



Onderwerp Shortlist duurzame warmtebron Noordwest

Steller Eric van Huissteden

De leden van de raad van de gemeente Groningen  
te  
GRONINGEN

Telefoon 0622446158

Bijlage(n) 2

Ons kenmerk 6931033

Datum 09-05-2018

Uw brief van

Uw kenmerk -

Geachte heer, mevrouw,

### **Alternatief voor geothermie**

Met het raadsbesluit op 29 november 2017 over het stopzetten van de ontwikkeling van een geothermische warmtebron op Zernike is ook besloten om een nieuwe Business Case voor het warmtenet, met een nieuwe warmtebron, uit te werken. Tot deze nieuwe warmtebron in gebruik gaat, voorziet WarmteStad met een tijdelijke warmtevoorziening de al gecontracteerde gebouwen binnen Noordwest van warmte. Tijdens de behandeling van het raadsvoorstel is toegezegd u te betrekken bij de ontwikkeling van een nieuwe duurzame bron.

### **Tussenstand**

WarmteStad heeft van haar aandeelhouders, Waterbedrijf Groningen en gemeente Groningen, de opdracht om een duurzame warmtebron voor het warmtenet Noordwest uit te werken en ter besluitvorming voor te leggen. Middels een informatiesessie op 7 februari 2018 en brief op 4 april 2018 heeft u kennisgenomen van de onderzoeksopzet en de longlist van negen varianten. WarmteStad voert haar onderzoek in fases uit, in deze brief geven we een tussenstand.

### **Onderzoek**

Bijgaand treft u het Ecofys-onderzoeksrapport (bijlage 2) aan als onderdeel van de verkenning naar een nieuwe duurzame warmtebron voor het warmtenet Noordwest.

De rapportage helpt bij de trechtering middels een Multi Criteria Analyse (MCA) van een breed scala aan bronsystemen naar een beperkt aantal bronsystemen (shortlist). WarmteStad heeft het rapport als basis gebruikt

voor de besluitmemo 'Uitkomst MCA onderzoek en shortlist uit te werken opties' (bijlage 1) waarin een aanscherping heeft plaatsgevonden op basis van ontwikkelperspectieven en lokale kansen wat geresulteerd heeft in een mogelijk ontwikkelscenario voor korte, middellange en lange termijn. De shortlist zoals Ecofys deze heeft opgesteld wordt daarmee verbreed door warmte uit oppervlaktewater uit te breiden naar omgevingswarmte. De shortlist en de uit te werken opties zijn op 27 april 2018 ook vastgesteld door de Raad van Commissarissen van het Waterbedrijf Groningen, de andere aandeelhouder van WarmteStad.

### **Bewonersconsultatie**

In maart 2018 zijn in de wijken Paddepoel en Selwerd twee bewonersavonden gehouden. Hierbij is de bewoners gevraagd naar de criteria die zij bij de afweging belangrijk vinden en of dit leidt tot een voorkeur voor bepaalde initiatieven. Het verslag hiervan is te vinden in de memo van WarmteStad. De resultaten worden betrokken bij de waardering van criteria en de uiteindelijke bronkeuze.

### **Uitkomsten**

De pijlers onder het publieke warmtebedrijf WarmteStad zijn duurzaam, betaalbaar, ondernemend en lokaal. Deze waarden liggen onder alle werkzaamheden die WarmteStad verricht en zijn ook meegenomen in het onderzoek. De uitkomst van de shortlist, zoals opgenomen in het memo van WarmteStad en het Ecofys rapport laten in deze fase onderstaande afwegingen en uitkomsten zien:

#### *1. Shortlist*

Op basis van het onderzoek van Ecofys en de daarbij in acht genomen afwegingen zoals meegegeven door de aandeelhouders en andere stakeholders is een shortlist tot stand gekomen. In het memo van WarmteStad en het rapport van Ecofys komt WarmteStad – in willekeurige volgorde - tot onderstaande shortlist voor de korte termijn:

- **Biogas:** dit scenario gaat uit van externe/derden levering van Biogas geproduceerd bij zuurstofarme vergisting van organisch materiaal door de industrie. Het biogas is geschikt voor gebruik in een Warmte Kracht Koppeling (WKK). Hiervoor zijn verschillende soorten industriegas in beeld.
- **Biomassa:** dit scenario gaat uit van levering warmte uit verbranding van biomassa door een externe aanbieder met IPPC/gelijkwaardige certificaten voor duurzaamheid. Het project voor WarmteStad betreft dan het aanleggen van de warmteleiding tot aan de Biomassacentrale waarbij de warmte vervolgens wordt ingekocht.
- **Omgevingswarmte:** dit scenario gaat uit van warmtewinning uit bijvoorbeeld oppervlaktewater van het dichtbij gelegen Van Starckenborgh Kanaal. Deze warmtebron ligt het meest voor de hand vanwege de continue beschikbaarheid en de geringe investeringen die nodig zijn om de waterwarmte op de bronlocatie te krijgen. Dit systeem bestaat mogelijk

uit een combinatie van technieken. Eventueel zou hierbij omgevingswarmte vanuit nabijgelegen datacenters of ondiepe aardwarmte als alternatief of aanvulling kunnen worden benut. Ook zonthermie kan in de zomer als (aanvullende) bron gaan dienen.

## *2. Fasering*

In het verlengde van de conclusies van Ecofys ziet WarmteStad drie toekomstige warmtebronnen die een positief effect kunnen hebben op duurzaamheid van het warmtenet in Groningen. Hierbij gaat het om, Power to heat, Waterstof en de transitie naar een laag temperatuur warmtenet. Deze warmtebronnen zijn met onvoldoende zekerheid beschikbaar op korte termijn, de verwachting voor voldoende beschikbaarheid hiervan is rond 2030. Hierdoor focust WarmteStad zich op wat op korte termijn beschikbaar, technisch en economisch haalbaar is. WarmteStad houdt de komende jaren deze ontwikkelingen scherp in de gaten en kijkt naar de (toekomstige) mogelijkheden om op lokaal niveau, samen met stakeholders, initiatieven te initiëren die kunnen bijdragen aan de ambitie en doelstellingen op de langere termijn.

## **Vervolg**

Nu gaat WarmteStad de shortlist uitwerken met onder andere Business Cases op hoofdlijnen. Daarbij wordt de haalbaarheid, beschikbaarheid en duurzaamheid verder onderzocht. Voor Biogas en Biomassa hanteert WarmteStad het uitgangspunt dat deze alleen van verantwoorde bronnen afkomstig mag zijn.

Gezien het hoge tempo waarin WarmteStad uitwerking geeft aan de duurzame warmtebron voor Noordwest en de complexiteit van de materie bieden wij uw raad een informerende sessie aan over de tweede fase (uitwerking short list). Op 5 juni 2018 is, onder voorbehoud, deze raadssessie ingepland over deze Business Cases en principe keuzes. Hierover wordt ook een collegebrief aan u in juni toegestuurd. De bedoeling is de principebesluit voor het (bron)systeem (inclusief financiële doorrekening) van WarmteStad in juli 2018 aan u voor te leggen. Naar verwachting komen wij in het najaar bij u terug met een verder uitgewerkt voorstel voor de definitieve duurzame bron voor Noordwest inclusief financiële funding met indien nodig een investeringsbesluit. Bovenstaande proces is conform wat wij eerder met u hebben afgesproken.

Gezien het belang van duidelijkheid over de toekomst van warmtenet Noordwest op korte termijn, stelt WarmteStad alles in het werk om het planproces zo snel mogelijk te doorlopen. Tegelijkertijd merken wij op dat



gezien de korte doorlooptijd onvoorziene ontwikkelingen of vragen snel kunnen leiden tot aanpassingen in de planning.

Wij vertrouwen erop u met deze brief voldoende te hebben geïnformeerd.

Met vriendelijke groet,  
burgemeester en wethouders van Groningen,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Peter den Oudsten", written over a horizontal line.

de burgemeester,  
Peter den Oudsten

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Peter Teesink", written over a horizontal line.

de secretaris,  
Peter Teesink



Van : Dick Takkebos / Riep Paulusma  
Onderwerp : **Uitkomst MCA onderzoek en shortlist uit te werken opties.**  
Datum : 19-04-2018

## Managementsamenvatting

WarmteStad heeft als onderdeel van de verkenning naar een nieuwe duurzame warmtebron voor het warmtenet Noordwest een Multi Criteria Analyse (MCA) laten uitwerken door Ecofys. De MCA is uitgevoerd op de eerder vastgestelde longlist van bronsystemen:

- biomassa
- biogas
- ondiepe bodemwarmte in combinatie met warmtepomp
- Warmte uit oppervlaktewater met warmtepomp
- Zonnewarmte met seizoensopslag
- Power to heat
- Zonnewarmte met lage temperatuur restwarmte
- Lage temperatuur restwarmte met seizoensopslag
- Hoge temperatuur restwarmte

Een energie expertgroep heeft de longlist gescoord langs een set van gewogen criteria. Het rapport laat een shortlist zien van drie meest kansrijke bronsystemen:

- biogas
- biomassa
- warmte uit oppervlakte water

WarmteStad heeft deze shortlist verscherpt door lokale kansen en ontwikkelperspectieven er bij te betrekken en dit heeft geresulteerd in een mogelijk ontwikkelscenario voor voeding van het warmtenet op de korte, middellange, en lange termijn. Zij gaat inzetten op een groeimodel waarin voor de korte termijn in elke geval de biobased opties (biogas en biomassa) als basis voor een bronsysteem worden uitgewerkt en waarbij ook wordt beoordeeld in hoeverre aanvullende oplossingen (zoals zonthermie in combinatie met seizoensopslag, 'power to heat' door inzet van verwarmingselementen of warmtepompen en het gebruik van beschikbare omgevingswarmte) zinvol en haalbaar zijn. Ook wordt omgevingswarmte als mogelijke basis voor een zelfstandig bronsysteem voor nu dan wel de verdere toekomst meegenomen in de verdere uitwerking. Hiermee kan optimaal worden ingespeeld op de zich ontwikkelende klantenmarkt, innovaties en omstandigheden op de energiemarkt en maatschappelijke en politieke opvattingen. WarmteStad verbreedt daarmee de shortlist uit de MCA door warmte uit oppervlaktewater uit te breiden naar omgevingswarmte.

WarmteStad gaat de bronsystemen van de shortlist in de volgende stap van het onderzoek als vertrekpunt voor het geschetste groeimodel nader op haalbaarheid onderzoeken en daarna onderbouwen met 2 à 3 Business Cases op hoofdlijnen. Daarbij worden de (tijdelijke) beschikbaarheid, concrete duurzaamheidsprestaties en de (financiële) uitvoerbaarheid verder onderzocht voor de concrete Groningse situatie. Tevens worden hierbij de perspectieven vanuit de markt betrokken.

## 1. Inleiding

Bijgaand treft u het Ecofys-onderzoeksrapport aan als onderdeel van de verkenning naar een nieuwe duurzame warmtebron voor het warmtenet Noordwest. Het MCA rapport is onder regie van WarmteStad opgesteld en uitgewerkt door Ecofys, een gerenommeerd adviesbureau op het gebied van energie en klimaat.

De MCA biedt een tool voor besluitvorming. Met behulp van de MCA kan een keuze worden gemaakt tussen meerdere bronopties op basis van meer dan één onderscheidingscriterium. Met de MCA kunnen bijvoorbeeld economische, technische, duurzaamheids- en sociale criteria worden gewaardeerd en bij elkaar opgeteld om geselecteerde bronvarianten te rangschikken. De doelen van een MCA zijn dan ook het ordenen van gegevens, het transparant maken van beslisprocessen en het ondersteunen van beslissers. De MCA heeft nadrukkelijk niet als doel om de enige juiste beslissing te presenteren. De rangorde die uit de MCA volgt, wordt bepaald door de gehanteerde beoordelingscriteria en de relatieve waarde die men hier aan toe kent.

Om de afwegingen die aan keuzes te grondslag liggen inzichtelijk te maken en de besluitvorming aan de hand daarvan te kunnen stroomlijnen, gaat de MCA vergezeld van een 'expert judgement': een oordeel van een vijftal energie-experts<sup>1</sup> over de wijze waarop varianten aan de hand van beoordelingscriteria vanuit hun professionele kennis zouden moeten worden gescoord. Daarnaast is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, waarbij criteria vanuit specifieke invalshoeken bewust extremer zijn gewaardeerd om de effecten op de volgorde (ranking) te kunnen bepalen. Dit mondt uit in een advies van de expertgroep over de ranking van de verschillende bronopties. De uiteindelijke keuze van de bronsystemen is aan de beslissers, in casu de aandeelhouders van WarmteStad (gemeente en waterbedrijf Groningen) en hun controlerende organen.

## 2. Achtergrond

Het is goed dat men zich er bij het kiezen van een bronsysteem van bewust is dat we aan het begin van een periode van energietransitie staan. De energiewereld is volop in beweging: innovaties, marktontwikkelingen en veranderende wetgeving volgen elkaar snel op en vormen de achtergrond waartegen deze MCA tot stand komt.

Dit impliceert ook dat de uitkomst een momentopname is en in dat perspectief moet worden gezien. De research die voor dit onderzoek noodzakelijk was, is gebaseerd op kennis over de 'state of the art' en uit relevante voorbeelden in den lande. Hiervoor is Ecofys gevraagd de gekozen bronsystemen te verifiëren en de gedane research aan te vullen en te valideren. Behalve dat het rapport een volgorde geeft van bronsystemen die bij uitwerking het meest kansrijk worden geacht, schetst het ook de perspectieven voor kansen voor bronnen voor het warmtenet op langere termijn. De experts wijzen er nadrukkelijk op dat de lokale mogelijkheden en zich aandienende marktperspectieven invloed kunnen hebben op de uiteindelijke keuze en/of de termijn waarbinnen realisatie aan de orde zou kunnen zijn.

---

<sup>1</sup> De expertgroep bestaat uit energie-experts van de gemeente en het Waterbedrijf Groningen, WarmteStad en de energie adviesbureaus Ecofys en Arch.

Om van dit laatste een beeld te krijgen heeft WarmteStad parallel aan het onderzoekspoor, na de aftrap in de expertsessie op 1 februari, vele vrijblijvende gesprekken gevoerd met mogelijke aanbieders die zich op eigen initiatief hebben gemeld. Deze gesprekken bevestigen het beeld dat de door het expertteam aangedragen systemen ook op lokaal niveau kansrijk zijn. De in deze notitie voorgedragen bronsystemen komen primair voort uit het rapport. Doordat de verschillen in de MCA scores tussen de verschillende systemen niet heel groot zijn, is een shortlist gevormd door verscherpt naar de maatschappelijk lokale kansen en ontwikkelingen te kijken. Daarnaast hebben de bewonersconsultaties in de wijken Paddepoel en Selwerd in maart 2018 een welkome aanvulling gevormd bij het bepalen van de voorliggende shortlist. Bij de voorgestelde bronsystemen wordt de afweging kort toegelicht (zie paragraaf 8).

