



**OVER
MORGEN**

Warmtenet Kerschoten

Onderzoek mogelijkheden realisatie

Rapportage

Colofon

Status	:	Definitief (2)
Datum	:	vrijdag 25 januari 2019
Adviesbureau	:	Over Morgen
Auteur(s)	:	M. van Lier, S. Kop
Controle	:	M.T. Tetteroo
E-mail	:	martijn.vanlier@overmorgen.nl
Mobiel	:	+31 6 101 99 319
Website	:	www.overmorgen.nl



Inhoudsopgave.

- 1 **Inleiding**
- 2 **Aanpak**
- 3 **Stakeholders en gebruikers**
- 4 **Technische analyse**
- 5 **Financiële analyse**
- 6 **Vervolgproces**
- 7 **Conclusies en aanbevelingen**
- 8 **Bijlage 1: Programma van Eisen**
- 9 **Bijlage 2: Belangrijkste kengetallen**

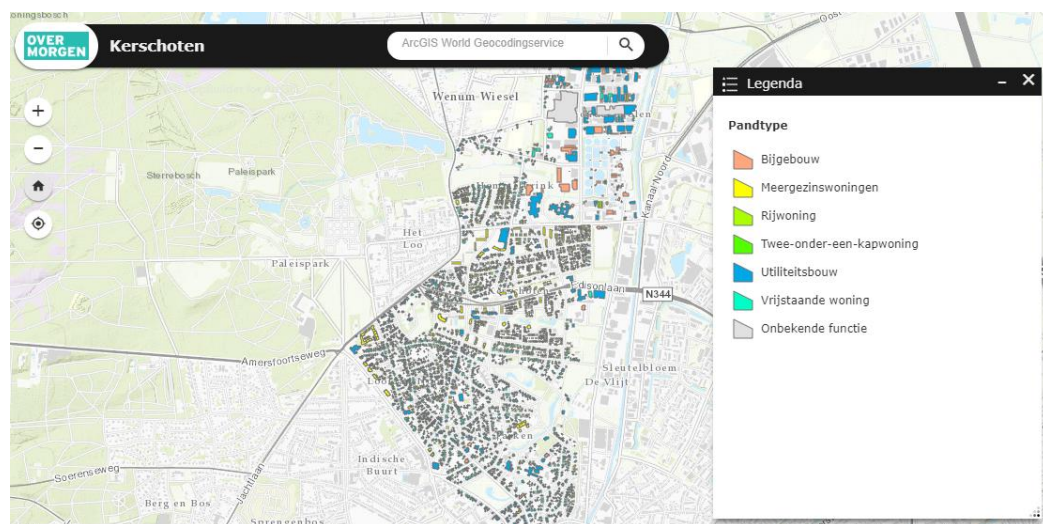


Inleiding

Dat we met de energietransitie in Nederland voor een grote opgave staan is intussen bekend. De bijdrage van de sectortafel Gebouwde Omgeving van het klimaatakkoord was daar heel duidelijk over: *"We staan aan de vooravond van een grote verbouwing. De transformatie van onze 7 miljoen huizen en 1 miljoen gebouwen, veelal matig geïsoleerd en vrijwel allemaal verwarmd door aardgas, in goed geïsoleerde woningen en gebouwen, die we met duurzame energie verwarmen en waarin we schone elektriciteit gebruiken of zelfs zelf opwekken."*

Nederland heeft zichzelf als taak gesteld om in 2030 tenminste 49% broeikasgasreductie te hebben gerealiseerd ten opzichte van 1990. Bij het vaststellen van de Uitvoeringsagenda Duurzaamheid 2017-2020 heeft de gemeenteraad van Apeldoorn een duidelijke ambitie uitgesproken. Apeldoorn gaat namelijk de energietransitie versnellen. Apeldoorn heeft ingezet op een percentage energieneutraliteit van 28% in 2030 terwijl dit bij de Landelijke trend op 16% uit komt.

Eén van de uitgangspunten in de Uitvoeringsagenda is een gebiedsgerichte en programmatische aanpak. Het initiatief Kerschoten Energie Neutraal (KEN) is daar een voorbeeld van. De Gemeente Apeldoorn, drie woningcorporaties, Duurzame Energiecoöperatie Apeldoorn (deA), Stichting Apeldoorn Voorop In Duurzaam (AVID) en bewoners verenigd in de wijkraden van Kerschoten en de Naald zijn de initiatienemers. In oktober 2013 is een ontwikkelplan KEN gepresenteerd. Een aantal projecten uit de Uitvoeringsagenda zijn verbonden aan KEN. Dat zijn het aanstellen van een energieregisseur (KEN-regisseur) en het gebruik maken van energie, zo'n 50 TJ, uit de RWZI in samenwerking met Ennatuurlijk.



Figuur 1

De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed heeft in 2011 dertig wederopbouwgebieden, waaronder Kerschoten¹, geselecteerd uit de periode tussen 1940 en 1965. De zuidelijke buurt is ontworpen door architect David Zuiderhoek (1911–1993), voormalige stadsarchitect van Amersfoort. Na een bezoek aan onder andere de wijk Bellahøj in Kopenhagen ontwikkelde Zuiderhoek voor het plangebied Kerschoten een stedenbouwkundig model gebaseerd op de toenmalige Scandinavische opvattingen over stedenbouw. Bellahøj wordt, net als bijna geheel Kopenhagen, op dit moment voorzien

¹ https://cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/publications/13_kerschoten.pdf

van collectieve warmte via het stadsverwarmingsnet in die stad. Misschien kan Bellahøj voor de tweede keer als voorbeeld dienen voor Kerschoten?

Uit het KEN-ontwikkelpun en uit de eerste concepten van de warmtekanskaart blijkt dat een warmtenet voor Kerschoten, gevoed met duurzame warmte van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) van het Waterschap Vallei en Veluwe, zeer kansrijk is. Intussen is er een bewonersinitiatief ontstaan in de vorm van een KEN-werkgroep, de werkgroep Warmte. Ter ondersteuning van deze werkgroep heeft Gemeente Apeldoorn aan Over Morgen gevraagd om de mogelijkheden voor het realiseren van een warmtenet in Kerschoten te onderzoeken. De volgende vragen staan centraal:

1. *“Op welke wijze komen we in de wijken Kerschoten en Kerschoten-West van planvorming tot daadwerkelijke uitvoering?”*
2. *Op welke wijze kunnen de belemmeringen (tijdsfasering, politiek, bestuurlijk) weggenomen worden?”*

In Bijlage 1 staat het programma van eisen inclusief de deelvragen dat Gemeente Apeldoorn heeft opgesteld voor dit onderzoek. In deze bijlage staan de verwijzingen naar de antwoorden op de deelvragen in dit rapport.



Aanpak

Zoals in de inleiding is vermeld, is het idee van een warmtenet voor Kerschoten niet nieuw. Er zijn al minimaal twee concrete marktinitiatieven geweest, door Alliander DGO en Ennatuurlijk, die het ontwikkelen van een warmtenet in de wijk hebben verkend. Deze inventarisaties en verkennende gesprekken met potentiële afnemers in de buurt vormen een waardevolle basis voor het onderzoek. De Gemeente Apeldoorn heeft op basis van de marktinitiatieven bepaald dat het onderzoek zich eerst moet richten op zes kansrijke afnemers van de warmte maar met een duidelijke doorkijk naar een warmtenet voor de gehele wijk.

Het onderzoek is opgebouwd via de volgende stappen:

1. Gespreksronde langs betrokken partijen

De vragen in de gesprekken moeten leiden tot een beeld welke rol de verschillende betrokken partijen voor zichzelf zien, waar men belemmeringen voorziet zoals het besef van urgentie en de visie op oplossingen, maar ook waar kansen liggen. Ook wordt resterende (technische) informatie van de stakeholders opgehaald die nodig is om de technische analyse uit te voeren

2. Technische analyse van het warmteaanbod en de -vraag

Dit gedeelte van de aanpak geeft antwoord op de vragen omtrent de exploitatie van het warmtenet en op welke wijze technische belemmeringen zoals capaciteit en tijdsfasering kunnen worden weggenomen. Bij een warmtenet zijn bron, infrastructuur en de afgifte-installaties bij de afnemers fysiek met elkaar verbonden. Voor een technische analyse is niet alleen het (jaar)verbruik van belang maar ook het vermogen op een bepaald moment in de tijd. De hoeveelheid warmte die op het koudste moment in een jaar geleverd moet kunnen worden bepaald namelijk de benodigde capaciteit van de installatie(s).

3. Financiële analyse

De effecten van een keuze voor een collectieve warmtevoorziening op de investeringen en operationele lasten en inkomsten van de stakeholders zijn cruciaal bij het bepalen of een warmtenet haalbaar is. Een globale financiële analyse vanuit het perspectief van zowel de vastgoedeigenaren, gebruikers en het warmtebedrijf afzonderlijk als vanuit een integraal perspectief maakt onderdeel uit van het onderzoek.

4. Opleveren van een geschreven rapportage met concrete vervolgstappen

De inzichten die zijn opgedaan tijdens de gespreksronde en de technische en financiële analyse leiden tot een advies hoe Kerschoten en Kerschoten-West van planvorming tot daadwerkelijke uitvoering kunnen komen. Verder wordt aangegeven op welke wijze de voorziene belemmeringen weggenomen kunnen worden.

5. Kennissessie collectieve warmte

Als het een goed idee is om uiteindelijk een warmtenet in Kerschoten te realiseren, is het essentieel om de stakeholders te verbinden en de realisatie actief te laten ondersteunen. Een randvoorwaarde daarvoor is gelijkwaardigheid in het kennisniveau van alle betrokkenen. Een kennissessie collectieve warmte voor alle partijen die mogelijk een rol kunnen spelen in de waardeketen is daar een goed instrument voor. In deze kennissessie wordt ingegaan op de afwegingen die komen kijken bij het plannen en realiseren van een warmtenet aan de hand van de casus Kerschoten.

In dit rapport beschrijven we in eerste instantie de visie en betrokkenheid van de stakeholders. Ten tweede gaan we in op de technische en vervolgens de financiële analyse. Tot slot trekken we de conclusies en geven we een advies dat de vragen, die de Gemeente Apeldoorn namens de KEN-werkgroep heeft gesteld, beantwoordt. In de eerste bijlage staan de verwijzingen naar de antwoorden op de deelvragen in het programma van eisen voor dit onderzoek. De tweede bijlage bevat de kengetallen die zijn gebruikt voor het financiële model.



