalyses worden gepresenteerd in 'TNK/woning/jaar' en 'TCO/woning/jaar'. De resultaten worden op deze manier gepresenteerd, omdat voor sommige analyses het aantal aansluitingen veranderd (gevoeligheidsanalyse participatiegraad) en zodat het goed te vergelijken is. Let op: de kosten van isolatie zijn in deze resultaten wel meegenomen vanwege opbouw van de data in het rekenmodel.

Ten eerste kijken we naar de invloed van de participatiegraad. Het uitgangspunt voor het basisscenario is 80%. In de gevoeligheidsanalyse hebben we gekeken naar een participatiegraad van 60% en 100%. De resultaten hiervan worden aangeduid door de *error bars*.

Een participatiegraad van 60% of 100% verhoogt of verlaagt de TNK en de TCO per WEQ met ongeveer 5%.



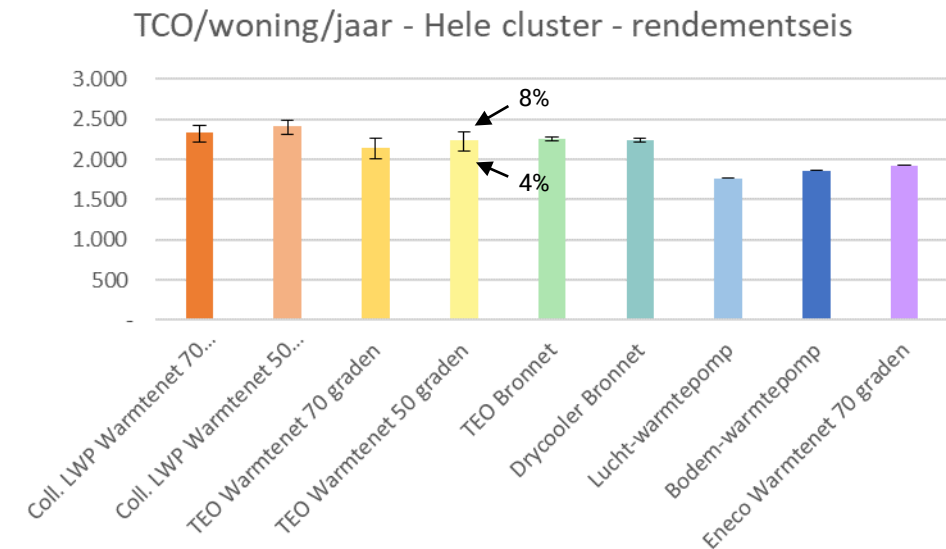
Gevoeligheidsanalyse - rendementseis

Voor het basisscenario zijn we uitgegaan van een rendement voor het warmtebedrijf van 6%. Dit is een redelijk rendement dat vaak wordt toegepast in business cases.

Met de komst van de nieuwe warmtewet is het mogelijk dat een publieke partij eigenaar wordt van het warmtenet en een lagere rendementseis heeft.

Voor deze gevoeligheidsanalyse hebben we gekeken naar de invloed van een 4% en 8% rendement op investeringen in het warmtenet. De resultaten hiervan worden opnieuw aangeduid in de grafiek hiernaast door de *error bars*. Het rendement heeft geen invloed op de TNK, daarom wordt alleen de TCO getoond.

Aanpassen van het rendement heeft een grotere invloed op sterke business cases. In het beste geval verandert de TCO met ongeveer 6% naar boven en beneden.