### 3. Uitgangspunten

#### a. Van bronnen naar bronsystemen

Bij het bepalen van de longlist, die aan de MCA ten grondslag ligt, is de stap gemaakt van 'bronnen' naar 'bronsystemen'. Het specifieke verloop van de warmtevraag gedurende het jaar (met een hoge warmtevraag in de winter en een lage warmtevraag in de zomer) maakt dat de meeste bronnen alleen in combinatie met één of meerdere aanvullende bronnen in de benodigde warmteproductie kunnen voorzien. Immers, veel bronnen zijn alleen in bepaalde perioden van het jaar voldoende beschikbaar. Denk aan zonne-energie (piek in de zomer) of biogas / restwarmte van de Suikerunie (rond de bietencampagne). Bij 6 monovalente (eenwaardige) bronnen leidt dit in theorie tot  $6! = 720$  mogelijke combinaties aan bronsystemen. Uiteraard is het praktisch onmogelijk om al deze combinaties in een MCA te beoordelen. Uitgaande van een representatieve spreiding van bronnen en aan de hand van de meest logische combinaties heeft WarmteStad uiteindelijk 9 bronsystemen voor de longlist geselecteerd. Deze bronsystemen zijn geselecteerd op basis van bewezen technieken in Nederland en Europa en ze zijn goed toepasbaar in de Groningse situatie. Dit impliceert logischerwijs ook dat er broncombinaties denkbaar zijn die niet in de MCA zijn betrokken. Mochten dergelijke broncombinaties zich in de loop van het keuzeproces aandienen (bijvoorbeeld als 'unsolicited proposals': onverwachte innovatieve oplossingen vanuit de markt) die kansrijk worden geacht, dan kan worden overwogen om deze alsnog aan de hand van de MCA te waarderen en vergelijken en deze alsnog mee te nemen in het besluitvormingsproces.

#### b. Criteria

De door de aandeelhouders (Waterbedrijf Groningen en gemeente Groningen) geformuleerde randvoorwaarden voor het toekomstig bronsysteem zijn als criteria in de onderzoeksopzet verwerkt. Een aantal aanvullende uitgangspunten is voorafgaand aan het onderzoek gefixeerd. Een aantal daarvan vraagt, mede vanwege hun invloed op de uiteindelijke selectie en ranking van de bronsystemen, om een nadere toelichting. De belangrijkste zijn:

##### Temperatuurniveau

Een zeer bepalend uitgangspunt voor de keus van de warmtebron is de vereiste aanvoertemperatuur van het water in het warmtenet. Hierbij wordt in het algemeen onderscheid gemaakt tussen temperaturen van 90-70°C (hoog temperatuur- HT), 70-50°C (midden temperatuur- MT) en 50-30°C

(laag temperatuur- LT). De tendens hierbij is dat de door afnemers gevraagde temperatuur daalt naarmate gebouwen beter zijn/worden geïsoleerd. In de komende decennia valt te verwachten dat door na-isolatie en renovatie het aantal HT klanten zal afnemen ten gunste van MT en LT klanten.

Het huidige afnameprofiel in Noordwest wordt momenteel overwegend bepaald door grote en minder goed geïsoleerde flats en gebouwen uit de jaren '50, '60 en '70. De meerderheid daarvan vraagt momenteel nog om een HT oplossing. Het warmtenet is daarop ontworpen. Een MT of zelfs LT warmtenet zou het in de huidige situatie noodzakelijk maken om de warmte per afzonderlijk gebouw op HT-niveau te brengen. Gezien het grote aantal HT-vragende gebouwen zouden hiervoor op dit moment teveel decentrale opwaardeerunits of aanvullende isolerende maatregelen nodig zijn. Dit is zowel vanuit financieel oogpunt als qua beheersbaarheid nog niet opportuun en zou tot maatschappelijk onverantwoorde en niet concurrerende kosten voor warmtelevering kunnen leiden. Bovendien kunnen op een HT- warmtenet zonder aanvullende ingrepen ook MT- of LT-klanten worden aangesloten. Het warmtenet beweegt dan figuurlijk mee met de isolatiegraad van de gebouwen en de daarmee samenhangende warmtevraag van de afnemers. Zij krijgen dan een aansluiting waarbij ze hun woning met MT of LT kunnen verwarmen en dankzij de hoge temperatuur in het net ook op betaalbare wijze warm tapwater kunnen maken.

Een warmtenet dat is ontworpen voor HT krijgt bovendien een grotere capaciteit naarmate er meer MT of LT klanten in plaats van HT klanten worden aangesloten. Bij een capaciteit van een HT warmtenet dat is ontworpen voor 10.000 woningequivalenten (WE) stijgt de capaciteit naar 20.000 WE wanneer 50% van de afname op LT- in plaats van HT-niveau plaatsvindt. Bij 100% LT is de netcapaciteit dan zelfs 30.000 WE. WarmteStad geeft het voordeel van de betere benutting van het warmtenet nu reeds door aan de klant. Een lagere retour betekent een lagere bijdrage in de aansluitkosten en/of een lagere warmteprijs. De klant krijgt zo een financiële incentive om na te isoleren.

Voor gebouweigenaren betekent een HT aansluiting verder dat zij voor het verduurzamen van hun warmtevoorziening op dit moment geen ingrijpende wijzigingen aan de woning hoeven door te voeren. Bijvoorbeeld bestaande radiatoren kunnen in gebruik blijven. Pas wanneer het zelf gekozen moment voor renovatie zich aandient kan de HT aansluiting worden omgezet in een LT-aansluiting en een LT-radiator of vloerverwarming worden aangelegd.

Met andere woorden: een HT warmtenet is in het huidige speelveld voor de komende periode een goede oplossing voor alle afnemers.

### “Grijze” stroom

Voor de verschillende beoordeelde warmteoplossingen waarbij mogelijk elektriciteit een rol speelt is uitgegaan van de huidige wijze van elektriciteitsopwekking. Deze is momenteel nog overwegend 'grijs'. Het aandeel groene stroom in Nederland bedroeg volgens het CBS 13,8% in 2017. Dit impliceert dat vergroening middels elektrificatie moet plaatsvinden door inkoop van groene stroom via groene stroomcertificaten of Garanties van Oorsprong (GVO's). Vanwege de ondoorzichtigheid van de handel in dergelijke GVO's, de relatief hoge kosten en de kanttekeningen die in verband daarmee kunnen worden geplaatst bij de additionele bijdrage aan CO<sub>2</sub>-reductie is elektrificatie als



middel voor verduurzaming buiten de scope van het onderzoek gehouden. Dit laat uiteraard onverlet dat op elektriciteit gebaseerde warmtesystemen mogelijkheden tot verduurzaming kunnen bieden wanneer die elektriciteit aantoonbaar en rechtstreeks uit hernieuwbare bronnen afkomstig is. Verdere vergroening van de elektriciteitsproductie zal, afhankelijk van het tempo waarin dit de komende jaren gaat plaatsvinden, de waardering van dergelijke systemen ongetwijfeld positief beïnvloeden. WarmteStad ziet daarom wel mogelijkheden om groencertificaten of GVO's in te zetten als middel om gedurende een overgangperiode de huidige (tijdelijke) opweksituatie te vergroenen. Dit geldt in dit geval niet alleen voor groene stroom maar ook voor groen gas(certificaten) als (tijdelijk) alternatief voor aardgas. Dit betekent echter niet dat daarmee de klanten van WarmteStad i.c. de vastgoedverhuurders met vergroening door certificaten automatisch gaan voldoen aan de voorwaarden van STEP subsidies. Daarmee blijft een voldoende EOR voor WarmteStad leidend.

#### Bewonersconsultatie

Een uitgangspunt is ook dat een te kiezen bronsysteem moet kunnen rekenen op een zeker draagvlak bij de bewoners. Om dit te peilen heeft WarmteStad in maart 2018 in de wijken Paddepoel en Selwerd twee bewonersavonden gehouden. Hierbij is de bewoners gevraagd naar de criteria die zij bij de afweging belangrijk vinden en of dit leidt tot een voorkeur voor bepaalde initiatieven. In bijlage 1 treft u de rapportage van de beide avonden aan. De resultaten kunnen worden betrokken bij de waardering van criteria en de uiteindelijke bronkeuze.

Zonder dit onderzoek representatief te willen noemen komt uit de avonden duidelijk naar voren dat bewoners vooral belang hechten aan criteria als duurzaamheid, betrouwbaarheid en betaalbaarheid en, meer specifiek in relatie tot een energie- of warmtevoorziening: flexibiliteit, keuzevrijheid en zelfbeschikking. Er is niet gebleken dat de opvattingen onder aanwezigen op beide avonden wezenlijk afwijken van hetgeen u nu als reële opties wordt gepresenteerd.

Voor alle aanwezigen is de transitie naar een duurzaam alternatief voor de huidige verwarming essentieel. Dit criterium werd het meest genoemd. Ook werd onder duurzaamheid soms lokale duurzaamheid verstaan. Dit hield in dat men geen schade wil toebrengen aan de natuur en een leefbare woonomgeving wenst, zonder overlast voor omwonenden van de bron. Tenslotte is in de discussies rondom duurzaamheid besproken in hoeverre biomassa als een duurzame bron kan worden gezien; er zijn zorgen geuit omtrent rookontwikkeling, stankoverlast en transportbewegingen. Ook was er de vraag "hoeveel bossen blijven er over als we massaal voor biomassa kiezen?"

Meerdere malen spraken particuliere bewoners de wens uit ook te willen aansluiten op het warmtenet. De publieke investering die nu wordt gedaan, voelt voor deze wijkbewoners niet in evenwicht met de gevraagde particuliere bijdrage wanneer zij hun woning zouden willen aansluiten. Haaks op deze aansluitingswens sprak men met elkaar over de autonomie van bewoners die nu wél worden aangesloten. De wens op zeggenschap werd daarmee op twee manieren verwoord; ten opzichte van grote commerciële partijen én een actieve rol voor de burger. Men wordt graag dichter betrokken bij het project, wellicht zelfs door samen te ontwikkelen – immers, "eigenaren moeten kunnen meeprofiteren van het gebied". Dit zijn aspecten om in het vervolg van het ontwikkelproces van het warmtenet mee te nemen.

Minder uitgebreid besproken maar tevens benoemd zijn aspecten rondom veiligheid, flexibiliteit, toekomstgerichtheid (ook financieel), technisch rendement en de ruimte die de oplossing in de woning inneemt.

#### 4. Expert advies in relatie met basiscriteria van WarmteStad

De opdracht aan WarmteStad is geformuleerd op basis van een aantal basiscriteria die door de aandeelhouders op 14 december 2017 zijn opgenomen in de projectopdracht. Op 14 februari jl. is deze lijst aangevuld en aan de aandeelhouders van WarmteStad gepresenteerd. De toelichting en definities van het uiteindelijke beoordelingskader worden beschreven in bijlage B van het Ecofys-rapport. Alle basiscriteria zijn deels direct en deels als afgeleid criterium in het onderzoek verwerkt.

De onderzoekscriteria zijn in het Ecofys-rapport gewaardeerd vanuit het perspectief van het expertteam. Uiteraard zijn hierbij andere accenten te leggen. Op basis van een gevoeligheidsanalyse wordt daarom in het rapport getoond in hoeverre de meest zwaarwegende criteria onderscheidend zijn. Geconcludeerd kan worden dat de meest onderscheidende criteria duurzaamheid en in mindere mate beheersbaarheid van bedrijfs- en operationele processen en prijsmechanismen zijn. Het criterium duurzaamheid is onderscheidend zolang er van “grijze” stroom wordt uitgegaan.

WarmteStad ziet een lange termijn oplossing voor zich waarbij de vergroening door certificaten niet het uitgangspunt is. De mate waarin de verschillende systemen een mate van regionale binding hebben, dan wel bijdragen aan de doelstellingen van de gemeente Groningen geeft tevens expliciete verschillen. Bij de verdere uitwerking zullen de criteria wederom worden getoetst.

#### 5. Ecofys-rapport conclusies en aanbevelingen voor de vervolgfase

Uit de analyse van Ecofys volgen een aantal conclusies en aanbevelingen die wij voor het maken van een uiteindelijke keuze voor een alternatief warmtebronsysteem relevant achten:

1. Biogas kan, indien gezuiverd, waarschijnlijk in de bestaande gasketels en WKK's tegen lage implementatiekosten en -inspanning worden benut en zorgt voor directe verbetering van de duurzaamheid van het warmtenet.
2. De markt voor biogas en biomassa is nog sterk in ontwikkeling, zowel aan de vraag-, als aan de aanbodzijde. Dit maakt dat deze bronsystemen mogelijk een continuïteitsrisico dragen wanneer schaarste op deze markten ontstaat. Het afsluiten van langjarige leveringscontracten of zelf participeren in de productie van biogas en biomassa kan dit risico mitigeren.
3. Het warmtenet van WarmteStad wordt gebruikt met een hoge temperatuur van boven de 70°C. Het opwaarderen van lage temperatuur warmte naar hoge temperatuur warmte is relatief duur door de grote hoeveelheid benodigde elektriciteit. Bovendien zorgt het elektriciteitsgebruik voor aanzienlijke indirecte CO<sub>2</sub>-emissies bij gebruik van de gemiddelde Nederlandse elektriciteitsmix. Hierdoor scoren de bronsystemen met bodemwarmte, waterwarmte en lage temperatuur restwarmte relatief slecht op duurzaamheid. Door de productie en rechtstreekse invoering van duurzaam opgewekte elektriciteit of de inkoop van

lokale groene stroom hebben lage temperatuur warmtebronnen echter wel een vergelijkbare duurzaamheid als de andere bronsystemen.

4. De daadwerkelijke, specifieke haalbaarheid van een aantal bronsystemen is nog onzeker. Onze aanbeveling is om hiervoor globale business cases te ontwikkelen, gebaseerd op specifieke locaties en potentiële (rest)warmteleveranciers. De grootste onzekerheden zijn te vinden bij de tijdsperiode en kosten voor realisering van industriële restwarmte, de kosten en locaties voor seizoensopslag van warmte en grootschalige zonnepanelen. Aanvullend moet worden onderzocht of levering en transport van hoge temperatuur warmte uit bijvoorbeeld de Eemshaven kan worden gerealiseerd binnen de gewenste termijn.

Bij restwarmte kan bovendien de duurzaamheid van het proces, waarvan de restwarmte een bijproduct is, ter discussie worden gesteld. Hierbij kan in meer of mindere mate van duurzame energiebronnen gebruik zijn gemaakt. Los daarvan is het een gegeven dat restwarmte zonder gebruik in een warmtenet geloosd zou worden of anderszins ongebruikt zou blijven. Het voorkomen van verspilling kan in de visie van WarmteStad als zeer duurzaam worden beschouwd, ook ongeacht de vraag of de energiebronnen die zijn gebruikt duurzaam zijn. Dit uiteraard onder de premisse dat de toepassing van restwarmte in een warmtenet het gebruik van niet duurzame primaire energiebronnen niet in stand houdt en onverlet het feit dat het gebruik van zo duurzaam mogelijke bronnen bij het opwekken van die restwarmte het streven blijft.

Een bijzonder punt van aandacht bij alle restwarmtevarianten vormt de continuïteit van levering van restwarmte op de langere termijn (bestendigheid van productieprocessen) en de mogelijkheid van mitigatie van daarmee samenhangende risico's door de beschikbaarheid van alternatieven.