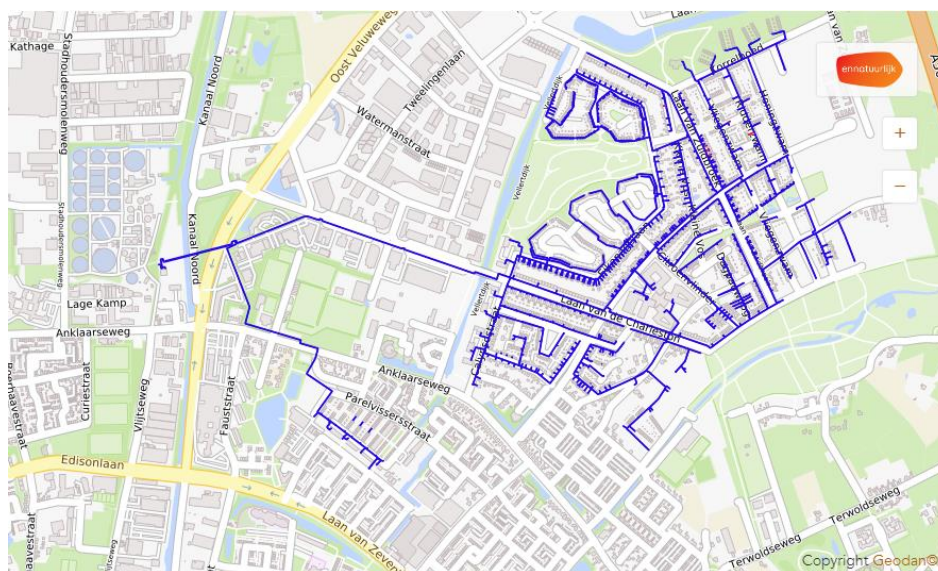
Stakeholders en gebruikers

Middels onderzoek en gesprekken met medewerkers van de Gemeente Apeldoorn en de KEN-regisseur zijn de volgende direct betrokken partijen geïdentificeerd:

- Interne stakeholders Gemeente Apeldoorn
 - Gemeenteraad en -bestuur
 - Afdeling Stedenbouw
 - Programma Circulariteit, Energie en Milieu
 - Stadsbeheer
 - KEN-regisseur
- Wijk gebonden stakeholders
 - Bewonersinitiatief Werkgroep Warmte (KEN)
- Externe stakeholders
 - Ennatuurlijk
Landelijk warmtebedrijf dat gebruik maakt van duurzame warmte bij de RWZI voor de warmtevoorziening van de wijk Zuidbroek middels een warmtenet.
 - Tauw
Een internationaal actief ingenieurs- en adviesbureau met ruimte expertise op het gebied van duurzame energievoorziening en specifiek op het gebied van omgevingswarmte. Tauw is mede-initiatiefnemer van de ontwikkeling van een warmtenet voor bedrijventerrein Apeldoorn-Noord.
 - Hollander Techniek
Een technische dienstverlener uit de regio die net als Tauw mede-initiatiefnemer is van de ontwikkeling van een warmtenet voor bedrijventerrein Apeldoorn-Noord. Dit bedrijf heeft o.a. de verwarmingsinstallaties van Casa Bonita en de Jacobus Fruytierschool in beheer.
 - Waterschap Vallei en Veluwe
Eigenaar en exploitant van de RWZI ten noorden van Kerschoten.
 - Liander
Beheerder van het huidige gas- en elektriciteitsnet
 - Alliander Duurzame Gebiedsontwikkeling Ontwikkeling (DGO):
Commerciële dochteronderneming van Alliander die zich onder meer inzet voor de ontwikkeling van open warmtenetten. Alliander DGO heeft zich een aantal jaren geleden samen met de Duurzame Energiecoöperatie Apeldoorn (deA) en Ennatuurlijk ingespannen om een warmtenet te ontwikkelen. In 2016 heeft Alliander DGO de gemeente beargumenteerd laten weten van dat initiatief af te zien.
- Gebruikers (zes kansrijke partijen)
 - Casa Bonita:
Een verzorgingstehuis van de Zorggroep Apeldoorn en Omstreken voor zo'n 180 cliënten met een gemeenschapsruimte en een klein restaurant. Dit verzorgingstehuis ligt naast de RWZI van het waterschap en ligt van alle kansrijke afnemers het dichtst bij het ketelhuis van Ennatuurlijk. Casa Bonita heeft al geruime tijd verbouwplannen maar daar zijn nog geen concrete besluiten over naar buiten gebracht.
 - Jacobus Fruytier:
Een scholengemeenschap die in het voorjaar van 2018 samen met 8 andere scholen het 'Manifest voor Duurzaam Reformatisch Onderwijs' heeft ondertekend. Ze conformeren zich daarmee aan het nemen van actieve stappen op het gebied van duurzaamheid. De initiatiefnemers van de ontwikkeling van een warmtenet op bedrijventerrein Apeldoorn-Noord, Hollander Techniek en Tauw, hebben verkennende gesprekken gevoerd met

de school om hen van duurzame warmte te voorzien via een warmtepompsysteem dat gebruik maakt van het effluent van de RWZI.

- Ons Huis:
Een appartementencomplex waarbij in 2016 de aardgasgestookte cv-ketels zijn vervangen door een collectief luchtwarmtepomp systeem. Er zijn nog wel steeds individuele aardgasaansluitingen voor koken.
- De Woonmensen (Koninginnelaan):
Een appartementencomplex met individuele aardgasgestookte cv-ketels van zo'n 5 tot 10 jaar oud. De blokverwarmingsleidingen zijn wel intact gelaten.
- Van de Slinger:
Een appartementencomplex van recente datum.
- De Veenkamp:
Een woonzorgcentrum van Woonzorg Nederland. Het wooncentrum staat aan de vooravond van grootschalige bouwkundige aanpassingen (renovatie dan wel sloop-/nieuwbouw). In gesprekken heeft men aangegeven een positieve grondhouding te hebben ten aanzien van aansluiten op een warmtenet maar dat dit gebaseerd moet zijn op een concreet voorstel.



Figuur 2: Warmtenet Zuidbroek (Ennatuurlijk)

Dat er in het verleden al door veel partijen is gesproken met potentiële afnemers werd tijdens dit onderzoek snel duidelijk. Deze eerdere gesprekken waren verkennend van aard en hebben niet geleid tot iets concreets. Het risico is groot dat nieuwe verkennende gesprekken zonder concreet perspectief, afbreuk zouden kunnen doen aan eventueel aanwezig draagvlak. Hetzelfde geldt voor het benaderen van het bewonersinitiatief Werkgroep Warmte. Om die reden hebben we Gemeente Apeldoorn geadviseerd om in dit stadium de zes potentiële afnemers en de werkgroep niet direct bij het proces te betrekken. Zij zullen wel betrokken worden bij de kennissessie en de presentatie van deze rapportage. Deze potentiële afnemers en het bewonersinitiatief zijn cruciaal voor het proces en daarom is het des te belangrijker deze partijen volledig en concreet te informeren. De uitkomsten van dit onderzoek bieden daar voldoende handvatten voor.

Afnemers van warmte met een aansluiting tot 100 kWth vallen juridisch gezien onder de Warmtewet. De Warmtewet beschermt deze afnemers tegen te hoge tarieven en zorgt voor leveringszekerheid. Zo is de warmteleverancier verplicht om compensatie te betalen bij een onverwachte onderbreking van de warmte die te lang, momenteel langer dan 4 uur, duurt. Dit juridisch kader geldt voor de gebruikers in de appartementencomplexen van Woonmensen, Van de Slinger en Ons Huis.

De andere potentiële afnemers hebben een aansluiting van meer dan 100 kWth, zie hoofdstuk 4. Deze partijen worden door de overheid geacht voldoende onderhandelingskracht te bezitten om zichzelf te beschermen tegen te hoge prijzen en leveringszekerheid. Dit wordt dan geregeld in een contract, warmteleveringsovereenkomst, tussen hen en de warmteleverancier.

Op basis van de gesprekken met de overige direct betrokken partijen kunnen conclusies worden getrokken ten aanzien van de belangen en rollen. Ten aanzien van de rollen wordt onderscheid gemaakt in:

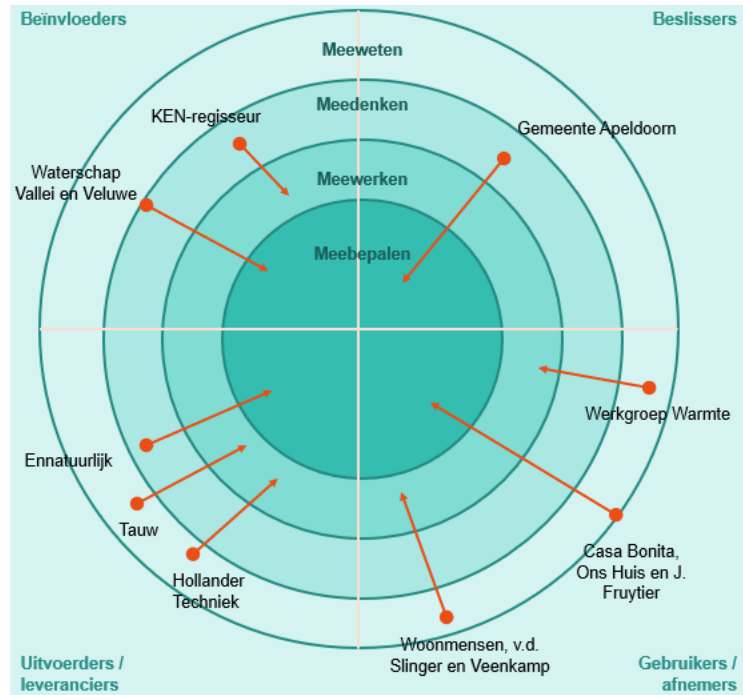


De rol zegt nog niets over de mate van betrokkenheid. De betrokkenheid van de stakeholders kan worden getypeerd als meeweten, meedenken, meewerken en meebepalen. Dit resulteert in de volgende analyse:

- **Gemeente Apeldoorn:**
De gemeente is een Beslisser en heeft tot op heden meegedacht in het proces. Dit betekent dat de gemeente de regie moet gaan nemen en dat betekent ook dat de gemeente medebepalend moet zijn op welke manier Kerschoten aardgasvrij gaat worden. De gemeente kan daarin faciliteren, reguleren of participeren. Dat komt later aan de orde bij de behandeling van het vervolgproces.
- **KEN-regisseur:**
De KEN-regisseur werkt overstijgend binnen de gemeenteafdelingen en spreekt met wijkbeheerders en stadsdeelmanagers over het thema duurzaamheid en probeert partijen te verbinden. Dat maakt de KEN-regisseur een Beïnvloeder. Tot op heden heeft de KEN-regisseur op een afstand moeten meedenken in het proces van de ontwikkeling van een warmtenet omdat het initiatief bij marktpartijen lag. De KEN-regisseur zal echter door de partijen ingezet moeten worden om partijen te verbinden zodat de situatie ontstaat dat zij mee kan werken.
- **Bewonersinitiatief Werkgroep Warmte (KEN):**
Het bewonersinitiatief bestaat nog niet heel lang. Het bestaat uit een groep van zes wijkbewoners met persoonlijke ervaring met stadsverwarming. Deze groep moet verschuiven van meeweten op dit moment naar meewerken. Zij kunnen als spreekbuis van de particulieren en huurders opereren bij het opstellen van een programma van eisen.

- **Ennatuurlijk:**
Ennatuurlijk is al een warmteleverancier in Apeldoorn met een biogas-WKK en houtchips gestookte ketels en is positief over het ontwikkelen van een warmtenet in Kerschoten. Het is voor Ennatuurlijk wel belangrijk dat er een gezonde bedrijfseconomische basis is om het warmtenet uit te gaan rollen. Men zal uiteindelijk een besluit nemen om wel of geen warmteleverancier te worden.
- **Tauw:**
Tauw heeft zelf het initiatief genomen om een duurzaam warmtenet te ontwerpen en eventueel te exploiteren op Apeldoorn-Noord. Ook heeft Tauw gesprekken met Hollander en de Jacobus Fruytierschool voor een duurzaam warmtesysteem voor de school. Een warmtenet voor heel Kerschoten is niet hun eigen initiatief maar zij willen daar wel aan meewerken.
- **Hollander Techniek:**
Voor Hollander Techniek liggen de zaken vergelijkbaar met die van Tauw.
- **Waterschap Vallei en Veluwe:**
Het bestuur van het waterschap heeft recent in de voorjaarsnota 2018-2022 aangegeven dat men in 2050 volledig circulair wil zijn en met projecten wil bijdragen aan verbetering van de leefomgeving. Bij de RWZI is dat nu al het geval. Uitbreiding van die activiteit past bij de strategie van het waterschap. Via het bedrijfsproces levert het waterschap nu al zo'n 30.000 GJ per jaar aan Ennatuurlijk. Het waterschap verwacht met extra warmteterugwinning uit de rookgassen en de inzet van biogas nog eens extra 15.000 GJ te kunnen leveren. Met name de inzet van biogas verwacht het waterschap een oplossing voor de korte termijn. Ook zal een warmtepomp installatie van 1,5 MWth met een typisch jaarprofiel zo'n 23.000 GJ kunnen leveren. Men zal daarom van het midden tussen meeweten en meedenken moeten verschuiven naar meebepalen. Als het waterschap geen duurzame warmte ter beschikking wil of kan stellen komt het toekomstperspectief van een warmtenet er anders uit te zien aangezien er andere duurzame bronnen gevonden moeten worden zoals nu ook al gebeurt door Ennatuurlijk.
- **Liander:**
De aanleg van een warmtenet gaat op de één of andere manier de netbeheerder raken. Graafwerkzaamheden in de nabijheid van gasleidingen geeft een veiligheidsrisico maar het is vervolgens ook de vraag of en op wat voor manier het gasnet moet uitfasen. Dat maakt Alliander van meeweter een meebepaler.
- **Zes kansrijke partijen:**
Hier is een onderscheid te maken tussen de Jacobus Fruytierschool, Ons Huis en Casa Bonita ten opzichte van de andere drie potentiële afnemers. De Jacobus Fruytierschool en Casa Bonita hebben van alle kansrijke gebruikers in geografische zin een strategisch belangrijke positie. Zij liggen vlak bij de RWZI en dat is positief voor de investeringen in een infrastructuur. Zij zullen dus medebepaler worden in het proces.