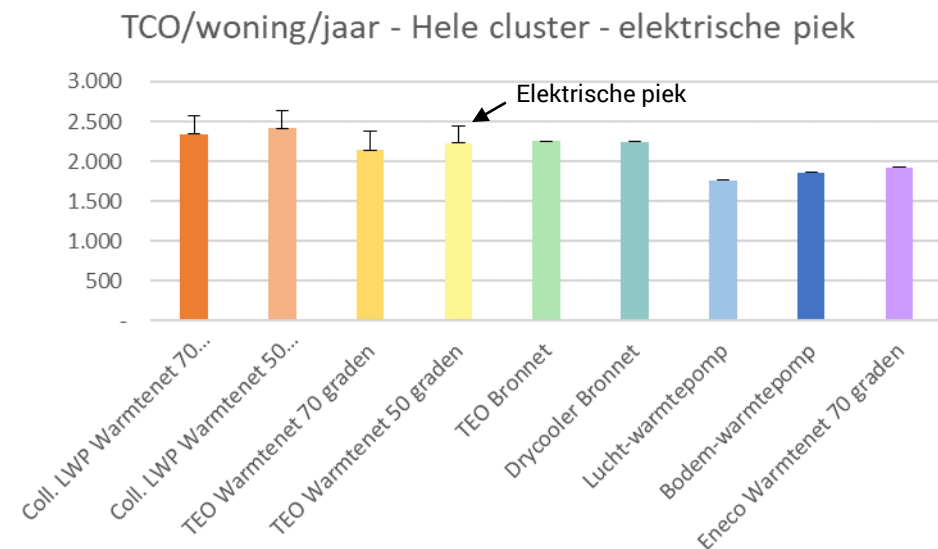
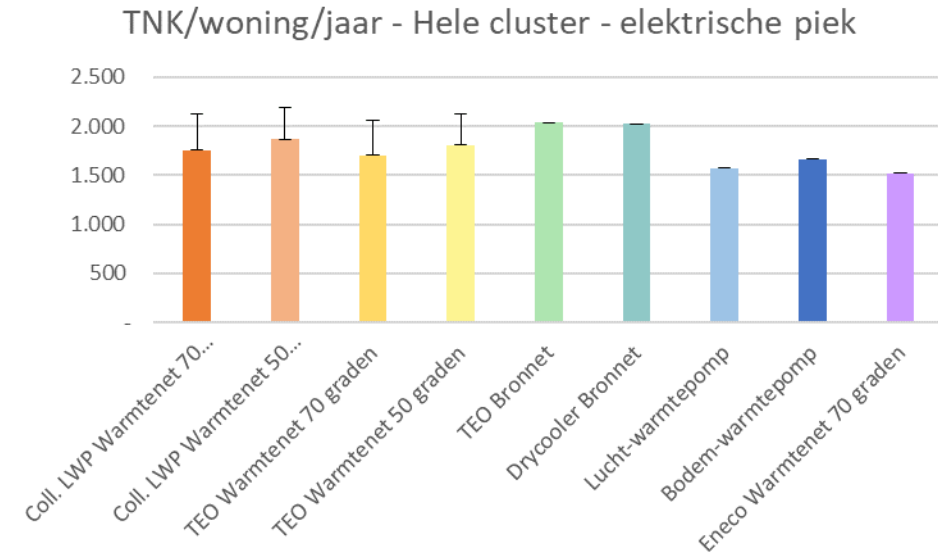
Gevoeligheidsanalyse – elektrische piekvoorziening



In het basisscenario is gerekend met een piekvoorziening op aardgas. In de toekomst zal deze echter nog verduurzaamd moeten worden. Dit zou kunnen d.m.v. groengas. Een andere optie is om een elektrische piekkel te kiezen.

In de grafieken rechts is de invloed van het kiezen voor een elektrische piekkel te zien. Een elektrische piekkel is vooral wat betreft energiekosten duurder dan een gasketel en verhoogt de TNK tot 20% en de TCO tot 10%.

Voor de uitbreiding van het Eneco net is geen piekvoorziening meegenomen, omdat deze al op een centrale plek voor het volledige stadswarmtenet gestationeerd is. De kosten voor verduurzamen van deze piekvoorziening en de rest van het net hebben wij niet meegenomen in deze studie, omdat dit op een veel grotere schaal gebeurt dan alleen voor de Gebouwendriften.