## 6. Perspectieven

Voor de toekomst ziet WarmteStad in het verlengde van de conclusies van Ecofys drie technologische kansen die een positief effect kunnen hebben op de duurzaamheid en betaalbaarheid van het warmtenet in Groningen:

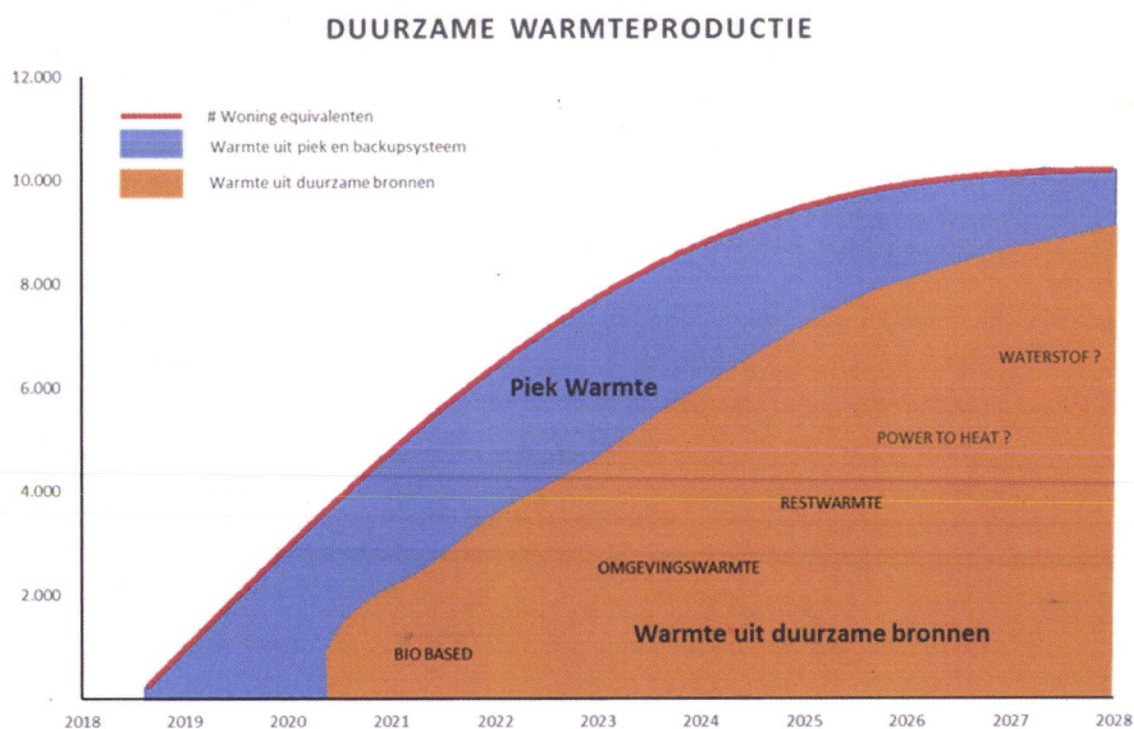
1. Power to heat: opwekking van warmte uit elektriciteit bij lage of in de toekomst mogelijk zelfs negatieve prijzen door overschotten op de elektriciteitsmarkt kan een duurzame en kostenefficiënte aanvulling geven op reeds aanwezige warmtebronnen. Een haalbare business case, waarbij een substantieel deel van de benodigde warmte met elektriciteit wordt opgewekt, wordt niet vóór 2030 verwacht.
2. Waterstof: in de komende jaren verwachten wij een toename van het gebruik van waterstof in verschillende sectoren en een toename van de productie van waterstof uit elektriciteit. Benutting van goedkope waterstof kan een aanvulling geven op het gebruik van (bio)gas in het netwerk, of het gebruik van warmtepompen. Energetisch is de tussenstap door het gebruik van waterstof minder efficiënt dan het rechtstreeks omzetten van elektriciteit in warmte ('power to heat'). Bovendien zijn voor waterstof voornamelijk betere toepassingen denkbaar dan als brandstof voor een warmtenet (bijvoorbeeld als brandstof voor transport of eventueel voor ruimteverwarming op plaatsen die niet voor warmtenetten toegankelijk zijn). Wel is het interessant om de ontwikkelingen te volgen waarbij restwarmte wordt benut die vrijkomt bij het productieproces van waterstof. Wij verwachten op basis van internationaal onderzoek van onder andere de Hydrogen Council op dit moment echter dat

het grootschalig economisch gebruik van waterstof voor de gebouwde omgeving niet voor 2030 haalbaar is.

3. Transitie naar lage temperatuur: veel duurzame warmtebronnen leveren warmte op lagere temperatuur dan het huidige warmtenet. De duurzaamheid van het warmtenet kan in de toekomst, als de isolatiegraad van het woningbestand dit toelaat, nog sterk verbeterd worden door LT-bronnen op de retourleiding van het huidige warmtenet in te laten voeden.

## 7. Mogelijk ontwikkelscenario

Uit het Ecofys-rapport ontstaat een beeld van waarmee een mogelijk ontwikkelscenario met eventueel overlappende maatregelen voor de korte, middellange en lange termijn kan worden geschetst: Figuur 1 geeft dit ontwikkelscenario grafisch weer. In de grafiek is de groei van het aantal woningequivalenten afgezet tegen de mogelijke wijze van invulling van de warmtevraag door duurzame bronnen.



Figuur 1: invulling warmtebronnen

### 1. Korte termijn (0-15 jaar): biobased

Het Ecofys-rapport wijst uit dat biobased oplossingen (biogas, biomassa) op dit moment hoog scoren. Zeker voor de eerstkomende jaren liggen deze bronnen als basis voor de warmtevoorziening het meeste voor de hand. Vasthoudend aan het uitgangspunt dat vanaf 2020 duurzame warmte moet worden geleverd, zijn deze oplossingen als onderdeel van een duurzaam bronstelsel vrijwel onmisbaar. Het gebruik van groengascertificaten of GVO's (dus groengaslevering via het gasnet) kent beperkingen als middel voor vergroening van de warmtelevering, niet alleen vanwege de prijs maar ook omdat het punt van invoeding bepalend is voor de mate waarin dit gebruik doorwerkt in de mate

van duurzaamheid van het warmtesysteem (EOR) en daarmee ook voor de effecten van die EOR in het kader van de mogelijke STEP-subsidie voor afnemers.

Biogas heeft als groot voordeel dat het in gezuiverde vorm tegen geringe implementatiekosten in de WKK's en gasketels van de tijdelijke warmtecentrale van WarmteStad kan worden gebruikt. Wel zal sprake moeten zijn van een rechtstreekse gasleiding van de biogasininstallatie naar de warmtecentrale van WarmteStad om voor SDE+ subsidie in aanmerking te kunnen komen. Mede met het oog hierop is de beschikbaarheid van voldoende groengascapaciteit in de nabije omgeving een punt van nader onderzoek. Ook zal het bij voorkeur moeten gaan om een additionele productie, zodat de benodigde capaciteit niet ten koste gaat van andere projecten. Mocht biogas niet jaarrond beschikbaar zijn, dan zou de inzet van complementaire bronnen (zoals zonthermie al dan niet in combinatie met seizoensopslag) een optie kunnen zijn.

Biomassa kan eventueel als beproefd alternatief voor biogas dienen. Doordat er meerdere aanbieders zijn, kan warmte uit biomassa goed extern worden ingekocht. Het gebruik van biomassa is echter – al dan niet terecht – niet onomstreden vanwege de herkomst van sommige biomassastromen, de (daarmee samenhangende) mate van CO<sub>2</sub>-besparing en eventuele locatieaspecten als stankoverlast en bevoorrading. Dergelijke nadelen kunnen mogelijk worden gemitigeerd door strakke voorwaarden te stellen. In dit kader richt de verdieping zich onder andere op het goed in beeld brengen van alle ins en outs van biomassa en het aan de hand daarvan formuleren van duidelijke criteria waaronder biomassa in Groningen eventueel op een verantwoorde wijze toegepast zou kunnen worden. Dergelijke criteria kunnen dan bij een eventuele keuze voor deze bronoptie als criteria in een aanbesteding aan derde aanbieders worden meegegeven.

Eventueel kunnen biobased oplossingen op middellange termijn ten gunste van andere toepassingen worden uitgefaseerd.

## *2. Korte tot middellange termijn (5-20 jaar): elektrificatie*

Naar verwachting worden op elektriciteit gebaseerde oplossingen de komende jaren interessanter naarmate de elektriciteitsopwekking in Nederland wordt verduurzaamd. Dit brengt 'power to heat' door toepassingen met verwarmingselementen of (industriële) warmtepompen mogelijk snel dichterbij. Mede afhankelijk van de ontwikkeling van de vraag (zowel qua aantal WE's als temperatuursregime) kunnen dergelijke oplossingen eventueel als aanvulling op biobased oplossingen en al dan niet in combinatie met zonthermie en seizoensopslag worden ingezet om deze naar verloop van tijd wellicht geheel te kunnen vervangen. Als bron(nen) kan gedacht worden aan waterwarmte (Van Starckenborghkanaal), bodemwarmte (WKO of ondiepe geothermie), rioolwarmte (riothermie) of restwarmte uit de nabije omgeving (Suikerunie, UMCG, datacenters).

De komende weken zou onderzocht moeten worden in hoeverre dergelijke oplossingen op korte termijn al een reëel alternatief voor biobased oplossingen kunnen vormen c.q. in hoeverre zij op beperkte schaal aanvullend zouden kunnen worden ingezet (dit geldt met name voor biogas). Ook de financiële haalbaarheid vormt een specifiek punt van aandacht.

## *3. Middellange tot lange termijn (10-30 jaar): grootschalige warmteopwek in regionale context*

Voor doorontwikkeling van het warmtenet op de lange termijn komen meerdere bronsystemen in lijn van het voorgaande in beeld of warmtebronnen die de potentie bieden om een grootschalig

warmtenet (vanaf 10.000 tot circa 50.000 WE) substantieel van warmte te voorzien. Daarbij kan onder andere gedacht worden aan het gebruik van industriële restwarmte buiten de directe omgeving van de stad zoals de Eemshaven en/of Delfzijl, maar eventueel ook aan (ultra)diepe geothermie op plaatsen waar dit qua veiligheid verantwoord is gebleken. Het is echter niet reëel om te veronderstellen dat dergelijke warmtebronnen binnen enkele jaren operationeel zullen zijn, maar ook hierbij kunnen de ontwikkelingen sneller gaan dan verwacht. Los daarvan bieden zij mogelijkheden die het schaalniveau van het warmtenet op dit moment te boven gaan en die ook meer onderzoek vereisen. Het verdient voor WarmteStad daarom aanbeveling om ontwikkelingen nauw te blijven volgen en bij eventuele initiatieven aan te haken als deze kansrijk worden geacht.

## 8. Shortlist nader uit te werken bronsystemen

WarmteStad gaat zich bij de nadere verkenning op een groeimodel oriënteren waarin de meest kansrijke systemen worden ingezet. Dit groeimodel dient ruimte te laten om in te spelen op een zich ontwikkelende klantenmarkt maar ook op innovaties en omstandigheden op de energiemarkt en maatschappelijke en politieke opvattingen. WarmteStad gaat als basis voor dit groeimodel op de korte termijn in elk geval de biobased opties (zowel biogas als biomassa) uitwerken, waarbij het aandeel i.c. het vermogen dat wordt ingekocht eventueel kleiner wordt gehouden dan oorspronkelijk geformuleerd in de uitgangspunten (minimaal 7.500 WE, minimaal 15 jaar) om daarmee ruimte te creëren voor aanvullende oplossingen. Hierbij gaat het concreet om zonthermie in combinatie met seizoensopslag en het gebruik van 'power to heat' met behulp van verwarmingselementen en een warmtepomp in combinatie met omgevingswarmte als direct beschikbare en meeste voor de hand liggende warmtebron. Eventueel kan het aandeel biobased worden opgeschroefd als zou blijken dat dit toch nodig is om gedurende een exploitatieperiode aan vereiste 7.500 WE warmte te kunnen leveren.

Voor de schaalprong naar meer dan 10.000 WE, wordt op termijn een restwarmte- in combinatie met een integrale omgevingswarmtevariant (water-, lucht- en bodemwarmte) uitgewerkt. In dit stadium gaat het voornamelijk om een conceptueel model als doorkijk naar de ontwikkeling van het warmtenet op de langere termijn.

Op basis van de ontwikkelde MCA, het rapport van Ecofys en bovenstaande overwegingen komen wij – in willekeurige volgorde - tot de volgende shortlist:

### Biogas

Het scenario: een Biogasscenario gaat uit van externe/derden levering van Biogas geproduceerd bij anërobe (= zuurstofarme) vergisting van organisch materiaal door de industrie. Het biogas is geschikt voor gebruik in een Warmte Kracht Koppeling (WKK). De WKK levert groene stroom en groene warmte. Daarnaast is ook de vergassing van biomassa, hout of afval een innovatieve optie die onder deze categorie valt. Hierbij wordt organisch materiaal onder hoge temperatuur omgezet in een synthesegas of syngas dat voornamelijk bestaat uit koolmonoxide (CO) en waterstof (H<sub>2</sub>). Na reiniging kan het gas onder meer in een warmtekrachtkoppeling (WKK) worden verbrand. Voor WarmteStad omvat deze optie het aanleggen van een gasleiding vanaf de gasinstallatie naar de WKK's op het Zernike terrein. Het scenario kan op basis van twee lokale industriële aanbieders worden verkend. Wanneer bij de uitwerking blijkt dat de beschikbaarheid van bio- of syngas voor de

basislast niet afdoende zeker is, zal er een complementaire bron in de uitwerking worden betrokken. Hierbij valt te denken aan zonthermie in combinatie met opslag en 'power to heat'.

Afweging: Biogas wordt door de experts als zeer kansrijk beoordeeld. Ook na de gevoeligheidsanalyse van de verschillende criteria blijft de optie als de meeste kansrijke naar voren komen. De vraag naar biogas is momenteel echter groter dan het aanbod. Eventueel nieuw geproduceerd biogas zou ook voor andere toepassingen gebruikt kunnen worden. Syngas zou op termijn als alternatief kunnen fungeren.

### **Biomassa**

Het scenario: levering van warmte uit verbranding van biomassa door een externe aanbieder met IPPC/gelijkwaardige certificaten voor duurzaamheid. Het project voor WarmteStad betreft dan het aanleggen van de warmteleiding tot aan de Biomassacentrale. De warmte wordt ingekocht. De eigenaarsgrens ligt bij de warmtewisselaar in de biomassacentrale. Het scenario kan op basis van vier of vijf aanbieders worden verkend en vervolgens worden aanbesteed als de eerder genoemde opties niet of minder haalbaar zouden blijken. De te betalen warmteprijs per GJ is naast duurzaamheids- en emissievoorwaarden (o.a. herkomst biomassa) het belangrijkste selectie criterium.

Afweging: Voor biomassa is in het verleden als een businesscase opgesteld (en in 2017 geactualiseerd) waaruit is gebleken dat biomassa financieel haalbaar is. Bovendien zijn er voldoende marktpartijen in staat om WarmteStad warmte uit biomassa te leveren. De uitwerking richt zich waar nodig op aanscherping van de opgestelde businesscase en het nader bepalen van de condities waaronder inkoop van warmte uit biomassaverbranding op de markt gezet zou kunnen worden.

### **Omgevingswarmte**

Het scenario: warmtewinning uit oppervlaktewater van het dichtbij gelegen Van Starckenborgh Kanaal. Deze warmtebron ligt het meest voor de hand vanwege de continue beschikbaarheid en de geringe investeringen die nodig zijn om de waterwarmte op de bronlocatie te krijgen. Uit water van circa 8-15 °C wordt maximaal 3 °C warmte onttrokken. Dit wordt met elektrische warmtepompen opgewerkt tot LT- en daarna tot HT-warmte. Ook dit systeem bestaat mogelijk uit een combinatie van technieken. Eventueel zou hierbij omgevingswarmte vanuit nabijgelegen datacenters of ondiepe aardwarmte als alternatief of aanvulling kunnen worden benut. Voor zonthermie al dan niet in combinatie seizoenopslag en 'power to heat' geldt hetzelfde. Het eigenaarschap van een op water gebaseerd systeem zou goed passen bij de ambities van Waterbedrijf Groningen als aandeelhouder. Dit kan bij de verdere uitwerking worden onderzocht.