De cirkel van invloed die op basis van bovenstaande analyse is gevisualiseerd in figuur 3 laat zien dat alle partijen meer naar de kern van die cirkel moeten gaan schuiven. Dat is een belangrijke succesfactor indien gaat blijken dat een collectieve warmtevoorziening voor Kerschoten inderdaad een goed idee is.



Figuur 3: Cirkel van invloed met de meest belangrijke stakeholders



Technische analyse

4.1 Warmtevraag

Zoals in de uitvraag door de Gemeente Apeldoorn als voorwaarde gesteld, is in eerste instantie geconcentreerd op de zes geïdentificeerde kansrijke gebruikers. Op basis van zowel daadwerkelijke verbruiksgegevens als door inschattingen met behulp van gangbare kengetallen (zie bijlage 2), zijn voor iedere kansrijke gebruiker aannames gedaan over het huidige benodigde vermogen en warmteverbruik. De resultaten staan vermeld in tabel 1.

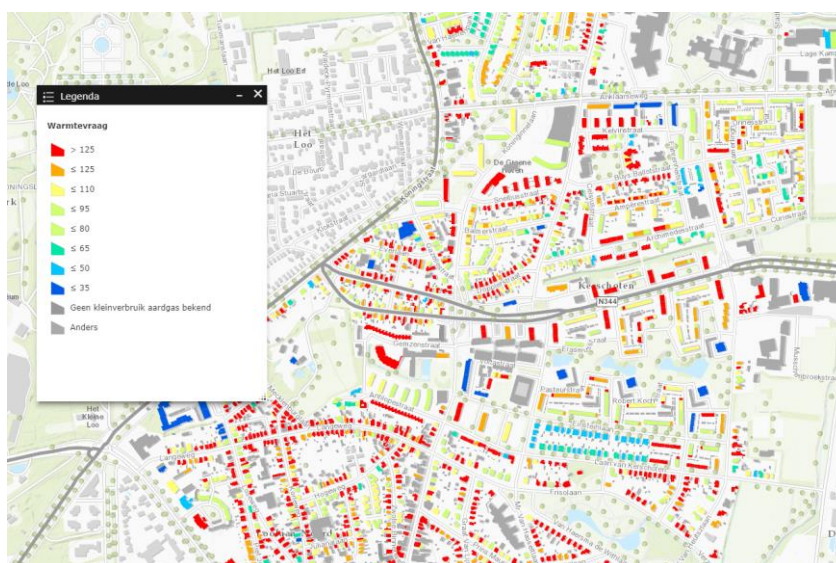
Tabel 1: Huidige verbruiksgegevens kansrijke gebruikers

Naam	Aantal woningen	weq ²	Vermogen	Verbruik/ jaar	Gasverbruik/ jaar
Casa Bonita	118	528	874 kWth	11.617 GJ	364.321 m3
Jacobus Fruytierschool	Nvt	174	1.144 kWth	3.826 GJ	119.977 m3
Ons Huis	144	125	1.037 kWth	2.755 GJ	86.400 m3
Van de Slinger	120*	104*	935 kWth	2.296 GJ	72.000 m3
De Woonmensen	144	209	1.037 kWth	4.592 GJ	144.000 m3
Veenkamp	173	111**	1.146 kWth	2.438 GJ	76.450 m3
Totalen				27.524 GJ	863.148 m3

* Inschatting, aanvullende gegevens zijn opgevraagd

** Verwachting is dat dit aan de lage kant is, gebaseerd op gasverbruik

De vraag is of deze behoefte in de toekomst hetzelfde blijft. De warmtetransitie richt zich namelijk niet alleen op verduurzaming van de warmtevraag maar ook op beperking van de behoefte. We hebben een kaart gemaakt met de huidige warmtevraag per vierkante meter woonoppervlak in Kerschoten. Een woning met schillabel B heeft gemiddeld een warmtevraag van 65 kWh/m². Over het algemeen kan de conclusie worden getrokken dat er in Kerschoten nog veel winst gehaald kan worden uit isolatiemaatregelen.



Figuur 4: Warmtevraag Kerschoten op gebouwniveau

Het is aan te bevelen om voor Kerschoten een project op te zetten dat is gericht op het isoleren van de bestaande woningbouw. Dat heeft twee effecten:

² Weq: Woningequivalent, warmtegebruik van een gemiddelde woning, in dit project gesteld op 22GJ/jaar

1. Warmtevraagbeperking
2. Verlagen van het temperatuurniveau

1. Het eerste effect betreft reductie van de warmtevraag door te isoleren. De vraag is voor welk niveau isolatie moet worden gekozen. Het isoleren van gebouwen en woningen vergt grote investeringen. We onderscheiden twee isolatieniveaus in de route naar aardgasvrij, namelijk basisisolatie en vergaande isolatie. In de tabel hieronder zijn de maatregelen weergegeven die horen bij deze isolatieniveaus:

Tabel 2: Isolatieniveau 's

Mate van Isolatie	Maatregelen ³
Basisisolatie	Isolatie van vloer, spouwmuur, binnenkant dak, HR+++ glas, kieren dichten en toepassen van mechanische ventilatie ³ .
Vergaande isolatie	Isolatie van vloer, buitengevel en buitenkant dak, nieuwe kozijnen met HR+++ glas, ventilatie met warmteterugwinning ³ .

Door ingrepen gelijktijdig uit te voeren met gepland onderhoud en renovatie, zullen dubbele kosten vermeden kunnen worden. Vanwege deze fasering zal het bij een groot deel van de gebouwde omgeving daarom tien tot twintig jaar duren voordat het niveau van verregaande isolatie wordt behaald. Spoedig beginnen met isoleren is daarom essentieel, onafhankelijk van het alternatief voor aardgas dat er in een wijk of woning komt.

2. Het tweede effect is voor de ontwikkeling van een collectieve warmtevoorziening zo mogelijk nog belangrijker. Welk onderscheid in verwarmingstemperaturen kan worden gemaakt:
 - o **90°C:** Veel bestaande en nog niet gerenoveerde (geïsoleerde) woningen hebben dit temperatuurniveau nog nodig om de woning comfortabel en op temperatuur te houden.
 - o **70°C:** Deze temperatuur is geschikt voor woningen die oorspronkelijk zijn ontworpen voor 90°C maar daarna zijn voorzien van basisisolatiemaatregelen (schillabel B-niveau). De beschikbare temperatuur is voldoende voor het doden van de legionella bacterie in het warm tapwater. Er is dus geen aanvullende voorziening nodig voor de levering van warm tapwater in de woning. Nadat de warmte is afgegeven aan de woning gaat het met een temperatuur van circa 40°C terug naar de collectieve opwekinstallatie.
 - o **40°C:** De zeer goed geïsoleerde nieuwbouwwoningen (BENG 1 niveau) kunnen comfortabel met deze temperatuur verwarmd worden. Voor warm tapwater is dan wel een aanvullende voorziening nodig. De warmteafleverset zal dan uitgebreid moeten worden met een boostervoorziening, die de temperatuur naar minimaal 55°C verhoogt om de legionella bacterie te doden. Nadat de warmte is afgegeven aan de woning gaat het met een temperatuur van circa 20°C terug naar de collectieve opwekinstallatie.

Onderstaande tabel geeft aan wat de temperatuur en warmtevraag is bij de verschillende isolatieniveaus.

Tabel 3: Relatie tussen isolatieniveaus, temperatuur en warmtevraag

Mate van isolatie	Benodigde temperatuur	Warmtevraag ruimteverwarming	Warmtevraag tapwater	Aedes Scenario (woningcorporaties)
Basisisolatie	55°C - 70°C	45 – 70 kWh/m ²	15 – 25 kWh/m ²	Maximaal isoleren binnen de bestaande schil
Vergaande isolatie	35°C – 55°C	20 – 45 kWh/m ²	15 – 25 kWh/m ²	BENG1-isolatie

³ Meer informatie over deze maatregelen op www.milieucentraal.nl.

Het isoleren met basismaatregelen zorgt voor een acceptabele besparing van de warmtevraag en biedt tegelijkertijd de mogelijkheid om met een grotere diversiteit aan duurzame bronnen de panden te verwarmen. In de volgende paragraaf wordt dit nader toegelicht.

De Slinger, Ons Huis en De Woonmensen zijn respectievelijk nieuw gebouwd of vrij recent gerenoveerd. Het isolatieniveau is daardoor al op peil en het warmteverbruik zal waarschijnlijk niet veel meer afnemen. In het vervolgtraject van dit onderzoek zou onderzocht moeten worden of en op welke manier deze panden kunnen worden voorzien van warmte met een temperatuur van maximaal 70°C.

Bij de andere vier potentiële afnemers zijn wel besparingen door het aanbrengen van isolatiemaatregelen te behalen. Op basis van het bebouwd oppervlak uit het kadaster ontstaat het volgende beeld:

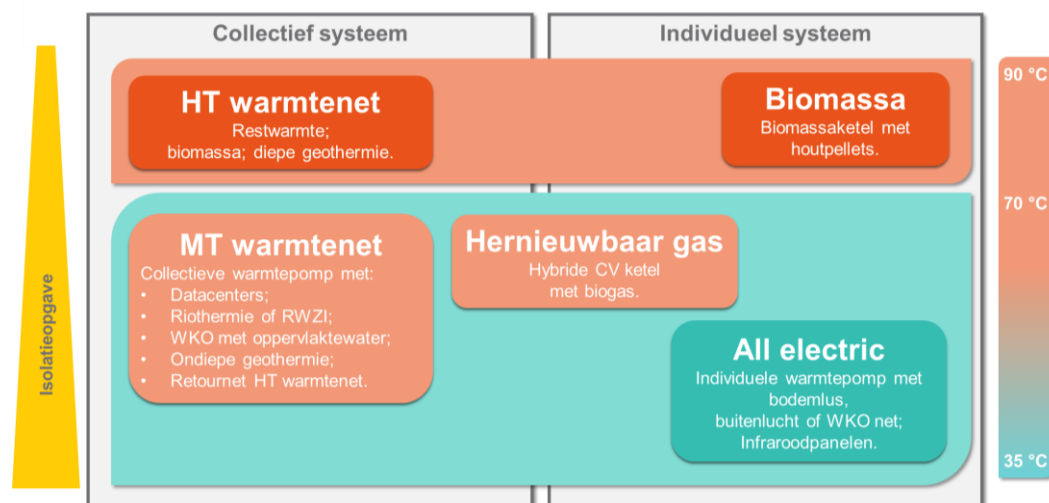
Tabel 4: Warmtevraagbeperking na isolatie

Naam	Oppervlakte	Huidig	Toekomst	Toekomst
Casa Bonita	14.646 m ²	220 kWh/m ²	160 kWh/m ²	8.436 GJ
Jacobus Fruytierschool	11.763 m ²	90 kWh/m ²	65 kWh/m ²	2.753 GJ
Veenkamp	3.545 m ²	191 kWh/m ²	140 kWh/m ²	1.786 GJ

Deze getallen stroken niet met de verwachtingen cf. woningen of zoals af te leiden valt uit de ISSO-publicatie 7. Ook dit zal verder onderzocht moeten worden in een eventueel vervolgtraject.