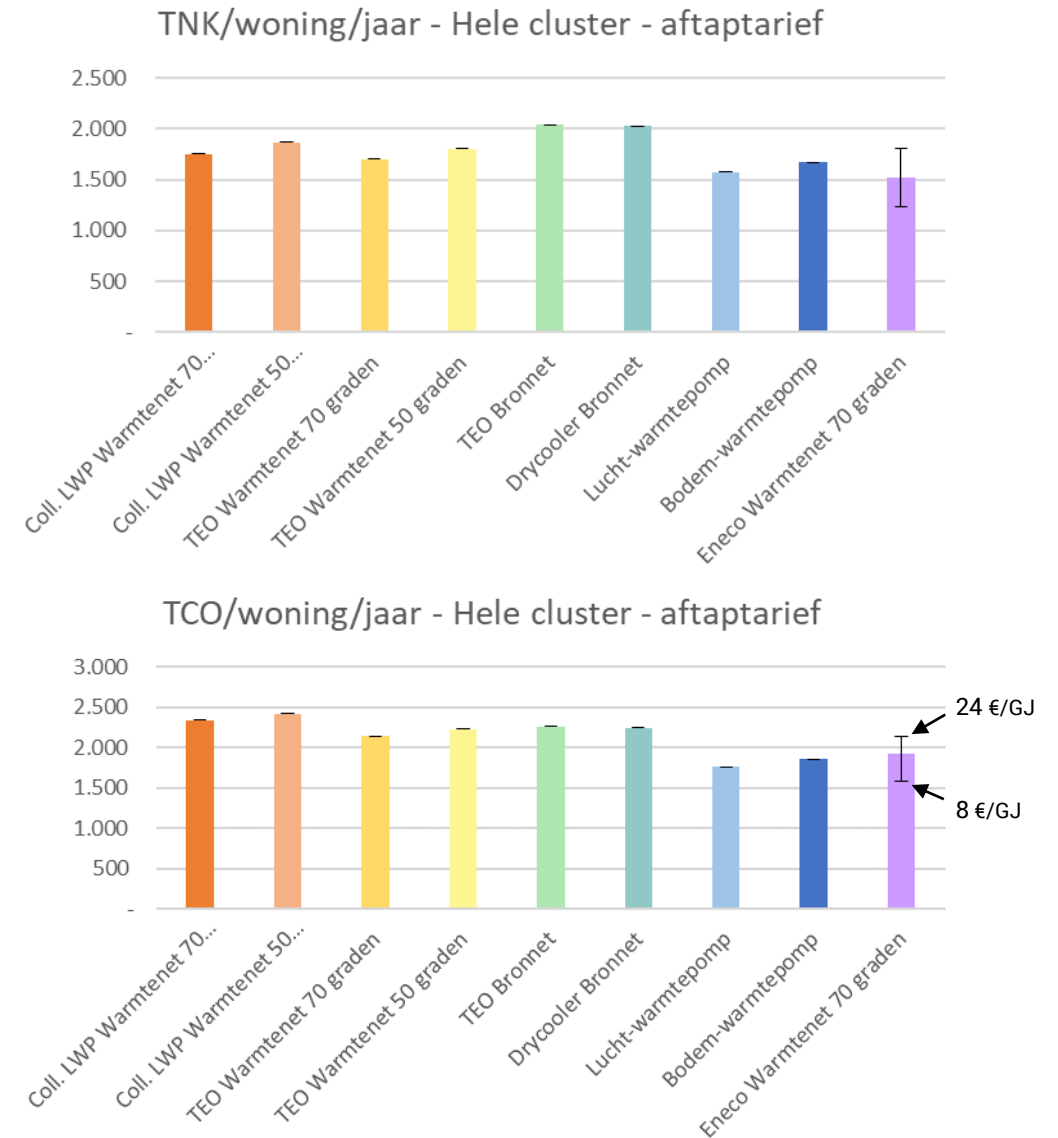
Gevoeligheidsanalyse – aftaptarief aan Eneco



Voor de uitbreiding van het Eneco net zijn enkele aannames gemaakt. De belangrijkste hiervan is de kosten voor het aftappen van de warmte.

Als uitgangspunt hebben wij hiervoor 16 €/GJ gekozen. In de gevoeligheidsanalyse hebben we deze gevarieerd naar 8 €/GJ en 24 €/GJ.