Afweging: Het systeem wordt door het expertteam als kansrijk gezien, met name met het oog op de toekomst. Ondanks dat een omgevingswarmte systeem, vanwege de grijze stroom, vanuit het aspect duurzaamheid op dit moment nog niet optimaal aansluit op een hoog temperatuur warmtenet, biedt dit bronsysteem in combinatie met de lokale locatie voordelen kans op succesvolle realisatie. Bovendien wordt het systeem aantrekkelijker naarmate de isolatiegraad van de aangesloten gebouwen toeneemt en het temperatuurniveau van de gevraagde warmte daalt. Uitgezocht wordt binnen welke termijn dit het geval zou kunnen zijn.

## 9. Vervolg: 2<sup>de</sup> fase van het plan van aanpak

In de volgende fase (stap 5 uit het Plan van Aanpak) wordt het groeimodel met de biobased bronsystemen als uitgangspunt nader onderbouwd met 2 à 3 Business Cases op hoofdlijnen. Daarbij gaan we de haalbaarheid, beschikbaarheid en duurzaamheid verder onderzoeken en aan de hand daarvan een verdieping uitvoeren op de score van de varianten in de concrete Groningse situatie. Ook de perspectieven vanuit de markt worden daarbij betrokken.

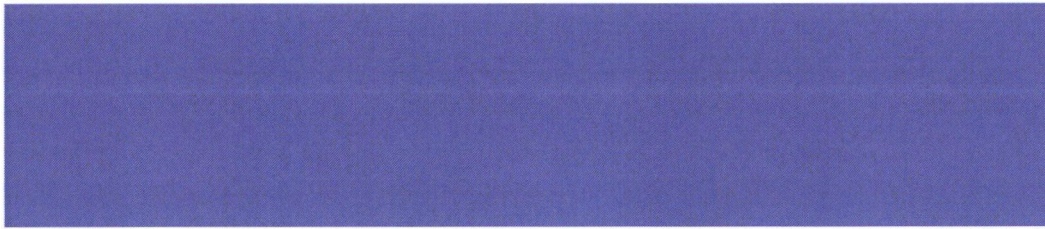
Een voorkeursoptie voor het te kiezen bronsysteem en de wijze van uitvoering wordt voorbereid. Ook wordt in de volgende fase een keuze gemaakt of de warmtelevering door WarmteStad geheel in eigen beheer wordt gedaan, dan wel in samenwerking met of volledig door (een) derde(n) zou moeten plaatsvinden. In het voorgaande is hiervoor per bronoptie al globaal een richting aangegeven. Bij warmtelevering door of met derden worden mogelijke partners en hun proposities met inachtneming van de randvoorwaarden van een eventuele aanbesteding nader verkend. Dit om een duidelijker beeld te krijgen van de marktmogelijkheden.

### Bijlagen:

1. Verslag Bewonersconsultatie, Dutch Heat Center, 13 april 2018
2. Rapport alternatieve bronselectie, Ecofys d.d. 17 april 2018



Bijlage 1 Verslag Bewonersconsultatie, Dutch Heat Center

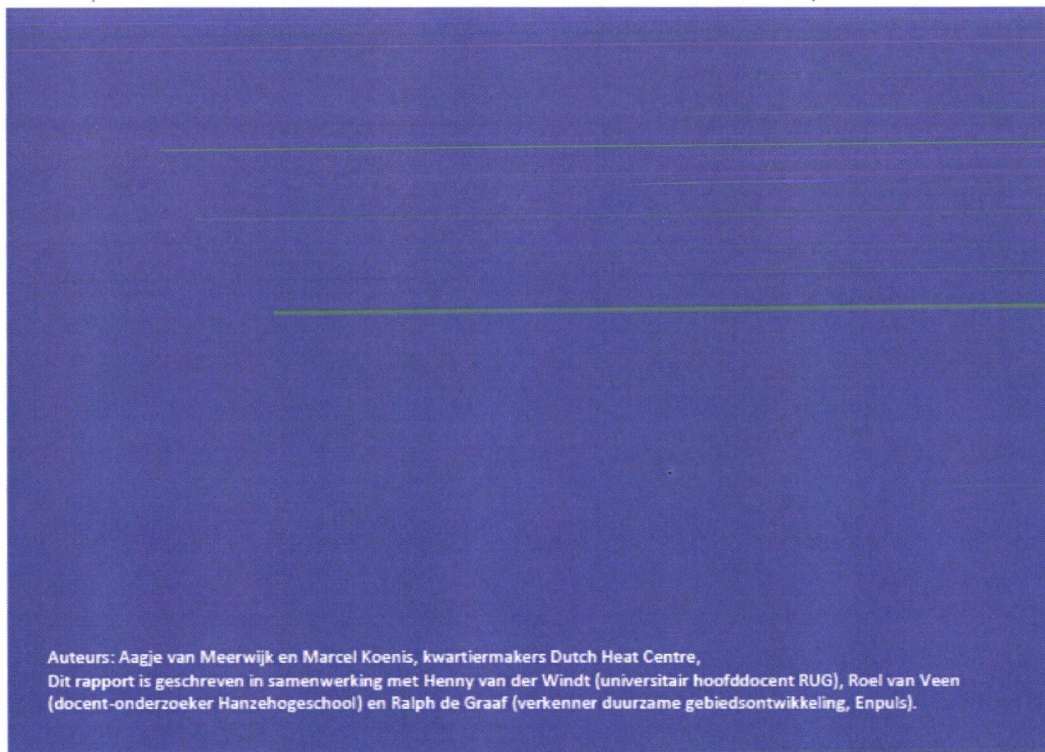


---

## BEWONERSCONSULTATIE WARMTESTAD

---

Rapportage Dutch Heat Centre, 13.04.2018



Auteurs: Aagje van Meerwijk en Marcel Koenis, kwartiermakers Dutch Heat Centre,  
Dit rapport is geschreven in samenwerking met Henny van der Windt (universitair hoofddocent RUG), Roel van Veen  
(docent-onderzoeker Hanzehogeschool) en Ralph de Graaf (verkenner duurzame gebiedsontwikkeling, Enpuls).

## Inleiding

In haar zoektocht naar alternatieve warmtebron(nen) voor het Warmtenet Noordwest doorloopt WarmteStad een selectieproces om naar een korte lijst van preferente warmtebronnen te komen. WarmteStad zal in de maanden april en mei 2018 haar aandeelhouders hierover adviseren. In dit selectieproces bevaart WarmteStad experts en direct betrokken bewoners. WarmteStad heeft het Dutch Heat Centre gevraagd de bewonersbijeenkomsten voor te bereiden en uit te voeren. Doelstelling van de bijeenkomsten in de wijken Selwerd en Paddepoel was deelnemers te informeren en te bevragen naar wat zij belangrijk vinden aan de warmtevoorziening. WarmteStad wil graag weten hoe betrokkenen de warmtevoorziening bekijken en wat ze er zelf belangrijk aan vinden.

Deze rapportage beschrijft de resultaten van twee bewonersavonden op respectievelijk donderdag 15 maart 2018 in Paddepoel en dinsdag 20 maart 2018 in Selwerd. Dit rapport wordt meegenomen in het advies van WarmteStad aan haar aandeelhouders.

## Verloop van de avonden

De avonden volgden beide eenzelfde opzet en programma. De uitnodigingen voor de avonden zijn een week voorafgaande aan de avonden verspreid, zowel door WarmteStad als via de bestaande netwerken van respectievelijk co-creatie Paddepoel en Wijkbedrijf Selwerd. In Paddepoel waren 24 geïnteresseerden aanwezig; naast bewoners ook vertegenwoordigers van wijkraad Paddepoel, van de fractie VVD Groningen en een journalist van het Dagblad van het Noorden. Ook in Selwerd waren 24 aanwezigen, waaronder vertegenwoordigers van lokale politieke partijen (GroenLinks, SP, 100 % Groningen), Paddepoel Energiek en Gemeente Groningen. Ook waren in Selwerd bewoners van de Reitdiepwijk en Paddepoelsterweg aanwezig.

Op de avond zelf werd, na een inloop met een warme maaltijd, eerst plenair toelichting gegeven op de huidige situatie in de warmtevoorziening. De heer Dick Takkebos, directeur van WarmteStad vertelde over de noodzaak voor een andere warmtebron vanwege het stopzetten van de geothermische bron, het selectieproces daarvoor en de planning van de uitrol van het warmtenet de komende jaren. De heer Theo Venema, projectmanager WarmteStad, gaf daarna een inhoudelijke toelichting op alle mogelijk alternatieve warmtebronnen en de door WarmteStad opgestelde criteria om tot een keuze te kunnen komen. De avonden werden voorgezeten door respectievelijk Henny van der Windt en Marcel Koenis.

Na een korte pauze volgden de tafelsessies in groepen van maximaal 8 bewoners of andere betrokkenen, onder begeleiding van iemand van het Dutch Heat Centre. Essentie van de tafelsessies was om inzicht te krijgen wat bewoners belangrijk vinden aan de warmtevoorziening van hun woningen. De tafelsessies begonnen met een korte kennismaking en een open discussie over de presentaties van voor de pauze. Hierop volgde een korte werkvorm over wat de deelnemers aan tafel belangrijk vinden aan de warmtevoorziening van hun woning. Bewoners werd gevraagd om hun punten kort en bondig op gele stickers te schrijven. Daarna lichtte iedereen zijn eigen opmerkingen toe aan de deelnemers van de betreffende tafel. Zo werd de ruimte gegeven om de argumenten in eigen woorden te formuleren. Na de tafelsessies volgde een plenaire terugkoppeling van elke tafel aan de voltallige groep deelnemers van die avond.

## Besproken thema's en genoemde criteria

Op beide avonden waren aanwezigen geïnteresseerd in het onderwerp en wisselden met belangstelling van gedachten, zowel met onderzoekers alsook met elkaar. Vanuit de discussies kwamen enkele onderwerpen sterk naar voren. De meest besproken criteria lichten we in dit rapport toe. Voor een gedetailleerd transcript verwijzen wij u naar de bijlage van dit rapport.

Voor alle aanwezigen is de transitie naar een duurzaam alternatief voor de huidige verwarming essentieel – dit is het meest genoemde criterium op de gele stickers. De discussie aan de tafels ging onder meer over wat men kan verstaan onder duurzaamheid; “van-het-gas-af” werd genoemd met argumenten over veiligheid van de Groningers, daarnaast werd een reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot vaak genoemd. Ook werd onder duurzaamheid soms *lokale* duurzaamheid verstaan. Dit hield in dat men geen schade wil berokkenen aan de natuur en een leefbare woonomgeving wenst, zonder overlast voor omwonenden van de bron. Tenslotte is in de discussies rondom duurzaamheid besproken in hoeverre biomassa als een duurzame bron kan worden gezien; er zijn zorgen geuit omtrent rookontwikkeling, stankoverlast en transportbewegingen. Ook was er de vraag *“hoeveel bossen blijven er over als we massaal voor biomassa kiezen?”*

Zowel de betrouwbaarheid als de betaalbaarheid van het systeem is een relatief vaak genoemde randvoorwaarde. Over betrouwbaarheid leek men het eens: het moet comfortabel zijn, we willen niet in de kou zitten, vooral niet wanneer de eigen woning matig is geïsoleerd. Een uitzondering daargelaten voor wie *“minimaal 50 weken warm”* de ondergrens was. Wat vaker terugkwam, was de vraag in hoeverre een duurzaam alternatief iets meer mag kosten dan de huidige situatie. Een deelnemer in Paddepoel suggereerde dat *“de prijs niet hoger mag worden dan 15% boven huidige tarief”*. Maar, op beide avonden werd aangegeven dat men niet in andermans portemonnee kan kijken. Er werd dan ook geconcludeerd dat betaalbaarheid voor de minima in de wijken simpelweg betekent dat er geen cent bovenop de huidige rekening kan.

Meerdere malen spraken bewoners voor wie dat niet op korte termijn aan de orde is, de wens uit ook aangesloten te worden op het warmtenet, *“ook al is dat minder passend in de business case van WarmteStad”*. De publieke investering die nu wordt gedaan, voelt voor deze wijkbewoners niet in evenwicht met de gevraagde particuliere bijdrage wanneer zij hun woning zouden willen aansluiten. Haaks op deze aansluitingswens sprak men met elkaar over de autonomie van bewoners die nu wél worden aangesloten. De wens op zeggenschap werd daarmee op twee manieren verwoord; ten opzichte van grote commerciële partijen én een actieve rol voor de burger. Men wordt graag dichter betrokken bij het project, wellicht zelfs door samen te ontwikkelen – immers, zo werd gesteld *“eigenaren moeten kunnen meeprofiteren van het gebied”*.

Minder uitgebreid besproken maar tevens benoemd zijn aspecten rondom veiligheid, flexibiliteit, toekomstgerichtheid (ook financieel), technisch rendement en de ruimte die de oplossing in de woning inneemt. De regie van de Gemeente in de lokale keuzes was onderdeel van discussie; enkelen pleitten voor duidelijkere kaders, terwijl een ander noteerde dat Gemeente juist moest *“ontzorgen → ik wil niet meedenken”*.

Los van de criteria die werden besproken, kwamen enkele onderwerpen naar voren die aparte aandacht verdienen. Op beide avonden bleek dat de dialoog met bewoners en de betrokkenheid van WarmteStad in die dialoog het afgelopen jaar erg gemist is. Men was blij met dit initiatief van de bewonersbijeenkomsten en ziet dat als een belangrijk middel voor de toekomst om in contact te blijven met WarmteStad en de ontwikkelingen van het warmtenet. Ook speelden vragen rondom het stopgezette project van de geothermische bron – *“hoe het zo heeft kunnen lopen terwijl er door experts goed naar gekeken is?”*. Tot slot werd door enkelen genoemd dat de presentaties erg interessant, maar moeilijk waren. Het is lastig om in zo'n korte sessie een mening over de bronnen en het vraagstuk te vormen. Ook vond een bewoner de opkomst in Paddepoel redelijk laag en de aankondiging voor de avond laat. De opkomst in Selwerd was echter hoger dan verwacht.

## Conclusie & Discussie

Uit deze twee avonden komt duidelijk naar voren dat bewoners belang hechten aan criteria als duurzaamheid, betrouwbaarheid, betaalbaarheid, flexibiliteit, keuzevrijheid en zelfbeschikking. Voor uitspraken over de betekenis van deze criteria en weging ervan ten opzichte van elkaar is het nog te vroeg. De opkomst was te gering om deze groep aanwezige bewoners als representatief voor de wijken Paddepoel en Selwerd te beschouwen. Wel is de deelnemersgroep zeer betrokken bij en geïnteresseerd in de ontwikkeling van de warmtevoorziening. Beschreven resultaten zijn zeker te beschouwen als een relevante start van een zeer gewenste open dialoog. De gepresenteerde resultaten kunnen worden gezien als indicatief voor relevante thema's die bij andere mensen in de wijken zullen leven. Om een representatief oordeel van de wijkbewoners te weten te komen is een uitvoeriger en anders opgezette consultatie nodig. Uit ander onderzoek komt naar voren dat vaak gelijke criteria een rol spelen als de in dit rapport besproken argumenten. Onderzoek wijst echter ook uit dat de onderlinge weging per actor nogal anders ligt. Kennis en oordelen over de consequenties over toepassing van de criteria spelen daarbij een rol.