4.2 Warmteaanbod

De keuze voor een aardgasvrij alternatief voor de warmtevoorziening bij de betreffende kansrijke gebruikers en het overige vastgoed in Kerschoten is beperkt. In figuur 5 staan de opties die op dit moment voorhanden zijn. In het overzicht is een scheiding gemaakt tussen collectieve en individuele oplossingen. Ook is voor iedere oplossing aangegeven wat de mogelijke aanvoertemperatuur is van het alternatief. Die aanvoertemperatuur is gerelateerd aan het niveau van isoleren dat wordt gekozen voor het betreffende vastgoed zoals ook in de vorige paragraaf is behandeld.



Figuur 5: Aardgasvrije alternatieven voor de warmtevoorziening

Zoals blijkt uit de figuur zijn de opties om alternatieven met een temperatuur boven de 70° toe te passen zeer beperkt. Gevoelsmatig kan worden aangenomen dat de warmtetransitie daarmee niet gerealiseerd zal worden. Het is aan te bevelen om, als een isolatieprogramma voor Kerschoten succesvol kan worden opgezet, in te zetten op een

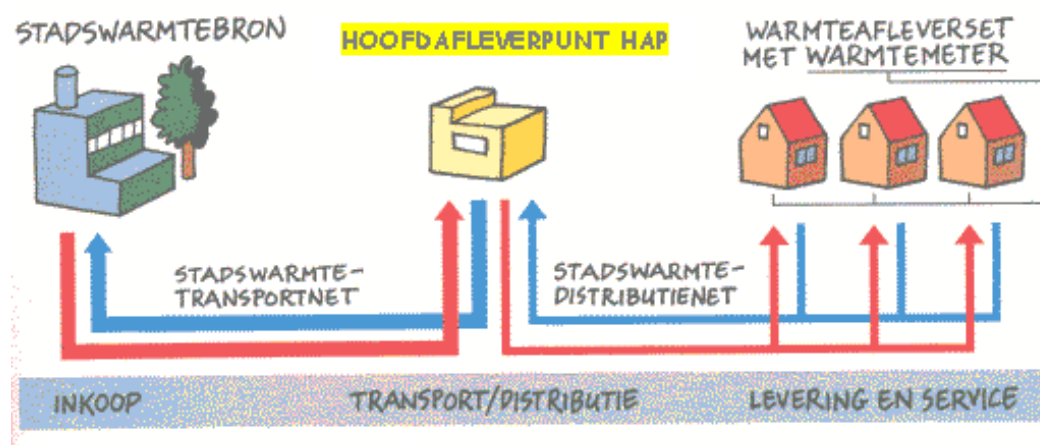
gemeenschappelijk uitgangspunt voor de bronnen van een collectieve warmtevoorziening. Hierbij richten op bronnen die een bijdrage kunnen leveren aan een warmtenet met een aanvoertemperatuur die ligt tussen 55°C-70°C.

In onderstaande tabel staan verschillende bronopties met een aanvoertemperatuur van 70°C en een retourtemperatuur van 40°C met bijhorende warmte-opwekinstallatie en schaalgrootte voor een collectieve warmtevoorziening.

Optie	Schaal	Bron	Warmte-opwek
1	> 2.000 tot 3.000 woningen	Regionaal warmtenet (mix van opties 2-7*)	Mix van 2-7
2		Diepe geothermie	Bronpompen
3	> 200 tot 400 woningen	Retournet diepe geothermie	Bronpompen en warmtepompen
4	> 1.000 tot 2.000 woningen	Ondiepe geothermie	
5		Houtachtige biomassa	Ketels of WKK**
6	> 300 tot 500 woningen	Biogas of hernieuwbaar gas	
7	> 200 tot 400 woningen	Oppervlaktewater ***	Bronpompen en warmtepompen
8	> 50 tot 150 woningen	Buitenlucht	Buitenunit en warmtepompen

(*) Inclusief hoogwaardige restwarmte uit industrie/ afvalverbranding en gasturbines (**) Een WKK (warmtekrachtkoppeling) produceert elektriciteit, bij dit proces komt restwarmte vrij. Deze warmte is de warmtebron van het warmtenet (***) Of andere laagwaardige warmtebronnen zoals laagwaardige restwarmte, zonthermie, datacenters, riothermie, effluentwater, RWZI, drinkwater- en rivierwaterleidingen etc.

De resulterende warmteketen is geïllustreerd in figuur 6. Het marktmodel voor collectieve warmte is niet bij wet gesplitst zoals dat het geval is bij elektriciteit en gas. Het kan dus zijn dat de warmtebron, het transportnet, het distributienet en de warmtelevering bij afnemers in handen zijn van verschillende partijen. Een partij als Alliander DGO vervult alleen de rol van netbeheerder, hier dus het beheer over het transport- en of het distributienet, terwijl Ennatuurlijk alle onderdelen integraal beheert. Als er meerdere partijen actief zijn in de warmteketen moeten de onderlinge verhoudingen worden geregeld in bilaterale overeenkomsten. Als er afnemers zijn die onder de Warmtewet vallen, zie hoofdstuk 3, zal de warmteleverancier dus contractueel zeker moeten stellen dat die aan de betreffende verplichtingen kan voldoen.



Figuur 6: De warmteketen (bron: Teus van Eck)

Er ontstaat een bijzondere situatie als er sprake moet zijn van een open transport- of distributienet⁴. Dat houdt in dat er meerdere leveranciers en/of meerdere warmtebronnen (met verschillende eigenaars) actief zijn op het warmtenet. Dat kan natuurlijk alleen als

⁴ <https://www.allianderdgo.nl/nl/veelgestelde-vragen-open-warmtenetten>

de warmteketen is gesplitst en er een netbeheerder is die verantwoordelijk is voor het koppelen van de juiste warmtebron aan de juiste warmteleverancier. Hier zijn echter natuurkundige beperkingen die een drempel vormen voor een juiste werking. In Nederland is er om die reden nog geen sprake van een open warmtenet met meerdere warmteaanbieders en -leveranciers. Alhoewel er uiteraard een nadrukkelijke wens is van keuzevrijheid, is het stellen van een open warmtenet als eis voor Kerschoten een te hoge drempel in dit stadium die realisatie op korte termijn in de weg zal staan.

Indien er een collectieve warmtevoorziening ontwikkeld gaat worden, is een duurzame warmtebron nodig met bijhorende warmte-opwekinstallatie. Welke warmtebronnen daadwerkelijk warmte kunnen gaan leveren aan een warmtenet, is sterk afhankelijk van de schaalgrootte, de ontwikkelingssnelheid, de stand van de techniek, kostprijsontwikkelingen, de mate van duurzaamheid en de beschikbaarheid van de diverse bronnen op de locatie. Bij de RWZI heeft Ennatuurlijk al een bron voor de warmtelevering aan Zuidbroek. Dat betreft een warmtekrachtinstallatie op gas uit het vergistingsproces van de RWZI aangevuld met twee biomassa (hout) ketels en een aardgasgestookte piekketel. Deze installaties leveren de warmte aan de wijk Zuidbroek met een temperatuur van 70°C.

Uit diverse studies is gebleken dat een aardgasvrije collectieve warmtevoorziening een passende oplossing is voor Kerschoten. De Warmtekansenkaart Apeldoorn, een recente studie van CE Delft, geeft echter de elektrische warmtepomp voor Kerschoten als een robuuste oplossing. CE Delft geeft in haar rapportage aan dat de bron die voorhanden is in Kerschoten, Thermische Energie uit Afvalwater uit de RWZI niet is onderzocht. In dat opzicht kan dit rapport als aanvulling op de warmtekansenkaart worden gezien.

Uit de gesprekken is duidelijk geworden dat het waterschap momenteel een afspraak heeft met Ennatuurlijk voor een inspanningsverplichting om 30.000 GJ per jaar te leveren. Het waterschap geeft daarnaast aan dat meer restwarmte, orde grootte 15.000 GJ beschikbaar is als daar afzet voor is. Verder zou een warmtepompinstallatie op basis van het effluent van de RWZI en met een vermogen van 1,5 MWth zo'n 23.000 GJ kunnen leveren uitgaande van een typisch jaarprofiel. Ook Ennatuurlijk geeft aan dat zij geen problemen verwacht om vanaf de locatie bij de RWZI meer warmte te kunnen produceren met extra biomassa.

Er zijn in het verleden de volgende opties verkend:

1. Warmte onttrekken aan de rookgassen van de reeds aanwezige biogasmotoren (15.000 GJ)
2. Warmteopwek van 70°C met behulp van een 1,5MWth warmtepomp waarbij warmte uit het 'effluent'⁵ benodigd is. Een dergelijke warmtepompinstallatie zou zo'n 23.000 GJ kunnen leveren uitgaande van een typisch jaarprofiel.

De ontwikkeling van een collectieve warmtevoorziening voor (een deel van) Kerschoten is mogelijk met deze aardgasvrije warmtebron. In een eventueel vervolgtraject zal, afhankelijk van de scope van het warmtenet, een bronnenstrategie ontwikkeld moeten worden. Deze bronnenstrategie zal dan ook rekening moeten houden met de invloed van de eventuele ontwikkeling van een warmtenet voor Apeldoorn Noord. Het is reeds eerder door TNO⁶ onderzocht dat er voldoende effluent stroom aanwezig is voor de opwek van 10MWth aan warmte.

⁵ Het gezuiverde water dat naar de IJssel wordt afgevoerd.

⁶ TNO-rapport 2006-A-R0277/B Verkenning van de haalbaarheid van warmtelevering vanuit de RWZI effluent leiding in Apeldoorn Noord II



Financiële analyse

Zoals benoemd, moet het onderzoek zich richten op de zes kansrijke gebruikers met een doorkijk naar een warmtenet voor heel Kerschoten. Op basis hiervan zijn vier scenario's voor een warmtenet verkend. Als basisscenario is gekozen voor het aansluiten van de zes kansrijke afnemers op een warmtenet met een temperatuur van 70°C. Bij een eerste beschouwing werd snel duidelijk dat drie kansrijke gebruikers, te weten Casa Bonita, de Jacobus Fruytierschool en Ons Huis redelijk dicht bij elkaar zijn geclusterd naast de RWZI. Het aansluiten van deze drie afnemers vormt het tweede scenario. Het derde scenario is ontstaan vanuit de doorkijk naar een warmtenet voor Kerschoten maar met de gedachte dat het gemakkelijker is om te praten met vastgoedeigenaren met veel eigendom in Kerschoten, de woningcorporaties, dan met individuele woningeigenaren. Tot slot bekijken we een warmtenet voor heel Kerschoten waarbij ook deze particuliere woningeigenaren zijn meegenomen.