Let op: het aftaptarief is iets heel anders dan het leveringstarief voor afnemers, ook al is het beide uitgedrukt in €/GJ. Het aftaptarief is het tarief dat een fictief warmtebedrijf zou moeten betalen aan Eneco voor het aftappen van warmte op een punt waar een bestaande warmteleiding van Eneco ligt. Dat fictieve warmtebedrijf moet vervolgens nog alle nodige kosten maken om de warmte bij de afnemers te brengen. Daarom ligt het aftaptarief veel lager dan het leveringstarief



Gevoeligheidsanalyse – kosten bronnet leidingen



De leidingen die voor een bronnet aangelegd moeten worden zijn anders dan die voor een warmtenet. Deze leidingen hoeven niet geïsoleerd te worden, niet gelast te worden, waardoor ze door minder gekwalificeerd personeel aangelegd kunnen worden en ze kunnen dichterbij drinkwaterleidingen liggen, waardoor ze makkelijker inpasbaar zijn in de bodem.

Om deze redenen is het belangrijk om aan te tonen hoe de resultaten veranderen als je deze voordelen mee zou nemen in de kosten voor de leidingen. In deze gevoeligheidsanalyse hebben wij de kosten voor bronnet leidingen met 25% verlaagd t.o.v. warmtenet leidingen.

Met deze korting dalen de TNK en TCO met ongeveer 5%



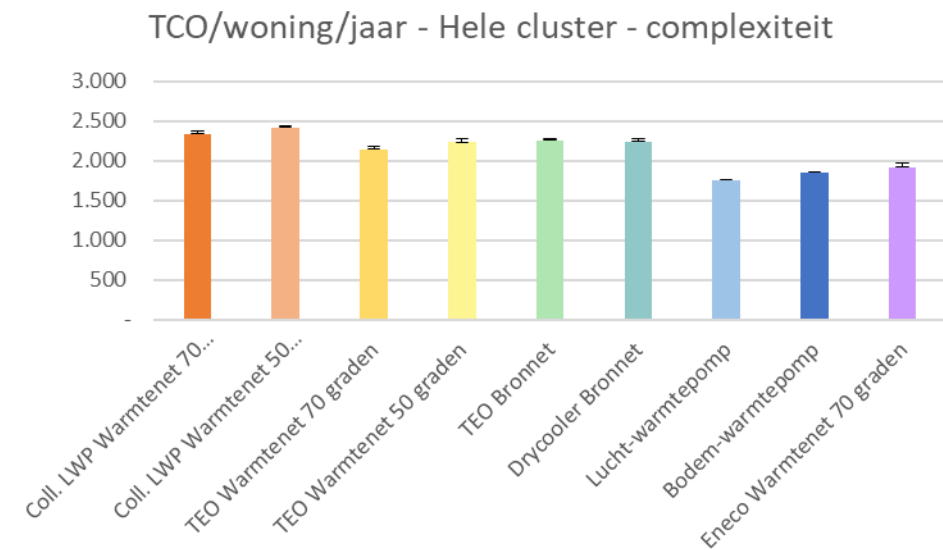
Gevoeligheidsanalyse - complexiteitsfactor

Uit eerder onderzoek door Greenvis in 2022 blijkt dat de ruimte in de ondergrond in de buurt schaars is. Dit heeft o.a. te maken met andere infrastructuur in de ondergrond. Warmteleidingen mogen namelijk niet te dicht bij drinkwaterleidingen worden gelegd om legionellavorming in het drinkwater te voorkomen.

Dit maakt het aanleggen van een warmtenet complex en dus duur. We hanteren voor alle warmtenetten en bronnetten een complexiteitsfactor voor het aanleggen van het leidingwerk.

In het basis-scenario zijn we uitgegaan onze standard meterprijzen voor warmtenetten in woonwijken, plus 10%.

Wat als het complexer is dan we denken om een warmtenet aan te leggen, wat is het effect op de kosten dan? In de grafiek rechts is te zien wat het effect is als de integrale kosten voor de warmteleidingen nog 10% duurder uitvallen.