## Advies & Vervolg

### Korte termijn

- Onderhoud een praktische dialoog met betrokken bewoners. Kom daarom in mei, na de keuze van de shortlist van warmtebronnen, weer terug in de wijk. Daar kan dan gesproken worden over de gemaakte keuzes en het waarom daarvan (inzicht in argumenten), welke rol de aandeelhouders hierin hebben gehad, wat de rol van WarmteStad is geweest en hoe het resultaat van deze avonden is meegenomen.
- Stel dit rapport, of een vereenvoudigde samenvatting, beschikbaar aan de deelnemers van de avonden en voeg de presentaties van WarmteStad toe.
- Breng extra informatie aan over bronnen en technieken en stel die via een bewonersgerichte website beschikbaar. Hierbij is een visie op de disseminatie van kennis van belang. Besteed zorgvuldige aandacht aan de vertaling van complex materiaal naar voor iedereen begrijpbare informatie.

### Aansluiting initiatieven

- Meermaals bleek op de avonden dat WarmteStad open staat voor de dialoog. Een actieve, organiserende houding van WarmteStad of de gemeente is van belang om handen en voeten te geven aan de wensen die leven en daarmee de warmtetransitie te versnellen. Zoek naar een manier waarop *samen* met gebruikers/bewoners naar verduurzaming van de invulling warmtevraag gezocht kan worden.
- WarmteStad is niet uniek in dit vraagstuk – in de warmtetransitie is het tegenwoordig “it takes three to tango”: overheid, bedrijf en burgers.

Het Dutch Heat Centre is een open samenwerkingsverband waar kennis wordt ontwikkeld en gebundeld om bij te dragen aan bestaande en komende warmte projecten in specifieke lokale situaties. Betrokken partners bij de samenwerking zijn de Hanzehogeschool, TU/e, TNO, Enpuls, Gemeente Groningen en Provincie Groningen. Er lopen gesprekken over deelname met TU Delft, Programmabureau Warmte-Koude Zuid-Holland en de RUG.

Bijlage 2. Rapport alternatieve bronselectie, Ecofys d.d. 17 april 2018

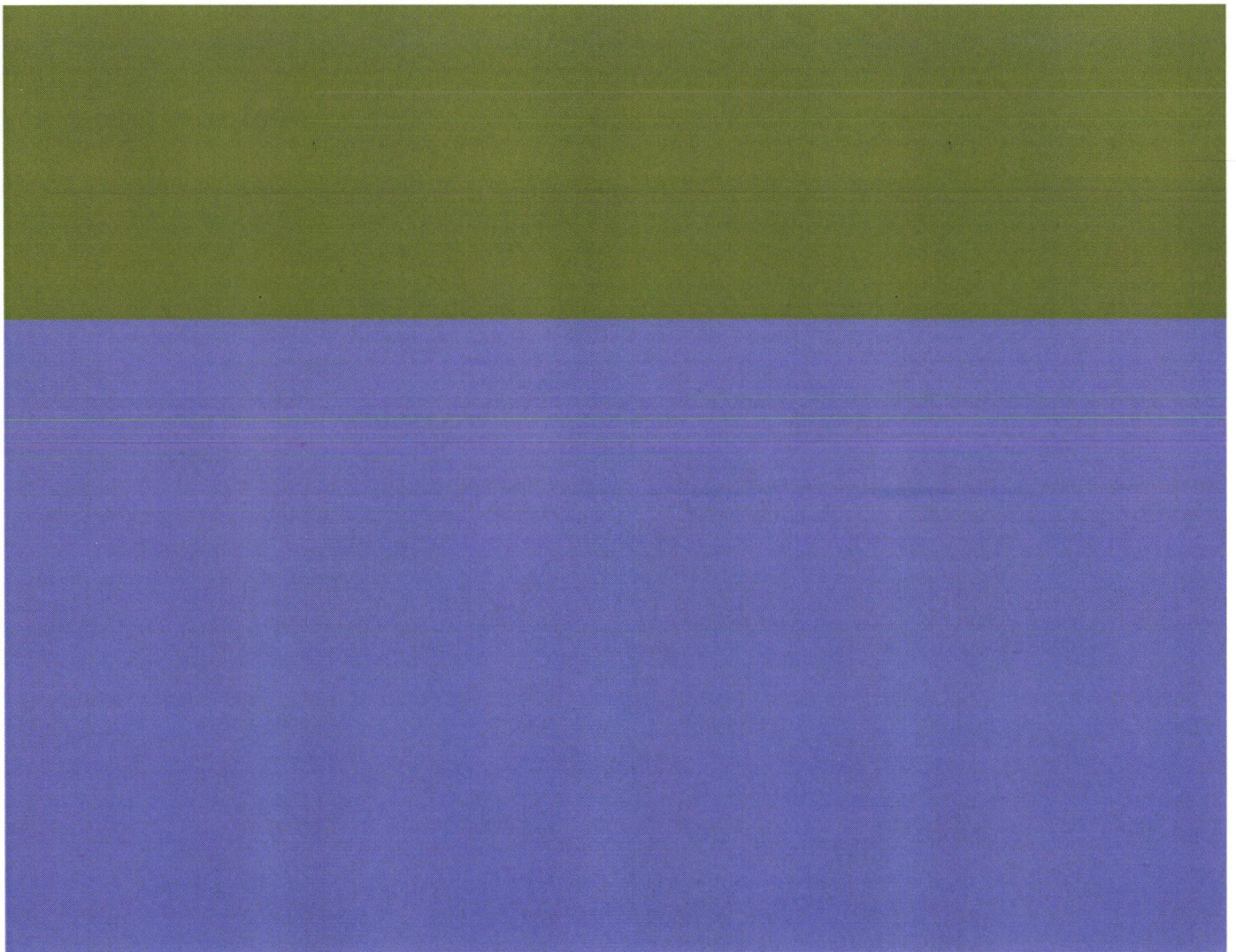
Zie aparte bijlage.



# ECOFYS

A Navigant Company

## Bronselectie WarmteStad



# Alternatieve bronselectie WarmteStad

**Door: Juriaan van Tilburg, Marcel Volkerts**

**Gereviewed door: Kees van der Leun**

**Datum: 17 april 2018**

**Projectnummer: 201996**

**Opdrachtgever: WarmteStad BV**

© Ecofys 2018 in opdracht van: WarmteStad B.V.

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Managementsamenvatting</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Inleiding</b>	<b>8</b>
2.1	Onderzoek naar een alternatieve warmtebron	8
2.2	Randvoorwaarden voor het onderzoek	9
2.3	Doelstelling rapport	9
<b>3</b>	<b>Multicriteria analyse</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Warmtestrategie</b>	<b>13</b>
4.1	Visie op het warmtenet in Groningen	13
4.2	MCA criteria voor beoordeling alternatieve bron	13
4.3	Argumentatie voor weging criteria	14
<b>5</b>	<b>Potentiële duurzame warmtebronnen</b>	<b>16</b>
5.1	Longlist van kansrijke bronsystemen	16
5.2	Beschrijving van de bronsystemen	16
<b>6</b>	<b>De groep van best denkbare warmtebronnen voor WarmteStad Groningen</b>	<b>22</b>
6.1	Belangrijkste criteria in de MCA	23
6.1.1	Betaalbaarheid	23
6.1.2	Leveringszekerheid	24
6.1.3	Techniek	25
6.1.4	Duurzaamheid	25
6.1.5	Maatschappelijk draagvlak	26
6.2	Gevoeligheidsanalyse	27
<b>7</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen voor vervolgstappen voor de korte termijn</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>Lange-termijn ontwikkelingen en kansen</b>	<b>31</b>
8.1	Power to heat en waterstof	31
8.2	Transitie naar LT netten	32
<b>A:</b>	<b>Multicriteria analyse en beoordeling</b>	<b>34</b>
A.1:	Overzicht van de factsheets per bronsysteem	36
<b>B:</b>	<b>Toelichting en definities beoordelingskader</b>	<b>45</b>
<b>C:</b>	<b>Gevoeligheidsanalyse</b>	<b>48</b>



# 1 Managementsamenvatting

De ambities op energiegebied van de stad Groningen zijn groot. Met een aandeel van 40% van het totale energieverbruik is verduurzaming van warmte een belangrijk onderdeel van deze ambitie. In het Masterplan 'Groningen Energieneutraal' en het Uitvoeringsprogramma 'Groningen geeft energie' uit 2011 zijn dan ook concrete ambities vastgesteld voor de toekomstige warmtevoorziening in de stad:

- Activiteiten op de verduurzaming van de warmte dragers voor minimaal 15% bij aan de beoogde reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.
- Het einddoel is groene warmte. In 2035 worden geen fossiele energiebronnen meer worden ingezet voor de productie van warmte.

Een belangrijk onderdeel in deze ambitie is de ontwikkeling van een warmtenetwerk dat duurzame warmte levert aan ruim 40.000 woonequivalenten.<sup>1</sup> Om deze ontwikkeling concreet vorm te geven hebben de gemeente Groningen en Waterbedrijf Groningen de handen ineen geslagen en WarmteStad opgericht.

WarmteStad beoogt met Warmtenet Noordwest binnen 10 jaar meer dan 10.000 woningen van duurzame warmte te voorzien.<sup>2</sup> Dit rapport beschrijft de oplossingen die er zijn om dit net van duurzame warmte te voorzien.

Aan de hand van een analyse van de belangrijkste keuzecriteria doet dit rapport een voorstel voor een shortlist van bronsystemen. Deze oplossingen passen vanuit een expertmatig perspectief het best bij de ambities van de WarmteStad BV.

## Onderzoek naar een alternatieve bron

Eind 2017 besloten de aandeelhouders van WarmteStad om de realisatie van een geothermiebron voor warmtenet Noordwest te staken. WarmteStad heeft vervolgens de opdracht gekregen om een binnen een aantal randvoorwaarden, een nieuwe duurzame bron te ontwikkelen voor het warmtenet dat wordt gerealiseerd.

Op 1 februari 2018 is op initiatief van WarmteStad een expertsessie georganiseerd, om een begin te maken met het onderzoek naar een duurzame bron. Tijdens deze sessie zijn diverse warmte-experts, -gebruikers en beleidsmakers geconsulteerd over hun ideeën en wensen voor een passende alternatieve bron. Het resultaat van deze sessie was een longlist van duurzame bronnen en een lijst van mogelijk belangrijke criteria.

## Drie bronsystemen scoren hoog in de multicriteria-analyse

Een expertteam bestaande uit Waterbedrijf Groningen, Gemeente Groningen en Arch heeft een multicriteria-analyse (MCA) opgezet. In deze analyse wordt een longlist van negen bronsystemen, gedefinieerd door WarmteStad, gescoord langs een set van gewogen criteria. Deze criteria zijn relevant om te komen tot een uiteindelijke keuze voor een bronsysteem. De score is gedaan in de vorm van een factsheet per bronsysteem. Ecofys heeft deze factsheets gereviewed en waar nodig aangevuld en bijgedragen aan het wegen van de criteria. Uit de analyse en de scores in

---

<sup>1</sup> Gemeente Groningen, nota Groningen duurzaam warm, 2012

<sup>2</sup> Website WarmteStad, 2018

de factsheets volgt een shortlist van drie bronsystemen die hoog scoren op de set van criteria die het expertteam belangrijk acht voor de succesvolle implementatie van een alternatieve warmtebron.

Tabel 1: Shortlist van de drie meest kansrijke bronsystemen als resultaat van de multicriteria-analyse, beoordeeld langs de vier zwaarstwegende criteria.

Bronstelsysteem	Prijsmechanismes	Leveringszekerheid	Techniek	Duurzaamheid
Biogas	++	+	++	++
Biomassa	+	++	++	++
Warmte uit oppervlakte water	+	++	++	--

Op basis van deze shortlist kan door WarmteStad in meer detail worden onderzocht welk bronsysteem het beste aansluit bij de wensen en belangen van haar stakeholders. Aangezien de multicriteria-analyse voornamelijk uitgaat van (inter)nationale best practices, kan in een vervolgfase een keuze worden gemaakt aan de hand van de lokale situatie en specifieke lokale kansen.

Op enige afstand van de drie meest kansrijke bronsystemen, volgt een bredere middengroep met zonnewarmte, ondiepe bodemwarmte, power to heat en restwarmte op hoge temperatuur. Het gebruik van lage temperatuur restwarmte scoort het minst goed in de multicriteria-analyse.

De drie bronsystemen zijn beoordeeld als best passend om het grootste deel van de warmtevraag van het warmtewet, gemodelleerd naar 7.500 woon-equivalenten, in te vullen. Dit sluit niet uit dat de bronsystemen op de shortlist kunnen worden gecombineerd met andere bronnen die (een kleiner deel) van de warmtevraag invullen. Dit is met name relevant wanneer zich daarvoor een goede lokale kans aanbiedt, zoals bij bijvoorbeeld specifieke zonnewarmte of power to heat projecten.

## De shortlist is robuust

Aanpassingen in de weging van de meeste beoordelingscriteria leiden niet tot grote verschuivingen in de drie bronsystemen op de shortlist. Zelfs wanneer een individueel beoordelingscriterium geheel wordt weggelaten of juist zeer dominant meeweegt, blijkt het bronsysteem op biogas altijd het beste te scoren ten opzichte van de andere.

Een sterkere weging van het criterium *duurzaamheid* leidt tot een relatief lagere score voor warmte uit oppervlaktewater, ten gunste van hoge temperatuur restwarmte uit industrie. Belangrijke kanttekening is dat de lage duurzaamheidsscore voor warmte uit water is te wijten aan de grote hoeveelheid benodigde elektriciteit in dit bronsysteem en de relatief slechte duurzaamheidsprestaties van de landelijke elektriciteitsmix. De duurzaamheidsprestatie van dit bronsysteem kan WarmteStad aanzienlijk verbeteren door duurzame elektriciteit op te wekken of via inkoop van lokale groene stroom.

In mindere mate laten ook de criteria *beheersbaarheid van bedrijfs- en operationele processen* en *prijsmechanismes* gevoeligheden zien. Wanneer beheersbaarheid heel belangrijk is, scoren de bronsystemen die vrijwel volledig door WarmteStad zelf kunnen worden gerealiseerd, relatief beter. Zo scoort warmte uit de ondiepe bodem scoort in dat geval beter dan biomassa omdat voor benutting van bodemwarmte slechts minimaal gebruik hoeft te worden ge-

maakt van strategische partners en deze aansluiten aan bij de kern-expertise van WarmteStad. Ondiepe bodem-warmte scoort even goed als warmte uit oppervlaktewater als het criterium prijsmechanismes minder zwaar wordt gewogen.

## Conclusies en aanbevelingen voor de vervolffase

Uit de analyse volgen een aantal conclusies en aanbevelingen die ondersteunen bij het maken van de definitieve keuze voor de alternatieve warmtebron:

1. **Biogas** kan, indien gezuiverd, waarschijnlijk in de bestaande gasketels en WKKs tegen lage implementatiekosten en -inspanning worden benut en zorgt voor **directe verbetering van de duurzaamheid** van het warmtenet.
2. De **markt voor biogas en biomassa is nog sterk in ontwikkeling**, zowel aan de vraag-, als aan de aanbodzijde. Dit maakt dat deze bronsystemen mogelijk een **continuïteitsrisico** dragen wanneer schaarste op deze markten ontstaat. Het **afsluiten van langjarige leveringscontracten** of zelf **participeren in de productie van biogas en biomassa** kan dit risico mitigeren.
3. Het warmtenet van WarmteStad wordt bedreven op een hoge temperatuur van boven de 70°C. Het **opwaarderen van lage temperatuur warmte naar hoge temperatuur warmte is relatief duur door de grote hoeveelheid benodigde elektriciteit**. Bovendien zorgt het elektriciteitsgebruik voor aanzienlijke indirecte CO<sub>2</sub>-emissies bij gebruik van de gemiddelde Nederlandse elektriciteitsmix. Hierdoor scoren de bronsystemen met bodemwarmte, waterwarmte en lage temperatuur restwarmte slecht op duurzaamheid. Door de **productie van duurzame elektriciteit** of de **inkoop van lokale groene stroom** hebben lage temperatuur warmtebronnen wel een vergelijkbare duurzaamheid als de andere bronsystemen.
4. De daadwerkelijke, specifieke haalbaarheid van een aantal bronsystemen is nog onzeker. Onze aanbeveling is om hiervoor **globale business cases** te ontwikkelen, gebaseerd op specifieke locaties en potentiële (rest)warmteleveranciers. De grootste onzekerheden zijn te vinden bij de **bronselectie en kosten voor restwarmte**, de **kosten en locaties voor seizoensopslag van warmte en grootschalige zonnwarmte**. Aanvullend moet worden onderzocht of levering en transport van hoge temperatuur warmte uit bijvoorbeeld de Eemshaven kan worden gerealiseerd binnen de gewenste termijn.