Scenario	Beschrijving	# weq ⁷
A	Zes grote afnemers	1.028
B	Drie grote afnemers op eerste deel tracé	634
C	Zes grote afnemers en al de corporatiewoningen in Kerschoten	2.012
D	Zes grote afnemers en heel Kerschoten	3.736

Voor iedere business case berekening is het van belang om de investeringen en de ingaande en uitgaande kasstromen te bepalen als input voor de berekening. Die input en output is voor elke stakeholder anders. Voor elk scenario is de business case daarom op basis van kengetallen berekend vanuit het perspectief van zowel de gebruiker, het warmtebedrijf, en de vastgoedeigenaar. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Input is gebaseerd op kengetallen in het model van Over Morgen. Deze zijn getoetst aan referentieprojecten maar kunnen afwijken van de specifieke situatie in Kerschoten (de belangrijkste kengetallen zijn weergegeven in bijlage 2)
- Gebruikers betalen voor de geleverde warmte niet meer dan voor het aardgas alternatief betaald zou worden
- De investeringen aan de panden c.q. woningen worden gedaan door de eigenaren van de panden, de vastgoedeigenaren

In een eventueel vervolgtraject zal moeten worden onderzocht of bovengenoemde uitgangspunten houdbaar zijn.

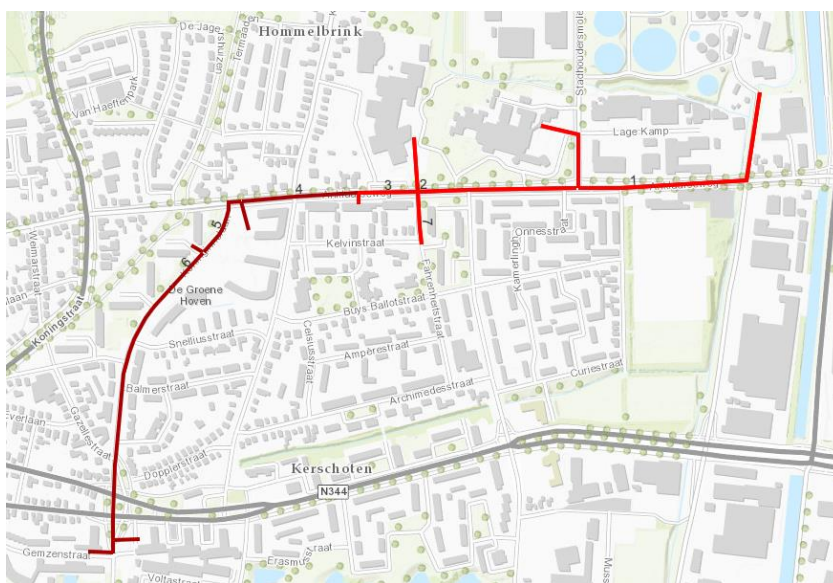
5.1 Analyse vier scenario's

Scenario A, zes grote afnemers

Voor het warmtebedrijf is de investering die gedaan moet worden om de zes potentiële afnemers aan te sluiten rendabel. De appartementen van Ons Huis en de nieuwbouw van de Slinger zijn al op een dusdanig isolatieniveau dat ze waarschijnlijk met 70°C verwarmd kunnen worden. Van de flatgebouwen van Ons Huis is bekend dat er een collectieve voorziening aanwezig is. Deze zouden dus op moment van vervanging of grote vervangingsinvesteringen kunnen worden overgezet. De aanpassingen in de woningen zullen naar verwachting beperkt zijn. Bij Casa Bonita en de Veenkamp staat een grootschalige renovatie gepland. Indien hier direct rekening gehouden wordt met een collectieve warmtevoorziening, zullen de kosten voor het daadwerkelijk aansluiten minimaal zijn. De Jacobus Fruytierschool heeft al een ketelhuis dat kan worden gebruikt

⁷ Aantal woningequivalenten na vraagbeperking door isolatiemaatregelen, 22 GJ/jaar per woning

voor een aansluiting op het warmtenet. Wat betreft de isolatie is alleen bekend dat het dak onlangs is geïsoleerd. Over verdere isolatie zijn geen gegevens bekend. Bij de flats van de Woonmensen zijn grootschalige aanpassingen noodzakelijk om over te kunnen schakelen op verwarming met het warmtenet. De woningen hebben individuele aardgasgestookte cv-ketels welke vervangen moeten worden door een nieuw warmteafgiftesysteem⁸. Daarnaast is de isolatiegraad niet voldoende voor verwarming op 70°C. De totale warmtevraag na deze isolatiemaatregelen bedraagt circa 22.600 GJ. De beschikbare warmte van het RWZI lijkt voldoende om hierin te voorzien. Er zijn in dit scenario daarom geen additionele warmtebronnen nodig.



Figuur 7: Onderzochte tracé scenario A, vanaf de RWZI tot aan de Veenkamp

Indien de aanpassingen op natuurlijke momenten uitgevoerd worden, zoals bij gepland onderhoud of renovatie liggen de meerkosten het laagst. Er dient daarom tijdig duidelijkheid te komen over de kans op een collectieve warmtevoorziening. Vastgoedeigenaren kunnen zich dan al voorbereiden door basisisolatie toe te passen (schillabel niveau-B), over te gaan op elektrisch koken en indien er reeds een collectief warmtesysteem aanwezig is, niet over te stappen op individuele ketels. Indien er zou worden gekozen voor verwarming met een individuele warmtepomp, dienen er vergaande isolatiemaatregelen genomen te worden. De kosten voor de vastgoedeigenaar om een matig geïsoleerde woning vergaand te isoleren liggen een factor 3 tot 5 hoger dan isoleren naar schillabel niveau-B.

Een bijdrage van de vastgoedeigenaren voor de aansluitkosten op het warmtenet is benodigd om de aanleg en exploitatie van het warmtenet rendabel te maken voor het warmtebedrijf. In dit scenario is een totale bijdrage nodig van circa €1,2 miljoen op een totale investering van het warmtebedrijf van €3,7 miljoen.

De gebruiker gaat er in dit basisscenario iets op vooruit. Door de lagere energievraag zal de energierekening afnemen. Daarnaast neemt het comfort toe door de beter geïsoleerde woning. De vastgoedeigenaar kan er voor kiezen om een deel van de investeringen in isolatie door te berekenen aan de gebruiker. Dit is in deze analyse niet meegenomen.

Het voorgestelde tracé gaat over de Anklaarseweg en de Koninginnelaan. Bij een eerdere inventarisatie is het aanleggen van een warmtenet langs de Koninginnelaan als problematisch geïdentificeerd. Indien gekozen wordt voor een ander en langer tracé komt de business case voor het warmtebedrijf onder druk te staan.

⁸ De blokverwarmingsleidingen zijn wel intact gelaten.

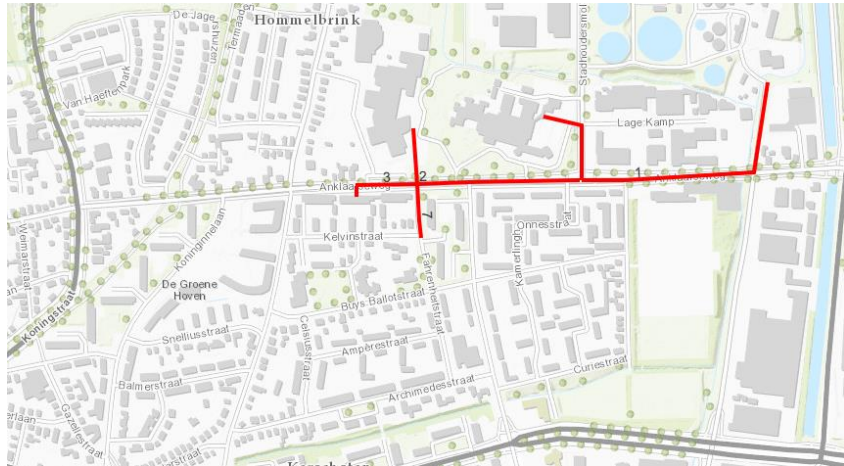
Partij	Business case	Toelichting
Warmtebedrijf		Rendabele investering, inkomsten warmte afname wegen op tegen kosten van de aanleg van de infrastructuur.
Vastgoedeigenaar		Business case sterk afhankelijk van huidige isolatiegraad vastgoed en de mogelijkheid investeringen op natuurlijke momenten te doen.
Gebruiker		De gebruiker gaat er iets op vooruit door een verlaging van de warmtevraag en lagere energierekening. Het comfort neemt toe.

Scenario B, drie grote afnemers

In dit scenario worden enkel Casa Bonita, de Jacobus Fruytierschool en de zes flats van Ons Huis aangesloten op het warmtenet (de eerste drie grote afnemers op het tracé). Hiermee zou een begin gemaakt kunnen worden met een warmtenet dichtbij de RWZI en zijn er slechts drie partijen waar afspraken over afnamegarantie mee gemaakt dienen te worden om te kunnen starten. Voor dit scenario lijkt de beschikbare warmte van de RWZI ruim voldoende en zijn er dus geen additionele warmtebronnen nodig. Daarnaast is dit tracé langs de Anklaarseweg eenvoudiger aan te leggen dan het langere tracé dat doorloopt langs de Koninginnelaan.

De aanpassingen aan het vastgoed van Casa Bonita, de Jacobus Fruytierschool en de zes flats van Ons Huis blijft hetzelfde als in het basisscenario. De business case voor de vastgoedeigenaar en de gebruikers blijft onveranderd. De aanleg en exploitatie van het warmtenet wordt meer rendabel voor het warmtebedrijf. Dit is daarom een interessante optie om verder te onderzoeken. De bijdrage in de aansluitkosten komt ook lager te liggen, op circa €150.000 bij een investering van het warmtebedrijf van €1,9 miljoen.

Er kan voor worden gekozen om het warmtenet in eerste instantie alleen voor deze drie afnemers aan te leggen, maar er wel al rekening mee te houden en voor te bereiden om een eventuele toekomstige verlenging naar de andere drie grote afnemers te realiseren. Hiervoor dienen leidingen van een grotere diameter aangelegd te worden, waardoor de investering circa 10% hoger uitvalt. De business case voor het warmtebedrijf is dan echter nog steeds positief en het netwerk is beter voorbereid om een eventuele uitbreiding in de toekomst mogelijk te maken. Een natuurlijk moment hiervoor zou kunnen zijn wanneer er grootschalige renovatie is bij de Woonmensen en/of de Koninginnelaan afgesloten wordt voor onderhoud.



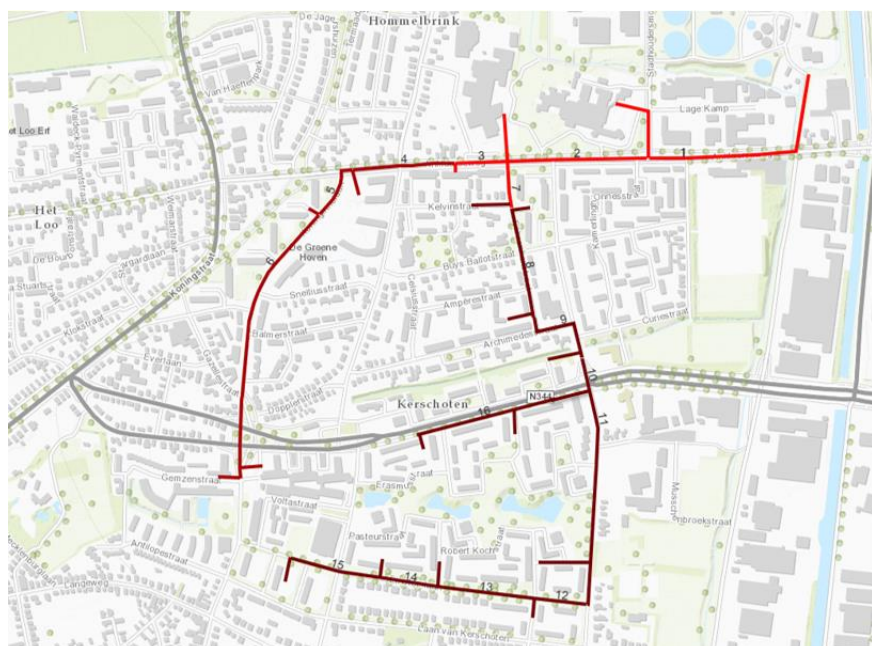
Figuur 8: Tracé scenario B, vanaf de RWZI tot aan de flats van Ons Huis

Scenario C, zes grote afnemers en al de corporatiewoningen in Kerschoten

Verdere uitbreiding van het warmtenet is een mogelijke optie voor de toekomst. In dit scenario wordt gekeken naar het vastgoedbezit van woningcorporaties in Kerschoten. Door alle woningcorporatiewoningen in Kerschoten aan te sluiten op het warmtenet neemt de afzet voor warmte aanzienlijk toe. Circa de helft van de corporatiewoningen in Kerschoten is grondgebonden, waarvan de aansluitkosten hoger liggen dan bij hoogbouw. De business case voor het warmtebedrijf is hierdoor minder positief dan in het basisscenario.