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								
Groot voordeel		Warmtenet (HT)	Lokaal warmtenet (MT/LT)		Lokaal bronnet		Individueel, all-electric	
Groot nadeel			Uitbreiding Eneco	Aquathermie	Luchtwarmtepomp	Bronnet aquathermie	Bronnet met droge koelers	Individuele lucht-water WP
Impact in de buurt	Overlast (realisatie)	Straten open	Straten open, WKO-boring	Straten open	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
	Zichtbaarheid (gebruik)	1-5 onderstations, ca. 10m² per station	2-3 WKO kasten (ca 2m²) + Centrale warmtepomp (ca 100m²)	Centrale warmtepomp (ca 100m²)	2-3 WKO kasten (ca 2m²)	2-3 WKO kasten (ca 2m²) + 2-3 droge koelers (ca 4m²)	Buiten-units kunnen aanzicht buurt/gebouwen beïnvloeden	Geen
	Ruimtebeslag bovengr. (gebruik)	1-5 onderstations, ca. 10m² per station	2-3 WKO kasten (ca 2m²) + Centrale warmtepomp (ca 100m²)	Centrale warmtepomp (ca 100m²)	2-3 WKO kasten (ca 2m²)	2-3 WKO kasten (ca 2m²) + 2-3 droge koelers (ca 4m²)	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 bodemplussen
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)	Afleverset ter grootte van CV-ketel	Afleverset + eventueel booster warmtepomp en buffervat	Afleverset + eventueel booster warmtepomp en buffervat	Warmtepomp en buffervat	Warmtepomp en buffervat	Warmtepomp, buitenunit en buffervat	Warmtepomp en buffervat
	Ruimtebeslag (gebruik)	Afleverset ter grootte van CV-ketel	Afleverset + eventueel booster warmtepomp	Afleverset + 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 / energie-afhankelijkheid	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: duurzaamheid en kosten** moeilijk in te schatten.
- **Inpassing warmtenet scenario's:** zijn er **legionella-vrije tracés** te vinden?
- Locatie drycooler of collectieve lucht-water warmtepomp (BES)
 - Rekening houden met geluidsoverlast en bijhorende afstand tot erf grens.
 - 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 piekkel 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 calender* voor elektriciteit en op de *Gas TTF calender 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)