Voor de toekomst zien wij drie technologische kansen die een positief effect kunnen hebben op de duurzaamheid en betaalbaarheid van het warmtenet in Groningen:

1. **Power to heat:** directe conversie naar warmte van elektriciteit op momenten van elektriciteitsoverschot kan een duurzame en kostenefficiënte aanvulling geven op de reeds aanwezige warmtebronnen. Een haalbare business case voor de invulling van een substantieel deel van de benodigde warmte wordt niet vóór 2030 verwacht.
2. **Waterstof:** in de komende jaren verwachten wij een toename in het gebruik van waterstof in verschillende sectoren en een toename in de productie van waterstof uit elektriciteit. Benutting van goedkope waterstof kan een aanvulling geven op het gebruik van (bio)gas in het netwerk, of het gebruik van warmtepompen. Wij verwachten op basis van internationaal onderzoek van onder andere de Hydrogen Council dat het grootschalig economisch gebruik van waterstof voor de gebouwde omgeving niet voor 2030 haalbaar zal zijn.

3. **Transitie naar lage temperatuur:** veel duurzame warmtebronnen leveren warmte op lagere temperatuur dan het huidige warmtenet. De duurzaamheid van het warmtenet kan in de toekomst, als de isolatiegraad van het woningbestand dit toelaat, nog sterk verbeterd worden door LT-bronnen op de retourleiding van het huidige warmtenet in te laten voeden.

## 2 Inleiding

Nederland staat voor een belangrijke uitdaging: de huidige energievoorziening is niet duurzaam en zal op relatief korte termijn moeten worden omgebouwd naar een systeem dat wel toekomstbestendig is: betrouwbaar, schoon en betaalbaar. Het vereiste tempo voor deze ombouw, de energietransitie, ligt hoog omdat het huidige energiesysteem een aantal – inmiddels urgente – problemen veroorzaakt. Denk aan de door aardgaswinning veroorzaakte aardbevingen in Groningen, en de risico's van klimaatverandering die onder andere als gevolg van de uitstoot van kooldioxide (CO<sub>2</sub>) bij de verbranding van fossiele energiedragers optreedt. De internationale gemeenschap, Europa, en ook de Nederlandse regering hebben daarom doelstellingen en beleid geformuleerd om de energievoorziening te verduurzamen. Deze verduurzaming moet ons minder afhankelijk maken van import van energie, kan de kosten van de energievoorziening omlaag brengen, maar moet bovenal een te grote klimaatverandering voorkomen.

Ook de ambities op energiegebied van de stad Groningen zijn groot. Met een aandeel van 40% van het totale energieverbruik is verduurzaming van warmte een belangrijk onderdeel van deze ambitie. In het Masterplan 'Groningen Energieneutraal' en het Uitvoeringsprogramma 'Groningen geeft energie' uit 2011 zijn dan ook concrete ambities vastgesteld voor de toekomstige warmtevoorziening in de stad:

- Activiteiten op de verduurzaming van de warmte dragen voor minimaal 15% bij aan de beoogde reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.
- Het einddoel is groene warmte. In 2035 worden geen fossiele energiebronnen meer ingezet voor de productie van warmte.

Een belangrijk onderdeel in deze ambitie is de ontwikkeling van een warmtenetwerk dat duurzame warmte levert aan ruim 40.000 woonequivalenten.<sup>3</sup> Om deze ontwikkeling concreet vorm te geven hebben de gemeente Groningen en Waterbedrijf Groningen de handen ineen geslagen en WarmteStad opgericht.

WarmteStad beoogt met Warmtenet Noordwest binnen 10 jaar meer dan 10.000 woningequivalenten van duurzame warmte te voorzien.<sup>4</sup> Dit rapport beschrijft de oplossingen die er zijn om dit net van duurzame warmte te voorzien.

### 2.1 Onderzoek naar een alternatieve warmtebron

In juli 2017 heeft het Staatstoezicht op de Mijnen (SODM), de onafhankelijk toezichthouder op de delfstoffen- en energiewinning in Nederland, een aantal aanbevelingen gedaan aan de geothermiesector en het ministerie van Economische Zaken. Eén van de belangrijkste aandachtspunten voor het SODM is de locatiekeuze; zij adviseren terughoudend te zijn met geothermie in gebieden waar aardbevingen voorkomen als gevolg van gaswinning of op locaties die gelegen zijn dicht bij actieve breuken in de diepe ondergrond.

Eind 2017 besloten de aandeelhouders van WarmteStad om de realisatie van een geothermiebron voor Warmtenet Noordwest te staken. WarmteStad heeft vervolgens de opdracht gekregen om een alternatieve duurzame bron te ontwikkelen voor zijn warmtenet.

---

<sup>3</sup> Gemeente Groningen, nota Groningen duurzaam warm, 2012

<sup>4</sup> Website WarmteStad, 2018

Het onderzoek heeft als primair doel om te komen tot een duurzaam bronsysteem voor het warmtenet. Niet alleen moet deze in de relatief korte tijd van 2 jaar beschikbaar zijn, maar het moet ook op de juiste wijze exploitabel zijn voor WarmteStad. Tijdens het onderzoek worden zoveel mogelijk relevante warmteopties in beeld gebracht die op termijn een bijdrage kunnen leveren aan de energietransitie in het algemeen en duurzame warmtelevering aan het warmtenet in het bijzonder.<sup>5</sup>

Op 1 februari 2018 is op initiatief van WarmteStad een expertsessie georganiseerd met als doel om het onderzoek naar een duurzame bron, als alternatief voor geothermie en voor de huidige, tijdelijke bron van het warmtenet te starten. Tijdens deze sessie zijn diverse warmte-experts, -gebruikers en beleidsmakers geconsulteerd over hun ideeën en wensen voor een passende alternatieve bron. Daarbij zijn ook de succesfactoren benoemd die de keuze voor een bron beïnvloeden en zijn de beoordelingscriteria gedefinieerd waarlangs deze keuze kan worden gemaakt.<sup>6</sup> Deze sessie vormde het startpunt van een besluitvormingsproces om te komen tot een alternatieve warmtebron.

## 2.2 Randvoorwaarden voor het onderzoek

De opdracht aan WarmteStad is geformuleerd op basis van een aantal basiscriteria die door de aandeelhouders op 14 december 2017 zijn opgenomen in de projectopdracht.<sup>7</sup> Naast de uitgangspunten die voor het geothermie project door de gemeenteraad zijn gesteld, zoals het waarborgen van de belangen van de Stadgers zijn de volgende voorwaarden leidend:

- Duurzaamheid, het streven naar een maximale beperking van de CO<sub>2</sub>-uitstoot door het gebruik van fossiele brandstoffen te minimaliseren. Uitgangspunt is een equivalent opwekkingsrendement van 2,2.
- Beschikbaarheid vanaf 1 juli 2020: mede in verband met duurzaamheidsambities van afnemers dient medio 2020 de warmtelevering duurzaam te geschieden.
- Robuustheid, Het leveringsplan voorziet in een warmtelevering van actief 3631 woningequivalenten echter dient voor een WE van 7.500 voldoende warmte te kunnen leveren.
- De warmtelevering dient voldoende rendabel te zijn. Een minimaal rendement van meer dan 6% dient haalbaar te zijn.
- Betaalbaarheid: de betaalbaarheid voor de afnemers dient conform de warmtewet *Niet Meer Dan Anders* (NMDA) te zijn.
- Betrouwbaarheid: WarmteStad heeft betrouwbaarheid en leveringszekerheid hoog in het vaandel staan. Het bronsysteem dient dit te ondersteunen en deze eigenschap ook in de praktijk al voldoende mate te hebben bewezen.

## 2.3 Doelstelling rapport

Het onderzoeksproces bestaat uit twee fasen, zoals schematisch is weergegeven in **Figuur 1**. Aan het einde van fase twee van het onderzoek ligt er een investeringsvoorstel met daarin de uitwerking van een voorkeurs- en een

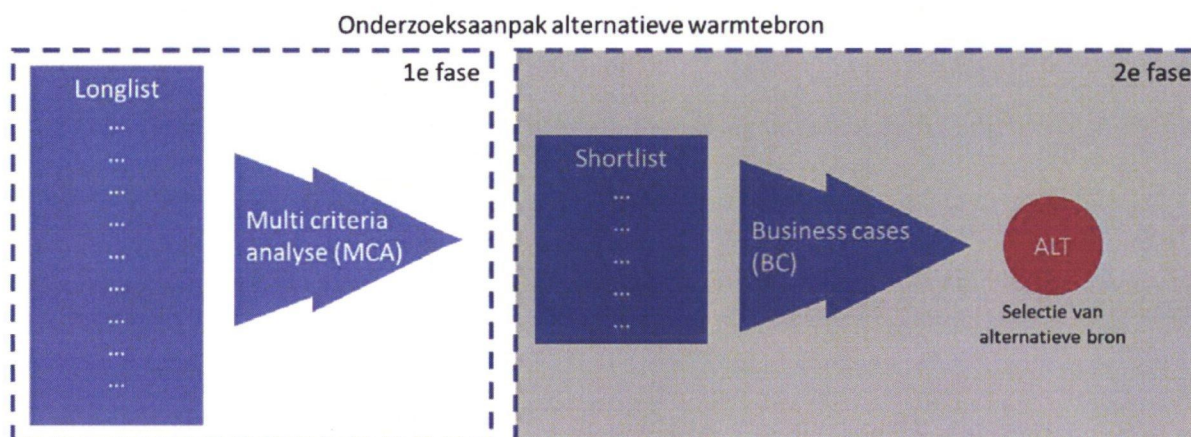
---

<sup>5</sup> D. Takkebos, R. Paulusma, Memo stand van zaken aan Raadscommissie GG, 14 maart 2018

<sup>6</sup> Samenvatting Expertsessie van 1 februari 2018

<sup>7</sup> WarmteStad, Plan van aanpak alternatieve warmtebron WarmteStad, 2018

terugvaloptie voor het bronsysteem. Vervolgens worden deze twee duurzame systemen uitgewerkt in een business-case (BC) en aangeboden voor definitieve besluitvorming. Dit rapport beschrijft de eerste fase van het onderzoek.



Figuur 1: Schematische weergave van het besluitvormingsproces zoals gedefinieerd door WarmteStad<sup>8</sup>

#### Doelstelling van het rapport:

1. Advies geven aan de aandeelhouders van WarmteStad welke bronsystemen voor verdere uitwerking in aanmerking zouden moeten komen om op korte termijn een bronsysteem met duurzame warmte op het bestaande Groningse warmtenet aan te kunnen sluiten.
2. Inzicht geven in de mate waarin alle verschillende bronsystemen passen op de geformuleerde en gewogen criteria.
3. Een globale doorkijk geven naar mogelijke kansen op de langere termijn voor WarmteStad en de stad Groningen voor het realiseren van aanvullende bronnen bij groeiende warmteafname.

Het rapport beschrijft de selectie van een shortlist van bronsystemen die vanuit een expertmatig perspectief het best passen bij de ambities van de gemeente Groningen en haar bewoners. Een expertteam bestaande uit Waterbedrijf Groningen, Gemeente Groningen en Arch heeft hiervoor een multicriteria-analyse (MCA) opgezet. In deze analyse wordt een longlist van bronsystemen, gedefinieerd door WarmteStad, gescoord langs een set van gewogen criteria die relevant zijn in de uiteindelijke keuze voor een bronsysteem. Deze score is gedaan in de vorm van factsheets per bronsysteem. Ecofys heeft deze factsheets gereviewed en waar nodig aangevuld en bijgedragen aan het wegen van de criteria. Vergelijking van de scores resulteert in een shortlist opgesteld van de bronsystemen die hoog scoren op de criteria die het expertteam ziet als belangrijk voor succesvolle implementatie een alternatieve warmtebron.

Deze shortlist vormt de basis voor meer gedetailleerd onderzoek naar het bronsysteem. Dit vervolgonderzoek is een onderdeel van de tweede fase in het onderzoek en staat buiten de scope van dit rapport.

Er wordt in deze projectfase nog bewust geen keuze gemaakt voor een definitief bronsysteem. Deze keuze hangt namelijk sterk af van ontwerpdetails, mogelijke partners en specifieke locatie-gebonden kansen. De scoring in deze

<sup>8</sup> WarmteStad, Plan van aanpak alternatieve warmtebron WarmteStad, 2018

onderzoeksfase is gedaan vanuit het perspectief van warmte- en energie-experts. In de uiteindelijke keuze moet ook nog een bedrijfsmatige, politiek-maatschappelijke afweging worden gedaan.



### 3 Multicriteria analyse

In veel besluitvormingsprocessen moet uit een groot aantal opties een keuze worden gemaakt. Vaak is het niet mogelijk deze besluitvorming te baseren op een enkel criterium, zoals bijvoorbeeld kosten, maar spelen er meerdere belangen en waarden die tegen elkaar afgewogen kunnen worden. Hogere kosten kunnen acceptabel zijn als bijvoorbeeld de risico's kleiner zijn.

Om in dergelijke besluitvormingsprocessen een goede, afgewogen keuze te kunnen maken tussen de vele opties en criteria is de multicriteria-analyse (MCA) ontwikkeld. In deze evaluatiemethodiek kunnen alternatieve opties worden gewaardeerd langs meerdere criteria, waarna een afweging gemaakt kan worden aangaande welke van deze criteria het meest belangrijk zijn om te komen tot een goed, rationeel inzicht.

In de keuze voor een alternatieve warmtebron heeft WarmteStad gekozen om via een MCA een longlist van verschillende bronsystemen verder te trechteren naar een shortlist. Dit proces is hier uitstekend geschikt voor, aangezien in een relatief korte tijd kan worden toegewerkt naar de bronsystemen die het meest kansrijk zijn voor daadwerkelijke realisatie. De transparante wijze waarop de MCA is opgezet stelt besluitvormers in staat de weging en beoordeling aan te passen op basis van het politiek-bestuurlijke perspectief

Een meer gedetailleerde beschrijving van hoe WarmteStad het evaluatieproces en de MCA heeft hebben vormgegeven is opgenomen in Appendix A van dit rapport.

## 4 Warmtestrategie

### 4.1 Visie op het warmtenet in Groningen

De visie van WarmteStad op het toekomstige bronsysteem dat Warmtenet Noordwest van duurzame warmte moet gaan voorzien, is gestoeld op het uitgangspunt dat een mate van duurzaamheid moet worden bereikt die minimaal gelijk is aan die van het eerder uitgewerkte geothermische systeem. Daarbij is het belangrijk dat een maximale beperking van de CO<sub>2</sub>-uitstoot gerealiseerd kan worden door het gebruik van fossiele brandstoffen te minimaliseren.