Voor de woningcorporaties, als vastgoedbezitters, is het van belang om de isolatie naar schillabel niveau-B te brengen, en zodoende voor te bereiden op verwarming met een temperatuur van 70°C. Door dit op natuurlijke momenten en grootschalig te doen, kunnen de kosten voor de woningcorporaties beperkt worden.

Na beperking van de warmtevraag door isolatiemaatregelen blijft een warmtevraag over van circa 44.300 GJ. Dit is meer dan het te verwachten warmteaanbod van restwarmte en de warmtepomp bij het RWZI. In combinatie met de biomassaketel en piekketel op aardgas zal wel in de volledige warmtevraag voorzien kunnen worden. Er dient verder onderzocht te worden of dit past of dat aanvullende warmtebronnen nodig zijn.



Figuur 9: Tracé scenario C en D, aftakking hoofdnet naar het zuiden van Kerschoten

Scenario D, zes grote afnemers en heel Kerschoten

Het laatste scenario dat is onderzocht is het aansluiten van alle woningen in Kerschoten op het warmtenet. Hierdoor neemt de warmteafzet verder toe, maar ook de benodigde infrastructuur. Het aandeel grondgebonden woningen is hoger dan in de andere scenario's, wat ten nadele komt van de business case voor het warmtebedrijf.

Voor de verschillende vastgoedbezitters, particulieren en woningcorporaties, is de opgave hetzelfde. Isoleren naar een schillabel niveau-B.

De totale warmtevraag is met 82.200 GJ hoger dan de beschikbare warmte vanuit het RWZI. Hierdoor wordt het aandeel van de gaspiekkel en biomassa ketel meer dan de helft van de totale warmtevraag. Voor dit scenario zijn daarom één of meerdere aanvullende warmtebronnen benodigd.

5.2 Vergelijking scenario's

Businesscase warmtebedrijf

Uitgangspunt bij het opstellen van de businesscase is dat de gebruiker niet meer gata betalen dan de situatie met verwarming met behulp van aardgas. De businesscase voor de gebruiker is daarom voor elk scenario. De businesscase van de vastgoedeigenaar is vervolgens sterk afhankelijk van de huidige isolatiegraad en de mogelijkheid om investeringen te combineren met natuurlijke momenten. De businesscase van het warmtebedrijf tot slot verschilt per scenario, wat in onderstaande tabel verder wordt weergegeven:

Tabel 5: Vergelijking businesscases warmtebedrijf

Partij	Business case warmtebedrijf
Scenario A (basisscenario)	
Scenario B	
Scenario C	
Scenario D	

Scenario B laat de meest gunstige business case voor het warmtebedrijf zien. De investering in infrastructuur is beperkt en de afname door de drie grote gebruikers is relatief hoog. Uitbreiding van het warmtenet met alle corporatiewoningen en heel Kerschoten maakt de business case minder aantrekkelijk voor het warmtebedrijf. Het aandeel grondgebonden woningen, welke duurder zijn om aan te sluiten, ligt hoger dan in het basisscenario en scenario B. Dit heeft ook invloed op de benodigde aansluitbijdrage voor vastgoedeigenaren om de aanleg en exploitatie van het warmtenet rendabele te maken voor het warmtebedrijf. De aansluitbijdrage is voor alle scenario's op € 1050,- gesteld. Dit vertaalt zich in een verschillende rendabiliteit voor het warmtebedrijf.

De investeringen die zijn gebruikt voor de businesscase berekening staan in tabel 6. Het betreft de investeringen in het hoofdwarmtenet, het distributienet en de aansluitingen. Verder zijn de eenmalige inkomsten van het warmtebedrijf, de bijdrage aansluitkosten, en het totaal van de inkomsten van de verkoop van warmte opgenomen in de tabel. Onder de totale kosten vallen de operationele kosten van het warmtebedrijf de inkoop van warmte, overhead, onderhouds- en administratieve kosten, maar ook kosten als afschrijving, rente en belasting. De prijs die afnemers betalen voor warmte is gekoppeld aan de gasprijs. De stijging van de gasprijs is gebaseerd op cijfers uit het Klimaatakkoord op hoofdlijnen (juli 2018). Zowel de inkomsten als de totale kosten van het warmtebedrijf zijn verdisconteerd over een periode van 30 jaar. De kengetallen waarop dit gebaseerd is zijn terug te vinden in bijlage 2.

Tabel 6: Investerings per scenario (in miljoenen euro)

Scenario	Warmtenet	Aansluitingen	Bijdrage aansluitkosten	Totale kosten warmtebedrijf	Inkomsten warmtebedrijf	IRR
A	2,0	1,7	1,1	24,4	27,9	5,2%
B	0,9	1,0	0,7	14,4	17,1	7,4%
C	2,3	5,6	2,1	46,3	53,5	5,0%
D	2,4	12,3	3,9	85,0	98,0	4,8%

De internal rate of return (IRR) geeft de disconteringsvoet weer waarbij de opbrengsten en uitgaven van het warmtebedrijf over een periode van 30 jaar gelijk zijn, oftewel het rendement over alle kasstromen verspreid over een periode van 30 jaar. Aangenomen is dat het bij een IRR van meer dan 5,0% interessant wordt voor een warmtebedrijf om te investeren. Het zal per warmtebedrijf verschillen of dit rendement inderdaad past bij de risico's.

Kosten overdimensionering

Er kan worden gekozen om met een kleiner warmtenet te starten en in de dimensionering van de leidingen rekening te houden met een mogelijke toekomstige uitbreiding. Hierdoor is de initiële investering voor het warmtenet hoger, maar kan het warmtenet wel eenvoudig uitgebreid worden naar een groter afzetgebied. Hieronder staan de extra investeringen en het percentage van de extra investeringen ten opzichte van investering zonder voorbereiding op toekomstige uitbreiding.

Starttracé scenario	Extra investering bij voorbereiding scenario		
	A	C	D
A	x	€ 373.100 (10%)	€ 447.900 (12%)
B	€ 165.850 (9%)	€ 478.850 (25%)	€ 553.650 (29%)
C	x	x	€ 74.800 (2%)

Wanneer het warmtenet in het basisscenario (scenario A) gedimensioneerd wordt op de mogelijk toekomstige uitbreiding met al de corporatiewoningen (scenario C) zal de investering voor het warmtebedrijf circa 10% hoger liggen. Indien gestart wordt met scenario B, in voorbereiding op scenario C, is deze extra investering 25% van de totaal benodigde investering voor het warmtenet in scenario B. Het is daarom van groot belang om zo snel mogelijk duidelijkheid te hebben over welke partijen warmte zouden willen afnemen van het warmtenet.

Warmtelevering bronnen en CO₂ emissies

Het warmtenet dient door verschillende warmtebronnen te worden gevoed. Het RWZI kan voorzien in twee bronnen; restwarmte uit de rookgassen en de warmte uit het effluent welke door middel van een warmtepomp wordt opgewaardeerd. Naast deze bronnen worden biomassaketels en een aardgas gestookte ketel ingezet. Tabel 7 geeft aan welk aandeel elke warmtebron heeft in de totale jaarlijkse warmtevraag voor ieder scenario. De configuratie is opgesteld op basis van een realistische inschatting maar blijft indicatief. Bij een vervolg van dit project is verdere verdieping nodig.

Tabel 7: Inzet per born en per scenario (GJ per jaar)

Scenario	Restwarmte	Effluent met warmtepomp	Piekketel aardgas	Biomassaketel
A	13.305 GJ	7.983 GJ	5.322 GJ	0 GJ
B	8.202 GJ	4.921 GJ	3.281 GJ	0 GJ
C	15.000 GJ	23.000 GJ	10.416 GJ	3.666 GJ
D	15.000 GJ	23.000 GJ	19.337 GJ	39.350 GJ

Er is rekening gehouden met een warmteverlies in het warmtenet van 15%. Verder is er naast de basislast warmte uitgegaan van een warmtevraag in pieksituaties van minimaal 20% van de jaarlijkse warmtevraag. Deze warmte wordt middels een aardgasgestookte piekketel wordt ingevuld. Naast de gaspiekketel wordt een biomassaketel ingezet indien de restwarmte uit de rookgassen en de warmtepomp van het RWZI niet voldoende warmte kunnen leveren.

Per scenario is ook bepaald wat de CO₂ reductie is ten opzichte van de situatie waarbij basis isolerende maatregelen zijn aangebracht. Deze isolerende maatregelen kunnen zorgen voor een verlaging van de totale warmtevraag met circa 20%. De kengetallen⁹ welke gehanteerd zijn voor de CO₂ berekening staan in bijlage 2. Het gebruik van aardgas voor de piekproductie kan tot slot in de toekomst mogelijk worden ingevuld met extra biogas of groen gas waarmee de CO₂ reductie groter wordt. Dit is in deze analyse niet meegenomen.

Tabel 8: CO₂-besparing per scenario

Scenario	CO ₂ uitstoot aardgas na isolatie	CO ₂ warmtenet	CO ₂ reductie (%)
A	1.341 ton	643 ton	697 ton (52%)
B	826 ton	397 ton	430 ton (52%)
C	2.624 ton	1.435 ton	1.188 ton (45%)
D	4.871 ton	2.397 ton	2.474 ton (51%)

Kosten maatregelen aardgasvrije verwarming

Voor de inschatting van de kosten van de isolatiemaatregelen is gekeken naar de type woningen en de huidige warmtevraag. Op basis hiervan is een inschatting gemaakt welke van de volgende maatregelen er nodig zijn:

- Vloerisolatie
- Spouwmuurisolatie
- Binnenkant dak
- HR+++ glas
- Dichten van kieren
- Toepassen van mechanische ventilatie
- Elektrische kookplaat
- Aanpassen afgiftesysteem

De gemiddelde ingeschatte kosten per woning zijn circa €12.000. De totale kosten van aanpassingen aan de woningen zijn weergegeven in onderstaande tabel:

Scenario	Isolatiemaatregelen
A	€10,5 miljoen
B	€5,2 miljoen
C	€18,6 miljoen
D	€31,5 miljoen

Deze maatregelen dienen zoveel mogelijk te worden gecombineerd met natuurlijke momenten. Dat zijn momenten waarop onderhoud plaats vindt.