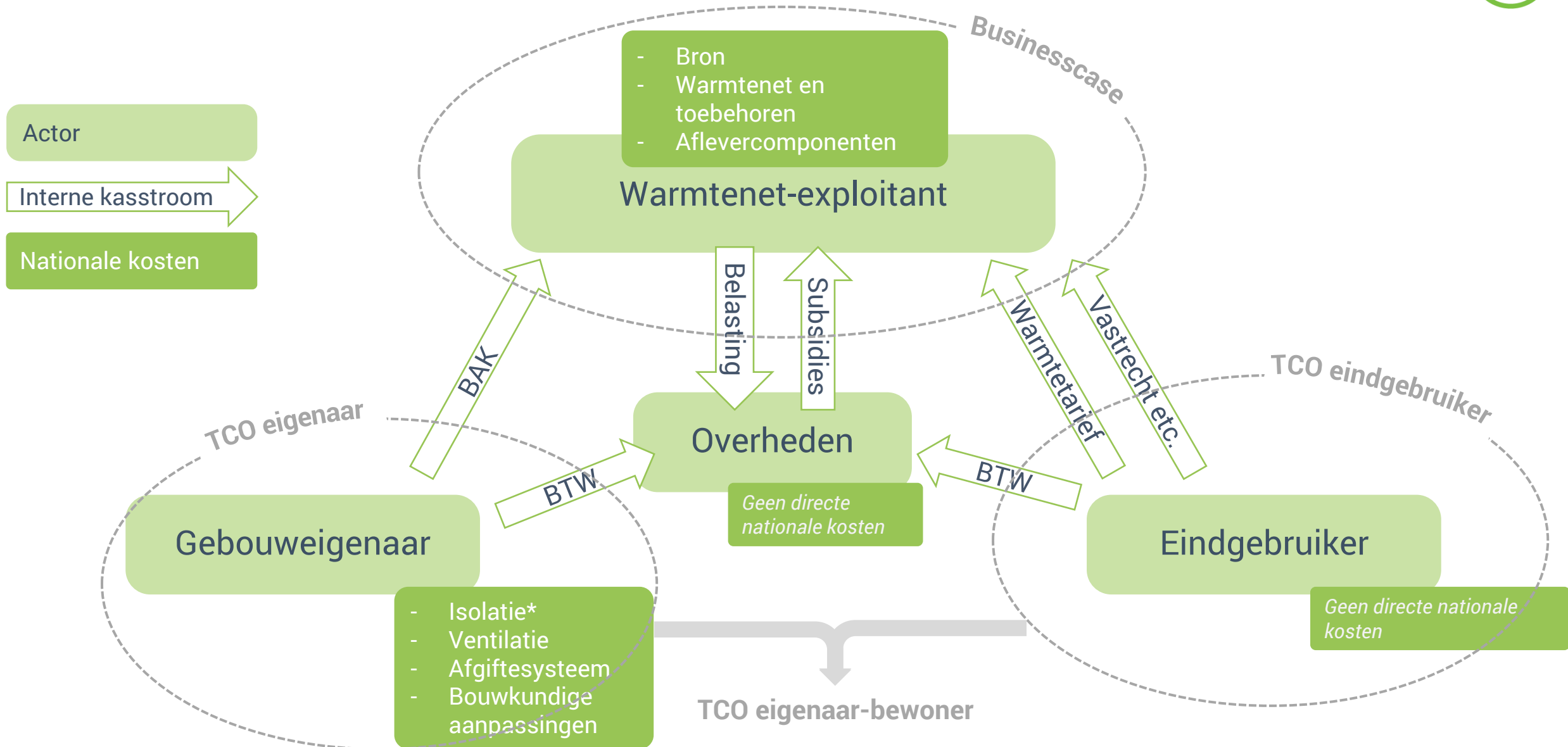


			Lokaal LT/MT warmtenet																								Bronnet								All-electric				Hybride				All-gas		Andere		Gewicht		Onderscheidend vermogen	
			Uitbreiding Eneco	Geothermie (dieper dan 500m)	LT/MT Restwarmte	Biomassa	Biogas	Aquathermie	Collectieve luchtwarmtepomp	Grote bodemwarmtepomp	Zonthermie op dak	Zonthermie op veld	Basalopslag met elektriciteit als bron	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 groengas	Pelletkachels																								
Knockout	Niet beschikbaar voor 2030																																																	
	Sterk afhankelijk van fossiel																																																	
Afweging	Impact in de buurt	Overlast (realisatie)	-2			-2		-2	-2	-2		-2	-2		-2	-2	-2	-2	1	-1	1	2							1	3																				
		Overlast (gebruik)	0			0		-1	0		0	0		0	-1	0	0	-1	0	0	2								1	1																				
		Zichtbaarheid (gebruik)	2		-1	1	0	1		-2	0		1	-1	1	-2	1	2	2	2	2								2	8																				
		Ruimtebeslag bovengr. (gebruik)	2		-1	0	-1	0		-2	-1		0	-1	-1	-2	2	2	2	2	2								2	8																				
		Ruimtebeslag ondergr. (gebruik)	-1		-1	-2	-1	-2		-2	-1		-2	-2	-2	-2	-2	-1	2	2	2								1	4																				
	Impact in/rond woning	Overlast (realisatie)	1		1	1	1	1		1	1		-1	-1	-2	-1	-2	-2	-2	2									2	6																				
		Overlast (gebruik)	2		2	2	2	2		2	2		2	2	2	2	-1	1	1	2									1	3																				
		Zichtbaarheid (gebruik)	2		2	2	2	2		2	2		-1	-1	-1	-1	-2	-1	-2	2									2	8																				
		Ruimtebeslag (gebruik)	2		2	2	2	2		2	2		-1	-1	-1	-1	-2	-1	-2	2									2	8																				
	Duurzaamheid	CO ₂ -reductie	1		0	1	1	1		1	1		2	2	2	2	1	2	2	-2									3	6																				
		Milieu	0		-1	2	2	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	-2									3	6																				
		Kosten bewoners	-1		1	0	0	0		0	0		1	1	1	1	1	1	1	-2									3	6																				
	Zeggenschap/keuzevrijheid	Niveau energie-infrastructuur	-2		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	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	-1		1	1	2	2	1	1	2	-2									1	4																				
		Niveau woningen	-2		-2	-1	-1	-1		-2	-1		-1	-1	2	-1	1	1	2	-2									1	4																				
	Techniek	Koeling mogelijk met systeem	-2		-2	0	-1	-1		-2	-2		2	2	2	2	2	2	1	-2									2	8																				
		Volwassenheid in NL	2		2	2	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