Dit betekent dat WarmteStad medio 2020 op een duurzame (EOR  $\geq$  2.2), rendabele en betaalbare wijze in de warmtelevering voor 3.651 woonequivalenten wil kunnen voorzien, waarbij opschaling naar 7.500 en zelfs 10.000-15.000 woonequivalenten tot de opties moet behoren. Betrouwbaarheid en leveringszekerheid staan bij WarmteStad hoog in het vaandel, een nieuwe bron moet dan ook voortkomen uit een bewezen degelijke techniek om op deze manier de belangen van de bewoners en warmtegebruikers te allen tijde te kunnen waarborgen.<sup>9</sup>

Als uitgangspunt voor het ontwerp van Warmtenet Noordwest kiest WarmteStad voor een warmtenet op hoge temperatuur (90°C), waarbij de retourleiding op termijn mogelijk kan worden gebruikt voor lage temperatuur aansluitingen (50°C). WarmteStad heeft deze keuze gebaseerd op de Groningse situatie met veel bestaande woningen met beperkte isolatiegraad.<sup>10</sup>

### 4.2 MCA criteria voor beoordeling alternatieve bron

Om te komen tot een goede afweging van de verschillende mogelijke warmtebronnen maakt WarmteStad gebruik van de multicriteria-analyse (MCA) methodiek. De basislijst van criteria die wordt gebruikt in de MCA, is vastgesteld in het plan van aanpak van WarmteStad.<sup>9</sup> Deze lijst is in de Expertsessie van 1 februari 2018 en in diverse gesprekken met het expertteam verder aangevuld en aangescherpt. De definitieve lijst bestaat uit 10 basiscriteria (zie Tabel 2), verder onderverdeeld in 25 subcriteria. De gedetailleerde lijst met criteria is te vinden in Appendix B van dit rapport.

De criteria die door WarmteStad zijn gedefinieerd vormen de basis om de verschillende bronsystemen per criterium op een objectieve en onafhankelijke wijze tegen elkaar af te wegen. Deze weging en de score per bronsysteem is gedaan op basis van het oordeel van energie- en warmte-experts. Dit maakt dat een criterium als maatschappelijk draagvlak, ondanks het belang ervan, niet is opgenomen in de MCA. De weging van maatschappelijk draagvlak tegenover andere waarden is primair een politiek-bestuurlijke keuze. In paragraaf 6.1.5 komen wij hier nader op terug.

WarmteStad heeft voor duurzaamheid de randvoorwaarde gedefinieerd dat het equivalent opwekrendement (EOR) groter moet zijn dan 2,2. Dit criterium betreft het totale systeem, inclusief alle bronnen en het netwerk zelf. Voor de beoordeling van de bronsystemen kijken wij naar een afgeleid duurzaamheids criterium, namelijk de primaire energie ratio (PER). Dit criterium geeft weer hoeveel energie er gebruikt moet worden om warmte te produceren en is daarmee een maat voor de energie efficiëntie.

---

<sup>9</sup> WarmteStad, Plan van aanpak alternatieve warmtebron WarmteStad, 2018

<sup>10</sup> WarmteStad, Memo Laag temperatuur warmtenetten, april 2018

## 4.3 Argumentatie voor weging criteria

Niet alle criteria hebben dezelfde waarde in de weging. Het expertteam van WarmteStad en Ecofys heeft alle basis-criteria met elkaar vergeleken en een afweging gemaakt welk criterium vanuit het expertperspectief het meeste belang heeft. Deze criteria hebben het meeste gewicht meegekregen in de MCA, dit is per criterium aangegeven in Tabel 2. Deze weging loopt van zwaar, naar gemiddeld, naar licht. De scores die de individuele bronsystemen hebben gekregen worden vermenigvuldigd met de weging van het criterium. Dit proces is uitgebreider beschreven in Appendix A.

Tabel 2: Lijst met basiscriteria, definitie en weging

Criterion	Definitie	Weging
<b>Leveringszekerheid</b>	Continuïteit van de levering van de warmte gedurende het jaar en gedurende de economische levensduur van de warmtebron	Zwaar (15)
<b>Prijsmechanismen</b>	De prijs van warmte op basis van een volume van 7500 woonequivalenten en de bewegelijkheid van de warmteprijs gedurende de economische levensduur van de warmtebron	Zwaar (12)
<b>Techniek</b>	Mate waarin het bronsysteem zich in de EU zich al bewezen heeft in de vorm van bestaande, operationele installaties. Een goede score betekent dat in een aanbesteding waarschijnlijk meerdere partijen in staat zijn om het bronsysteem te realiseren en bovendien dat kinderziekten reeds zijn verholpen	Zwaar (10)
Duurzaamheid: kans op een <b>gunstige PER</b>	Mate waarin het bronsysteem een goede primaire energie ratio (PER) heeft. Dit is de verhouding tussen de hoeveelheid geleverde energie en gebruikte primaire energie. Dit criterium is beoordeeld op de hoeveelheid CO <sub>2</sub> -emissies van de primaire energie van het bronsysteem per geleverde GJ warmte. <sup>11</sup>	Gemiddeld (9)
<b>Toekomstgerichtheid</b>	Mate waarin de bron is op te schalen of uit te breiden tot 11.700 woning-equivalenten en de mate waarin de bron op kan overschakelen op een alternatieve brandstof	Gemiddeld (9)
<b>Juridische maakbaarheid</b>	Mate waarin de bron aanpassingen vereist in de huidige regelgeving en de gevoeligheid van de bron voor veranderende wet- en regelgeving. Bij dit criterium wordt niet gekeken naar de praktische vergunbaarheid van het bronsysteem op een specifieke locatie.	Gemiddeld (7)
<b>Locatieaspecten</b>	Mate waarin de omwonenden hinder kunnen gaan ondervinden van de bron in de vorm van emissies, verkeersbewegingen, geluid en de mate waarin ecologische waarden worden geschaad, binnen bestaande wettelijke kaders. Dit criterium is als licht beoordeeld, omdat de wettelijke kaders de overlast op de omgeving al aanzienlijk beperken.	Licht (6)

<sup>11</sup> De PER is een effectieve manier om de duurzaamheid van het bronsysteem te beoordelen. De duurzaamheid van het gehele warmtenet kan worden bepaald via de EOR. De EOR is een maat voor de duurzaamheid en efficiëntie van het gehele warmtenet, inclusief de warmteverliezen in het netwerk en de energie die nodig is voor pompen.

<b>Beheersbaarheid</b> (bedrijfs- en operationele processen)	Mate waarin de bron specifieke bedrijfskennis verlangt bij exploitatie en de mate waarin strategische partners nodig zijn bij de realisatie	Licht (6)
<b>Maatschappelijke spin-off</b>	Mate waarin de bronsoort de regionale binding en economie versterkt, zoals een toename in werkgelegenheid en gebruik van lokale grondstoffen en hulp-materialen. In dit criterium wordt gekeken naar de mate waarin de bron bijdraagt aan de positionering van de stad Groningen als energiestad.	Licht (5)
<b>Snelheid en tempo realisatie</b> <= 1 juni 2020	De waarschijnlijkheid dat het bronsysteem op korte termijn, medio 2020, exploitabel is voor 3.500 woning-equivalenten.	Licht (5)

## 5 Potentiële duurzame warmtebronnen

### 5.1 Longlist van kansrijke bronsystemen

WarmteStad heeft een brede inventarisatie en marktconsultatie opgezet naar verschillende mogelijke duurzame warmtebronnen voor het warmtenet. Om te komen tot een bronsysteem voor het warmtenet is het belangrijk dat de samenstelling in van individuele bronnen zo wordt gekozen dat ze complementair zijn en gezamenlijk de basislast, pieklast en back-up kunnen invullen. Het bronsysteem is dan in staat om in te voeden op het bestaande warmtenet, met hoge temperatuur warmte boven de 70°C.

Op basis van deze voorwaarde zijn nog steeds een zeer groot aantal combinaties van bronnen mogelijk. WarmteStad heeft met inachtneming van de lokale situatie een longlist van negen bronsystemen, gedefinieerd.<sup>12</sup> Deze gekozen bronsystemen bestaan uit combinaties van technisch bewezen bronnen die samen in staat zijn, het hele jaar door, voldoende warmte te leveren. Voor deze bronsystemen zijn door WarmteStad keuzes gemaakt over de globale dimensionering en verdeling van de individuele bronnen.

Deze longlist van negen bronsystemen, zoals opgesteld door WarmteStad, vormt de basis voor de MCA en de conclusies in dit rapport. De weging en de onderliggende argumentatie geven beslissers inzicht in de mate waarin het bronsysteem past op de geformuleerde en gewogen criteria en welke aandachts- of onderzoekspunten kunnen worden opgepakt in de volgende procesfase.

### 5.2 Beschrijving van de bronsystemen

In alle negen bronsystemen zijn gasketels opgenomen. Deze gasketels zijn een standaard onderdeel van warmtenetten en leveren back-up warmte wanneer een deel van de bron in onderhoud of storing is en zorgen voor aanvullende warmtelevering bij hoge piekvraag in de winterperiode.

#### 1. Biomassa

De verbranding van biomassa wordt veel toegepast, met name om hoge temperatuur warmtenetten te verduurzamen. In centrales wordt biomassa, zoals bijvoorbeeld snipperhout, verbrand om warmte te produceren voor het warmtenet. Bij de verbranding van biomassa komt CO<sub>2</sub> vrij, maar niet meer dan de biomassa tijdens haar groei heeft opgenomen uit de atmosfeer. Dit maakt biomassa een vrijwel CO<sub>2</sub>-neutrale brandstof. Er zijn alleen indirecte emissies voor de productie en transport van de biomassa. Voor een duurzaam warmtenet is het van belang dat de biomassa op een duurzame wijze wordt verkregen en dat met de productie van biomassa geen voedselproductie wordt geschaad. Een duurzame bron van biomassa is bijvoorbeeld knip- en snoeiafval uit de omgeving en aanliggende gemeentes. Dit is een duurzame bron wanneer de aangroei in een gelijk tempo gaat als het verbruik.

Om te voldoen aan de Nederlandse milieueisen, is het van belang om tijdens de verbranding van biomassa de rookgassen te zuiveren, zodat alleen schone, reukloze rookgassen de schoorsteen zullen verlaten. Aan het eind van het

---

<sup>12</sup> WarmteStad, Memo Stand van Zaken raadscommissie Duurzame bron, maart 2018

verbrandingsproces is alle biomassa volledig verbrand, alleen de as blijft over. Deze as kan worden afgevoerd naar een gecertificeerd afvalbedrijf, waar het hergebruikt kan worden.

In Nederland zijn verschillende vergelijkbare warmtenetten die draaien op de verbranding van biomassa. Zo produceert Warmtebedrijf Ede warmte die wordt gemaakt van lokaal afkomstige houtsnippers uit bosbeheer en knip- en snoeiafval uit tuinen. In twee bio-energieinstallaties in Ede ('Bio-energie De Vallei' en 'Bio-Energie Ede') worden de snippers omgezet in groene warmte. Via het groene warmtenet worden inmiddels ca. 15.000 woningen en bedrijven verwarmd. Aangesloten huishoudens besparen zo direct 85% op hun CO<sub>2</sub>-uitstoot.

De bewezen techniek en beschikbaarheid van biomassa in de omgeving van Groningen maakt deze bron interessant voor WarmteStad. Belangrijke afwegingen voor netten op biomassa, zijn de transportbewegingen (aantal en afstand) die nodig zijn om voldoende biomassa aan te kunnen leveren en de duurzaamheid en prijs van de bron.

## 2. Biogas

Door biomassa te vergisten ontstaat biogas wat gebruikt kan worden voor energetische doeleinden. Biogas heeft een kort-cyclische CO<sub>2</sub>-uitstoot, waarbij de netto emissies met name worden bepaald door de energie om de biomassa te verwerken en te transporteren. Biogas kan gewonnen worden uit verschillende vormen van plantaardig of dierlijk materiaal. Voorbeelden zijn plantaardige reststromen, zoals bijvoorbeeld bladresten, of de vergisting van GFT en bermgras. Ook mono-(koeien)mest vergisting behoort tot de mogelijkheden, net zoals het verkrijgen van gas uit rioolslib.

Biogas kan gereinigd en opgewerkt worden tot zogenoemd groen gas, dit gas heeft dezelfde chemische samenstelling als aardgas en kan dus worden geïnjecteerd in het aardgasnetwerk. Het is ook mogelijk om biogas direct te gebruiken in een zogenoemde bio-WKK, aangeleverd via een speciale biogas pijpleiding rechtstreeks vanaf de producent. In deze situatie is het belangrijk dat de afstand tussen de gasproducent en de warmtekrachtinstallatie zo klein mogelijk gehouden kan worden, om zo aanleg- en onderhoudskosten te beperken.

Essentieel voor deze warmtebron is een geschikte partner die voldoende biogas kan leveren, hierbij is het belangrijk dat de levering van geschikte kwaliteit is en langjarig beschikbaar. Eventuele seizoensvariatie in de productie van biogas moet gebufferd worden met gasopslag.

In Nederland zijn inmiddels al een aantal *biogas rotondes* gerealiseerd, zoals in Zeewolde en Twente, die een goede integratie van biogas en warmtenetwerken laat zien. In verschillende steden in Nederland wekt Ennatuurlijk een deel van hun warmte op uit biogas. Dit gebeurt onder andere in Leeuwarden, Apeldoorn en Zeewolde waar biogas wordt verkregen uit rioolwaterzuiveringsinstallaties en veehouders. Deze lokale en innovatieve oplossing zorgt ervoor dat bijvoorbeeld de koeien van een melkveehouder een bijdrage kunnen leveren aan de verwarming van een nabijgelegen wijk.

Verschiedende lokale Groningse partijen zijn al verantwoordelijk voor de productie van biogas, zoals de Suikerunie, Attero, Stainkoel'n en Waterschap Noorderzijlvest.<sup>13</sup> Deze lokaal aanwezige bronnen maken biogas tot een aantrekkelijk bronsysteem voor WarmteStad.

---

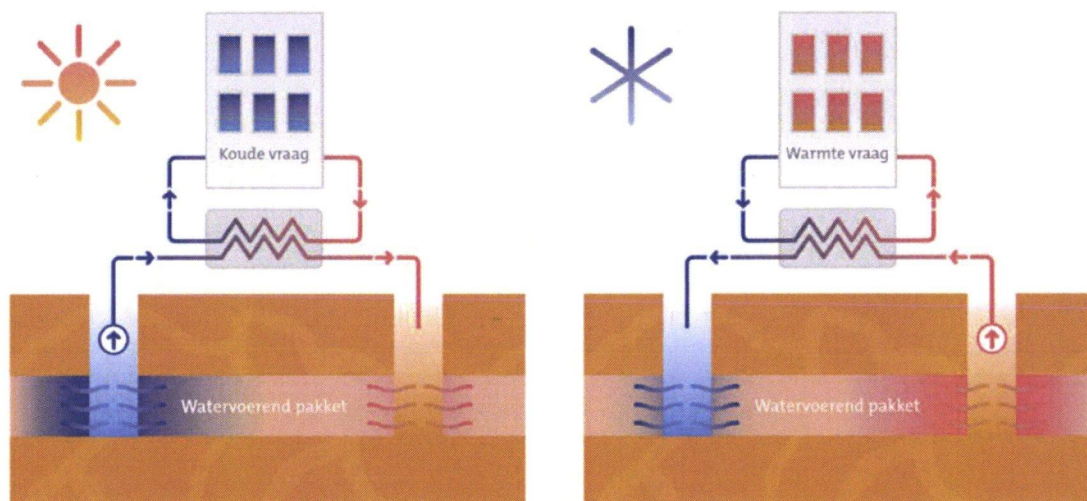
<sup>13</sup> Bron: website Groningen energieneutraal: Versnellingsstafel Biomassa/groen gas 2017

### 3. Ondiepe bodemwarmte in combinatie met warmtepomp

De ondiepe bodem onder de stad Groningen is zeer geschikt voor het winnen van warmte vanwege de gunstige ligging van de watervoerende bodemlagen. Uit deze waterlagen kan warmte worden gewonnen die van nature aanwezig is. Met name in de winterperiode kan lage temperatuur warmte uit het grondwater worden gehaald en in temperatuur opgewaardeerd, zodat het kan worden ingevoerd op het hoge temperatuur warmtenet. Deze opwaardering wordt gerealiseerd door een warmtepomp op elektriciteit.