⁹ Gegevens van: Ketenenmissies warmtelevering, CE Delft 2016
(https://www.ce.nl/publicatie/ketenemissies_warmtelevering/1776)



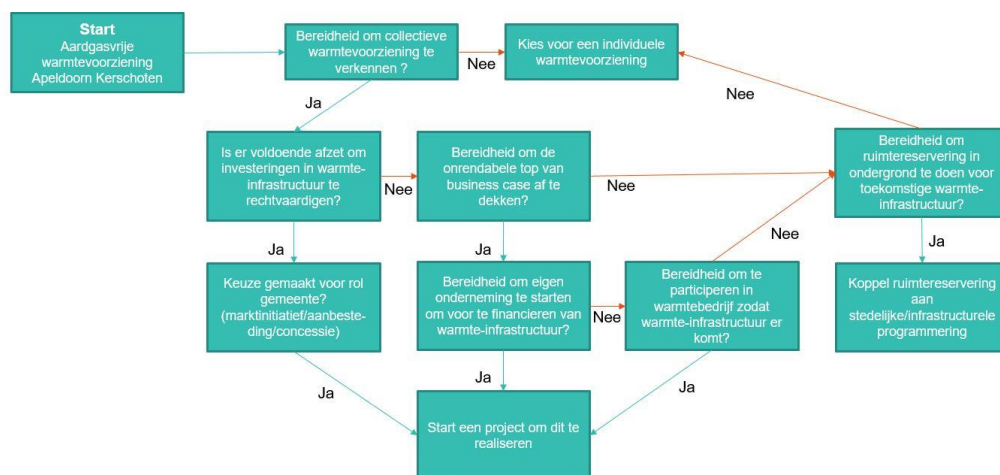
Vervolgproces

In een eventueel vervolgproces zullen de elementen uit dit onderzoek in de praktijk letterlijk en figuurlijk bij elkaar gebracht moeten worden. De ontwikkeling van een warmtenet en de haalbaarheid daarvan ontstaat op het snijvlak van techniek, financiën, organisatie, planning en sociaal-maatschappelijk zaken. Een warmtenet is bovendien een energie-infrastructuur die decennia lang moet zorgen voor een betrouwbare en betaalbare warmtelevering. Het vraagt om een zorgvuldige projectaanpak die zowel gericht is op een doelmatig en efficiënte realisatie als op wenselijkheid bij de stakeholders. De elementen van zo'n aanpak staan in figuur 9.



Figuur 10: Elementen voor wijkuitvoeringsplan

Alvorens in het diepe te duiken is het aan te bevelen om te verkennen of er daadwerkelijk sprake kan zijn van een project in het warmteprogramma van Apeldoorn. De beslisboom uit figuur 10 kan daarbij als leidraad worden genomen.



Beslisboom gemeente Apeldoorn collectieve warmtevoorziening

Figuur 11: Beslisboom warmtenet Kerschoten

Ten aanzien van de rol van de gemeente in de beslisboom heeft zij op hoofdlijnen de volgende opties:

- **Faciliteren:**

Dat is het geval bij een marktinitiatief. De gemeente waardeert het initiatief en faciliteert de initiatiefnemer in het leggen van zowel interne als externe contacten. De gemeente handelt hier in bestaande structuren en zal in geen geval een voorkeur uitspreken als er een concurrerende partij verschijnt. Mocht de initiatiefnemer een barrière ondervinden die vanuit de markt niet te slechten is, zou de gemeente zich garant kunnen stellen voor bijvoorbeeld een minimaal aantal aansluitingen.

- **Participeren:**

De gemeente kan met één of meerdere partijen in een PPS samenwerken om een warmtenet te realiseren. In het extreme geval zou de gemeente ook zelf een warmtebedrijf kunnen beginnen.

- Reguleren:

De gemeente ziet een maatschappelijk belang in de ontwikkeling van een collectieve warmtevoorziening en besteedt een concessie (het exploitatierecht, voor die voorziening) aan. De gemeente maakt hierbij gebruik van marktwerking door eenduidig en voor alle partijen dezelfde voorwaarden te scheppen. De gemeente is in staat om voorwaarden en criteria te stellen aan de voorziening maar loopt geen exploitatierisico. Dat ligt namelijk volledig bij de concessiepartij.

Vanuit een faciliterende rol kan een gemeente verschuiven naar een participerende of regulerende rol zolang er geen bindende afspraken zijn gemaakt. Een verschuiving andersom is lastiger gezien de bindende afspraken die kenmerkend zijn voor deze rollen. Op het moment dat duidelijk wordt dat de rol inderdaad verschuift naar een regulerende rol, wordt het van belang dat de gemeente er voor waakt om bepaalde partijen een kennisvoorsprong te geven vanuit haar eerdere rollen. Het is verstandig hierover vooraf met elke partij waarmee wordt gesproken al afspraken te maken (eigendom en transparantie van kennis en stukken).

De elementen uit figuur 9 en de beslisboom uit figuur 10 kunnen worden gestructureerd met een gefaseerde aanpak. De verschillende fases moeten een duidelijk omlijnd kader hebben met vooraf geformuleerde concrete resultaten. In hoofdlijnen is het traject in drie hoofdfases in te delen:

1. Verkenningfase:

Deze fase moet antwoord geven op de vraag of er voldoende commitment is voor een project en wat de scope is, te markeren met een intentieovereenkomst tussen direct betrokken partijen op basis van een schetsmatig uitwerking van de elementen uit figuur 9. Deze kunnen vervolgens als werklijnen worden beschouwd. Belangrijk om te vermelden is dat de scope in deze fase dus bepalend zal zijn voor de toekomstige warmtevoorziening van Kerschoten. Beperkt het warmtenet zich tot een aantal afnemers of wordt heel Kerschoten voorzien van een warmtenet.

2. Initiatiefase:

Deze fase moet alle voorwaarden en criteria van de stakeholders inventariseren langs de werklijnen en leiden naar een voorlopig ontwerp met bijbehorende calculaties. Deze fase wordt gemarkeerd door een programma van eisen, voorlopig ontwerp en business case.

3. Realisatiefase:

Deze fase moet de punten op de “i” zetten met een detailontwerp en bijbehorende documenten ter ondersteuning van de investeringsbesluiten bij de stakeholders. Deze fase wordt gemarkeerd door een besluit om over te gaan tot uitvoering.

Na de realisatiefase volgt de exploitatiefase. Dit is geen onderdeel van, maar heeft wel degelijk invloed op het project. De expliciete en concrete eisen die worden gesteld door bewoners en bedrijven om inderdaad jarenlang te kunnen genieten van een betrouwbare en betaalbare warmtelevering zijn van invloed op het ontwerp, de business case en de uitvoering.

De verkenningfase is in feite al gestart met het huidige onderzoek, maar zal een vervolg moeten krijgen met het opstellen van een intentieovereenkomst waar alle direct betrokken stakeholders achter staan. Er vindt dan een verdieping plaats op de aannames in dit onderzoek o.a. op de kengetallen in het financiële rekenmodel.



Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

Voor de verschillende elementen van het onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Stakeholders:
 - Gemeente Apeldoorn, Tauw, Ennatuurlijk, Hollander Techniek en Waterschap Vallei en Veluwe lijken positief over een collectieve warmtevoorziening voor Kerschoten. Er dient echter nog een verdieping plaats te vinden op de inschatting van de toekomstige warmtevraag en potentiële afzet.
 - Nu er meer duidelijkheid is over de haalbaarheid moeten potentiële gebruikers bij het proces betrokken worden en onderdeel worden van het proces.
 - De rollen die Waterschap Vallei en Veluwe, Tauw, Hollander Techniek en Ennatuurlijk in het proces willen innemen zijn niet tegenstrijdig.
- Techniek:
 - Er is voldoende, mogelijk zo'n 38.000 GJ aan restwarmte beschikbaar bij de RWZI om een warmtenet op een temperatuur van 70°C uit te breiden naar (een deel van) de wijk Kerschoten en een eventueel warmtenet voor bedrijventerrein Apeldoorn Noord. Er zijn dan wel aanpassingen nodig aan de huidige installatie en de inzet van een 1,5 MWth warmtepomp installatie op basis van het effluent van de RWZI.
 - Vastgoedeigenaren kunnen starten met het transitiegereed maken van het vastgoed door op natuurlijke momenten basisisolatiemaatregelen toe te passen en de verwarming en de warm tapwater voorziening geschikt te maken voor een collectief systeem.
 - Er is een zestal potentiële afnemers geïdentificeerd als kansrijke gebruikers die kunnen zorgen voor de benodigde afzetgarantie om de start van de ontwikkeling van het warmtenet haalbaar te maken.
- Financiën:
 - Scenario B, een warmtenet waarbij Casa Bonita, de Jacobus Fruytierschool en de zes onlangs gerenoveerde flats van Ons Huis als eerste worden aangesloten, is de meest interessante optie om mee te starten.

In het onderzoek stonden de volgende vragen centraal:

1. "Op welke wijze komen we in de wijken Kerschoten en Kerschoten-West van planvorming tot daadwerkelijke uitvoering?"
2. Op welke wijze kunnen de belemmeringen (tijdsfasering, politiek, bestuurlijk) weggenomen worden?"

De eerste vraag is beantwoord in hoofdstuk 6 waarin het vervolgproces wordt beschreven. In hoofdstuk 6 staat echter niet vermeld op welke manier het vervolgproces kan worden geoperationaliseerd. Ervan uitgaande dat de Gemeente Apeldoorn de regierol op zich neemt, zal de gemeente in overleg met andere stakeholders een (onafhankelijk) verantwoordelijke aan moeten wijzen die met de meest betrokken stakeholders de verkenningsfase gaat afronden. De verkenningsfase kan afgerond worden met een intentieovereenkomst. De KEN-regisseur lijkt de meest geschikte kandidaat om deze rol in te vullen. De KEN-regisseur is namelijk al bekend met alle partijen en heeft kennis van het gehele proces. Uiteraard zijn er ook andere alternatieven denkbaar waarbij onafhankelijkheid en kennis van zaken de belangrijkste competenties zijn.

De intentieovereenkomst dient als startpunt van de initiatiefase en moet o.a. voorzien in een onafhankelijke persoon of partij die het proces begeleidt en de initiatiefase succesvol

afrond, een kwartiermaker. De initiatiefase zal ongeveer drie tot vier maanden in beslag nemen. De kwartiermaker heeft de volgende taken:

- Het proces begeleiden;
- Alle betrokken partijen bij het proces betrekken;
- Samenstellen van Programma van Eisen op basis van de input stakeholders;
- Het laten maken van een voorlopig ontwerp;
- Het laten opstellen van een onafhankelijke business case, bij voorkeur vanuit perspectief van iedere stakeholder;
- Besluitvormingsvoorbereiding om van de initiatiefase over te gaan naar realisatiefase.

Voor het vervullen van deze taken moet de kwartiermaker minimaal beschikken over de volgende competenties:

- Onafhankelijk: Iedere direct betrokken partij heeft een belang bij het project. De kwartiermaker moet daar boven staan en een verbindende factor zijn. De kwartiermaker kan dus een buitenstaander zijn of in ieder geval iemand die door alle partijen wordt geaccepteerd als onafhankelijk.
- Kennis van zaken: De ontwikkeling van een warmtenet is in meerdere opzichten gecompliceerd zoals ook blijkt uit de resultaten van dit onderzoek. De kwartiermaker zal met de partijen over de verschillende facetten moeten kunnen discussiëren. Hij/zij zal bijvoorbeeld met zowel de warmteleveranciers als afnemers en bewoners de discussie moeten leiden over tarieven.
- Communicatief vaardig: Het kennisniveau en de mate van betrokkenheid bij de stakeholders is zeer divers. De kwartiermaker zal ondanks dat het vertrouwen van de stakeholders moeten krijgen en behouden.

Op basis van de financiële analyses lijkt een warmtenet voor Kerschoten als geheel momenteel niet rendabel voor een warmtebedrijf. Daarnaast is de hoeveelheid restwarmte die beschikbaar is bij de RWZI niet voldoende om in de warmtevraag van heel Kerschoten te voorzien. Als in de verkenningsfase blijkt dat er aanvullende bronnen nodig zijn moet een bronnenstrategie onderdeel uitmaken van de verkenningsfase. Bij een grootschalige collectieve warmtevoorziening zou dan naar aanvullende warmtebronnen gekeken moeten worden. Een combinatie waarbij een deel van Kerschoten middels een individuele warmtepomp wordt verwarmd en een ander deel met een collectieve warmtevoorziening lijkt realistisch.

De tweede vraag kan beantwoord worden aan de hand van de resultaten van het onderzoek. Er is voldoende basis gevonden om aan te nemen dat een warmtenet voor Kerschoten positief is voor alle betrokkenen in de transitie naar aardgasvrije verwarming in Kerschoten. Door een aantal uitgangspunten te hanteren in de warmtevisie en bijbehorend beleid, kunnen partijen onafhankelijk de belemmeringen beslechten. De belangrijkste uitgangspunten zijn:

Politiek en bestuurlijk

- Intentieovereenkomst om gezamenlijk commitment uit te spreken om initiatiefase te starten;
- Een warmtenet met 70°C distributietemperatuur als toekomstperspectief hanteren.

Tijdsfasering

- Vastgoedeigenaren stimuleren om vastgoed transitiegereed te maken door middel van het treffen van basisisolatiemaatregelen, het aanbrengen van voorzieningen voor aardgasvrij koken en het gereedmaken om aan te sluiten op een collectief systeem;
- Vastgoed dat transitiegereed is uitrusten met een tijdelijke voorziening. Deze tijdelijke voorziening dient bij voorkeur duurzaam te zijn. Mocht een duurzame tijdelijke voorziening niet beschikbaar zijn of buiten de financiële kaders vallen

moet er (bestuurlijk) draagvlak zijn om ook een tijdelijke voorziening op aardgas toe te staan. Dit is geenszins strijdig met het doel van 28% energieneutraliteit in 2030 mits het perspectief er is om voor 2030 een duurzame en collectieve warmtevoorziening te realiseren.

7.2 Aanbevelingen

Het onderzoek leidt tot de volgende aanbevelingen:

- Maak op korte termijn afspraken met direct betrokken partijen in een intentieovereenkomst.
- Stel middels de intentieovereenkomst een kwartiermaker aan die draagvlak heeft bij alle direct betrokken partijen en die het proces begeleidt en de initiatiefase succesvol afrondt.
- Betrek in de initiatiefase:
 - een bronnenstrategie met als perspectief een warmtenet in heel Kerschoten;
 - een verdieping op de aannames in dit onderzoek o.a. op de kengetallen in het financiële rekenmodel.
- Beschouw een warmtenet infrastructuur voor Kerschoten als no-regret in de warmtevisie en kies een distributietemperatuur van 70°C als een basisuitgangspunt van het warmtenet.
- Gebruik keuzevrijheid voor gebruikers te allen tijde als criterium maar maak een open warmtenet geen vereiste.
- Houdt in de dimensionering van het netwerk rekening met de toekomstige uitbreiding van het warmtenet om desinvesteringen te voorkomen.
- Start binnen het huidige KEN-programma een campagne om gebouwen op natuurlijke momenten transitiegereed te maken. Door een koppeling met gepland onderhoud of renovatie, worden kosten beperkt. Voor alternatieve aardgasvrije warmteoplossingen zoals all-electric met een warmtepomp, is verregaande isolatie nodig. Hier kan het beste mee worden gewacht, totdat duidelijk is dat all-electric de meest geschikte warmteoplossing is voor de woning.

Bijlage 1: Programma van Eisen

Eis of wens	Omschrijving
E.01	Breng in beeld wat er speelt en geef een heldere en duidelijke duiding hoe we dit vlot kunt trekken. Wij zien onderstaande deelvragen. Proces - Maak duidelijk waar de belemmeringen zitten op welke manier deze weggenomen kunnen worden. <i>Zie paragraaf 7.1</i> - Wie is eindverantwoordelijk/trekker van dit proces? <i>Het proces vindt plaats onder regie van Gemeente Apeldoorn. In die zin is gemeente ook eindverantwoordelijk op de manier zoals omschreven in paragraaf 7.1 maar gedurende het proces verschuiven verantwoordelijkheden naar de betrokken partijen, zie hoofdstuk 6.</i> - Is er bestuurlijke en/of politieke besluitvorming nodig en op welke aspecten dan? <i>Zie paragraaf 7.1 en paragraaf 7.2.</i> Tijdsfasering - Hoe om te gaan met tijdsfasering (afnemers dienen tegelijkertijd aangesloten te worden)? <i>Zie paragraaf 7.1</i> Belangen van de afnemers - Schets kort het juridisch kader. <i>Zie hoofdstuk 3 en paragraaf 4.2</i> - Hoe wordt geborgd dat de warmteleverancier niet alleen 'de krenten uit de pap' neemt? (maw: grote afnemers aansluit en de woningen niet meeneemt)? <i>Zie aanpak in hoofdstuk 6 (verkenningfase)</i> - Hoe wordt gezorgd voor leveringszekerheid? <i>Zie hoofdstuk 3 en paragraaf 4.2</i> - Hoe kan gezorgd worden voor zo laag mogelijke kosten voor de afnemers, ook als de gasprijs stijgt? <i>Dat kan door in de verkenningfase zowel de scope als de effecten van de scope op de prijs goed af te stemmen met een eventuele warmteleverancier, hoofdstuk 6.</i> - Hoe borgen we de belangen van de afnemers en in het bijzonder de inwoners van de wijk? <i>Zie hoofdstuk 6, door de rol van de gemeente</i> Exploitant warmtenet - Welke rol voorziet u voor Ennatuurlijk die het huidige warmtenet naar Zuidbroek exploiteert en een aantal oriënterende gesprekken met potentiële afnemers heeft gehad? <i>Zie hoofdstuk 3.</i>

	- Wat zijn de voor- en nadelen van een open of gesloten net? Wat adviseert u? <i>Zie hoofdstuk 3 en paragraaf 7.2</i> - Welke rol kan of moet Alliander DGO spelen? <i>Alliander DGO kan de rol van netbeheerder vervullen, zie hoofdstuk 3, maar niet als warmteleverancier. Dit vormt geen belemmering voor Alliander DGO om met een partner een marktinitiatief te starten zoals in 2016 is getracht.</i> - Moet er een nieuwe warmteleverancier komen, naast Ennatuurlijk? <i>Is een optie maar belangrijker is het stellen van de juiste voorwaarden aan welke warmteleverancier dan ook, zie hoofdstuk 6.</i> - Wat zijn de aanbevelingen tav de samenwerking met het Waterschap? <i>Zie hoofdstuk 2.</i>
E.02	Uw aanpak sluit aan bij het sociaal-innovatieve karakter van deze opdracht. Bij de uitvoering van de opdracht werkt u nauw samen met de Ken-Regisseur en de bewonersgroep.
E.03	Het resultaat van de opdracht is inzicht in de kansen en mogelijkheden om een winstgevende businessmodel (ten minste break-even) voor warmteverzorging in de wijk Kerschoten en Kerschoten-West in gemeente Apeldoorn te creëren door: 1. een goed inzicht te geven in de te volgen stappen om tot realisatie te komen van dit warmtenet, dus niet te blijven steken in onderzoek en praten – maar daadwerkelijk de schop in de grond te kunnen steken. 2. Hierbij geeft u uitdrukkelijk aandacht aan de rol van de volgende stakeholders: gemeente, ken-regisseur en bewonersgroep, Bewoners, Woningcorporaties, marktpartijen, waterschap, nieuwe samenwerkingsvormen zoals bv. bewoner coöperaties. Graag uw expertise om dit proces vlot te trekken.

Bijlage 2: Belangrijkste kengetallen

Kengetal	Waarde
Financiële aannames model	
Verdisconteringsfactor	3,0%
Lengte prognoseperiode	30 jaar
Afschrijftermijn	15 jaar
Wettelijke rente	2,0%
Rentepercentage financiering	3,0%
WACC particulier	1,5%
WACC warmtenet	7,5%
Consumentenprijs gas - ontwikkeling volgens klimaatakkoord op hoofdlijnen (2019 - 2034 - 2049)	€0,68/m ³ - €1,07/m ³ - €1,20/m ³
Vastrecht warmte	€150
Bijdrage aansluitkosten	€1.050
Kosten afleverset	€200
Consumentenprijs warmte - ontwikkeling gelijk met gasprijs cf. hoofdlijnen Klimaatakkoord (2019 - 2034 - 2049)	€20,00/GJ - €31,30/GJ - €35,06/GJ
Technisch aannames en parameters model	
Maximaal vermogen basislast	50% van piekvraag
Warmteverliezen warmtenet	15%
COP warmtepomp RWZI o.b.v. effluent ¹⁰	5,0
Huidige warmteprijs productie-installatie basislast	€8/GJ (excl. BTW)
Huidige warmteprijs productie-installatie piek	€15/GJ (excl. BTW)
Aantal jaren tijdelijke voorziening	3 jaar
Gemiddelde warmteverbruik woning na isolatie	22 GJ/jaar
Ontwerpparameters warmtenet	O.b.v. ISSO-publicatie 7
Vermogen per woning (ruimteverwarming)	8 kWth
Vermogen per woning (tapwater)	24 kWth
Aanvoertemperatuur	70°C
Retourtemperatuur	40°C
Max. stroomsnelheid	3 m/s
Soortelijke dichtheid	980,84 kg/m ²
Soortelijke warmte	4.190 J/m ³ .K

¹⁰ http://industrialheatpumps.nl/nl/techniek/cop_warmtepomp/

Diameter en kosten warmteleiding bij bepaald vermogen:				
Min. Vermogen (kWth)	Max. vermogen (kWth)	Afmeting leiding	Integrale kapitaalkosten (€/m)	Binnendiameter (mm)
0	1	N.v.t.	0	
1	39	DN20	300	22,3
39	63	DN25	350	28,5
63	107	DN32	400	37,2
107	144	DN40	500	43,1
144	230	DN50	600	54,5
230	383	DN65	750	70,3
383	527	DN80	900	82,5
527	863	DN90	900	94,4
863	1.111	DN100	950	107,1
1.111	2.015	DN125	1.050	131,7
2.015	3.686	DN150	1.100	159,3
3.686	8.322	DN200	1.300	207,3
8.322	16.415	DN250	1.700	260,4
16.415	27.863	DN300	1.800	309,7
27.863	33.503	DN350	1.800	339,6
33.503	43.913	DN400	3.000	388,8
43.913	55.557	DN450	3.500	437,32
55.557	68.615	DN500	3.500	486
68.615	103.536	DN600	4.000	597
Financiële kengetallen warmtenet				
Aansluitkosten collectieve aansluiting (kW):		Aansluit-leiding (€/m)	Installatie (€)	
<100			(kW/10)*6.000	
100-250		800	30.000	
250-500		900	30.000	
500-750		950	30.000	
750-1.000		950	45.000	
1.000-1.200		1.000	45.000	
1.200-1.500		1.000	45.000	
1.500-2.000		1.100	45.000	
>2.000		1.200	45000	
Aansluitkosten individuele aansluitingen:				
Grondgebonden woning		€6.500		
Gestapelde woning tot 4 lagen		€5.000		
Gestapelde woning 4 of meer lagen		€5.500		
CO ₂ berekening				
CO ₂ emissie aardgas		1,89 kg/Nm ³		
CO ₂ emissie elektriciteit (gem. mix 2016)		0,49 kg/kWh		
CO ₂ emissie restwarmte		5,9 kg/GJ		
CO ₂ emissie biomassa (indirect)		10,5 kg/GJ		
CO ₂ emissie bijstook aardgas		59,8 kg/GJ		
CO ₂ emissie hulpenergie warmtenet		1,2 kg/GJ		