De benutting van warmte uit de ondiepe bodem kan worden gerealiseerd zonder dat er diepe boringen nodig zijn, zoals het geval is bij geothermie. Eerdere inschattingen geven voor de stad Groningen een warmtepotentie tot 1.000.000 woningen voor open bodemwarmte systemen.<sup>14</sup> Om aan de huidige warmtevraag van het warmtenet te kunnen voldoen, moeten ongeveer 2 doubletten worden aangesloten. Met de groei van het aantal aansluitingen zal dit aantal verder moeten groeien naar ongeveer 8 doubletten in 2024.<sup>15</sup> Deze bronnen moeten op voldoende afstand van elkaar liggen om elkaar niet te beïnvloeden.

Om de warmtebron langdurig bruikbaar te houden, is het van belang om elk jaar ongeveer evenveel warmte in de bron te terug te stoppen, als dat er warmte wordt gewonnen: de bron moet in balans zijn. Met name in de zomerperiode kan warmte worden terug gestopt in de bodem. Dit kan door met koude uit de bron actief en passief gebouwen te koelen. Voor dit bronsysteem schat WarmteStad in dat 25% van de warmte uit de bron kan worden teruggewonnen door het actief leveren van koude aan enkele partijen in de omgeving van de bron. De inkomsten uit deze koude-levering kunnen de financiële haalbaarheid van deze oplossing verbeteren.



Figuur 2: Voorbeeld van de benutting van ondiepe bodemwarmte<sup>14</sup>

<sup>14</sup> IF Technology, Potentieelstudie bodemenergie gemeente Groningen, 2012

<sup>15</sup> Afschatting op basis van berekeningen van WarmteStad

#### 4. Warmte uit oppervlaktewater met warmtepomp

Net zoals water in de bodem, kan ook oppervlaktewater een goede bron zijn van warmte voor een warmtenet. De temperatuur van het water is gedurende het jaar redelijk constant, waardoor er ook in de winter warmte aan het oppervlaktewater kan worden onttrokken met een relatief goede efficiëntie. In tegenstelling tot ondiepe bodemwarmte is het niet nodig de bron te balanceren. Water kan worden gebruikt voor koeling in de zomer.

Voor dit bronsysteem heeft WarmteStad het Van Starckenborghkanaal op het oog als warmtebron. Om de warmte in te kunnen voeren in het warmtenet moet de lage temperatuur warmte worden opgewaardeerd tot hoge temperatuur warmte. Net zoals bij het benutten van ondiepe bodemwarmte gebeurt dit met een elektrische warmtepomp.

Er zijn wereldwijd vergelijkbare warmtenetten die gebruik maken van warmte uit oppervlaktewater. Värtan Ropsten is de grootste installatie ter wereld die zijn warmte verkrijgt uit zeewater en afgeeft aan het warmtenet van Stockholm. De installatie is met een totale capaciteit van 190MW bijna vijfmaal groter dan het vermogen dat WarmteStad nodig heeft in 2024. Grote hoeveelheden zeewater worden gebruikt als warmtebron, waarbij warm oppervlaktewater wordt onttrokken in de zomer, en water van 15 meter diep wordt gebruikt in de winter.

#### 5. Zonnewarmte met seizoensopslag

In het bronsysteem 'Zonnewarmte met seizoensopslag' heeft WarmteStad een systeem van bronnen gedefinieerd waarbij de warmte uit zonlicht wordt gebruikt als warmtebron. De warmte wordt met name geproduceerd in en rond de zomermaanden, wanneer de intensiteit van het zonlicht maximaal is. Om de warmte in de koude maanden te kunnen benutten, wordt deze opgeslagen in een grote warmteopslag, onder of boven de grond.

De temperatuur van de warmte die de zonthermische panelen genereren is voldoende om in te voeren op het warmtenet. De warmte die wordt opgeslagen, koelt echter af. Om deze te kunnen benutten moet deze worden opgewaardeerd met een warmtepomp.

Wereldwijd zijn er diverse warmtesystemen die gebruik maken van zonnewarmte en seizoensopslag<sup>16</sup>. Met name in Denemarken zijn veel systemen te vinden. De grootste tot nu toe, in Silkeborg, heeft een paneeloppervlak van ruim 15 hectare en levert zonnewarmte met een piekvermogen van 110MW. Voor een afname van 11.700 woonequivalenten zal dit op basis van het aandeel en vermogen dat WarmteStad voorziet voor zonnewarmte een ruimtebeslag vragen van grofweg 2,5 hectare.

---

<sup>16</sup> Zie voor een overzicht bijvoorbeeld de database op <http://solar-district-heating.eu/>





Figuur 3: Grootste zonthermische installatie ter wereld in Silkeborg, Denemarken<sup>17</sup>

## 6. Power to heat

Met de toename van duurzame elektriciteitsbronnen, zoals zon en wind, komen er steeds meer momenten dat er meer elektriciteit wordt geproduceerd dan er wordt gebruikt. Op een dergelijk moment is de prijs van elektriciteit op de elektriciteitsmarkt zeer laag en soms zelfs negatief. Dankzij de grote hoeveelheid opgestelde vermogens voor zon en wind in mate name Duitsland, profiteren wij in Nederland ook van deze lage prijzen, met name op zonnige, winderige dagen.

Het power to heat bronsysteem benut deze goedkope stroom en zet deze om in warmte die gebruikt kan worden in het warmtenet. Omdat de lage elektriciteitsprijzen slechts enkele malen per jaar voorkomen en ook nog eens kort duren, levert power to heat op dit moment maar een klein aandeel in de totale warmtevraag van het warmtenet. Op termijn neemt de frequentie en de duur van de lage elektriciteitsprijzen toe. Door WarmteStad wordt de huidige productie van warmte uit power to heat ingeschat op 5% van de totale jaarlijkse warmtevraag op het warmtenet. Deze inschatting is gedaan op basis van de momenten in het jaar waarop WarmteStad negatieve stroomprijzen verwacht. Het resterende deel van de warmtevraag wordt ingevuld via de verbranding van aardgas.

## 7. Zonnewarmte met lage temperatuur restwarmte

Dit bronsysteem combineert zonnewarmte in de zonnige maanden, met het gebruik van lage temperatuur restwarmte in een groot deel van de overige maanden. Het grote voordeel hiervan is dat de seizoensopslag die nodig was in oplossing 5 niet meer nodig is en is een warmteopslag voor een week voldoende.

Een belangrijk element in de haalbaarheid van dit bronsysteem is de aanwezigheid van lage temperatuur restwarmte. Dit bronsysteem beoogt specifiek de restwarmte van de Suiker Unie te benutten tijdens de bietencampagne van medio september tot medio februari. Suiker Unie heeft in die periode grote hoeveelheden warmte beschikbaar.

---

<sup>17</sup> Bron: Arcon-Sunmark, 2018

Het gebruik van andere restwarmtebronnen met een groot volume is ook een mogelijkheid. De lage temperatuur restwarmte wordt op hoge temperatuur gebracht door een warmtepomp.

De combinatie van zonne-energie en lokale restwarmte uit de suikerproductie is een zeer aantrekkelijk bronsysteem qua profilering van Groningen als energie regio en benut en stimuleert regionale economische verbanden.

## **8. Lage temperatuur restwarmte met seizoensopslag**

Ook dit bronsysteem gebruikt restwarmte uit de Suiker Unie gedurende de maanden van de bietencampagne. Voor de warmtevraag in de resterende maanden wordt gebruikt gemaakt van een opslag en deze warmte wordt opgewaardeerd tot hoge temperatuur via een warmtepomp. Waar internationaal de meeste bronsystemen een seizoensopslag hebben om de wintervraag te bufferen, heeft deze oplossing de opslag juist om de zomervraag af te dekken. De seizoensbuffer kan daarom kleiner en goedkoper worden gehouden.

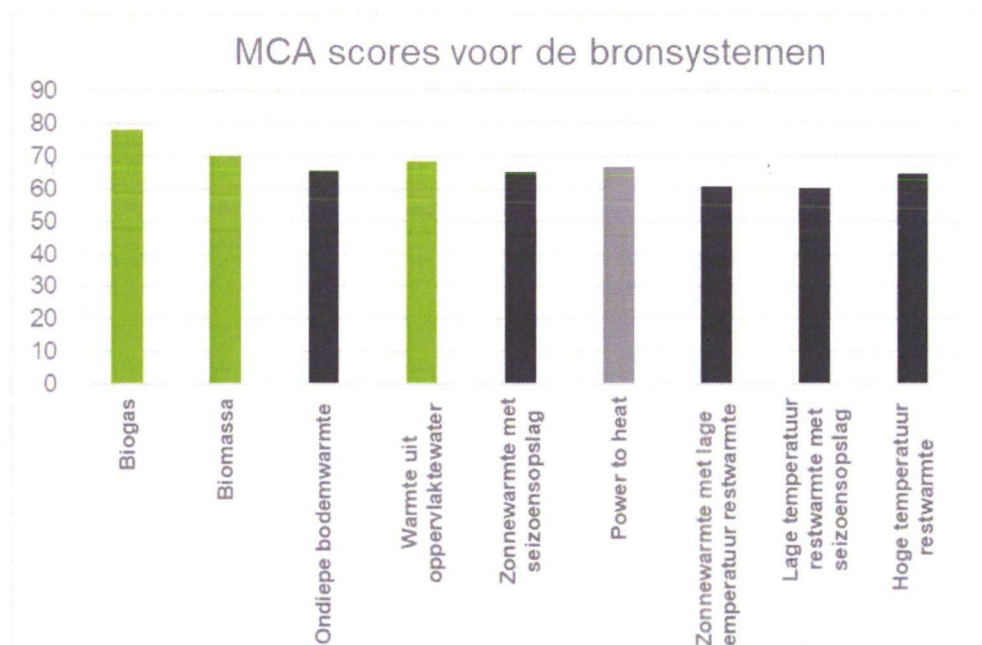
## **9. Hoge temperatuur restwarmte**

Hoewel er in de directe nabijheid van de stad Groningen geen geschikte bronnen van hoge temperatuur warmte zijn te vinden, is het ook mogelijk om deze warmte van verder weg te laten komen. Voor dit bronsysteem gaat Warmte-Stad uit van een hoge temperatuur warmtebron uit de Eemshaven of de haven bij Delfzijl. Hier zijn diverse energiebedrijven te vinden die bij de productie van elektriciteit proceswarmte overhouden.

Via een pijpleiding kan deze warmte worden getransporteerd van de bron naar het warmtenet in de stad Groningen. Deze vorm van gebruik van restwarmte wordt in Europa veel toegepast en is ook de basis van de warmtenetten in onder andere Rotterdam, Amsterdam, Utrecht en het Amernet in Breda.

## 6 De groep van best denkbare warmtebronnen voor WarmteStad Groningen

De drie bronsystemen die het beste scoren en die zijn geselecteerd voor de shortlist zijn aangegeven in groen. Figuur 4 laat de scores zien voor de verschillende bronsystemen. De bronsystemen op de shortlist, met een opsomming van de sterke punten en aandachtspunten, staan vermeld in Tabel 3. De verschillen worden besproken in de volgende paragraaf.



Figuur 4: MCA scores voor de verschillende bronsystemen

Het bronsysteem met power to heat hebben wij niet meegenomen in de shortlist omdat de potentie van warmte uit power to heat pas in de toekomst zal ontstaan bij meer frequentere momenten van lage of negatieve stroomprijzen. Power to heat kan in de toekomst een onderdeel vormen van het warmtenet, zoals besproken in paragraaf 8.1.

Tabel 3: Shortlist van bronsystemen

Bronstelsysteem	Sterke punten	Aandachtspunten
<b>Biogas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimale impact op het bestaande warmtenet en haar bronnen, mits voldoende gezuiverd</li> <li>• Mogelijkheid tot regionale versterking in biogasproductie</li> <li>• Lage mate van complexiteit en hoge betrouwbaarheid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuze voor eigen productie van biogas, directe afname van een leverancier of de inkoop van groen gas</li> <li>• Omvang toekomstige biogasmarkt en -prijzen zijn onzeker</li> </ul>
<b>Biomassa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeer beproefde oplossing</li> <li>• Mogelijkheid tot regionale versterking door gebruik van lokale reststromen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuze over de bron van de biomassa, lokaal of export</li> <li>• Bevoorrading van biomassa-centrale kan zorgen voor overlast</li> <li>• Verbranding zorgt voor emissies van o.a. fijnstof</li> <li>• Omvang toekomstige biomassa-markt en -prijzen zijn onzeker</li> </ul>
<b>Warmte uit oppervlaktewater</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovatieve oplossing met zeer weinig impact op de omgeving</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grijs stroom voor warmtepomp zorgt voor veel indirecte emissies</li> </ul>

## 6.1 Belangrijkste criteria in de MCA

Om de selectie van de bronsystemen goed te kunnen duiden, geven wij hieronder de argumentatie weer voor de belangrijkste basiscriteria en de onderliggende subcriteria.

### 6.1.1 Betaalbaarheid

De negen bronsystemen in de longlist verschillen niet sterk van elkaar in de verwachte kostprijs per GJ, met uitzondering van warmtelevering op basis van biomassa, die relatief goedkoop is, mede door de beschikbare SDE+-subsidie. Betaalbaarheid is daarmee geen sterk onderscheidend criterium. Een meer gedetailleerde inschatting van de kosten van de bronsystemen in een volgende projectfase, kunnen helpen om sterker te differentiëren op de kostprijs van het bronsysteem.

Ondanks de vergelijkbaarheid in kosten per GJ, zijn er een aantal verschillen in onderdelen die de kostprijs voor de bronsystemen bepalen.

#### Lagere implementatiekosten door gebruik van biogas in bestaande assets

De huidige warmtebronnen in het warmtenet van WarmteStad zijn gasketels en WKKs. Deze kunnen ook gebruikt worden voor de verbranding van groen gas en mogelijk met kleine aanpassingen worden voor gebruik van biogas. Dit maakt dat het bronsysteem met biogas lagere implementatie- en investeringskosten heeft dan andere bronsystemen.

#### Opwaarderen van warmte naar hoge temperatuur is relatief duur

Bij de bronsystemen waarbij lage temperatuur warmte wordt opgewaardeerd naar hoge temperatuur wordt het grootste deel van de kostprijs voor warmte bepaald door de hoge kosten van investering, onderhoud en elektriciteit

van de warmtepomp. Het warmtenet van WarmteStad wordt gebruikt op hoge temperatuur, waardoor de lage temperatuur bronnen qua prijs minder gunstig scoren. Deze bronsystemen worden echter zeer competitief wanneer de temperatuur van het warmtenet wordt verlaagd of wanneer delen van het warmtenet op lage temperatuur worden bedreven.

## **De daadwerkelijke kosten voor warmteopslag zijn onzeker**

De kosten voor opslag van warmte, zowel boven als ondergronds, variëren tussen de 0.1 – 10 €/kWh, afhankelijk van de omvang en het type opslagsysteem.<sup>18</sup> Voor de bronsystemen die gebruik maken van seizoensopslag schatten wij een benodigde capaciteit in van boven 100.000 GJ. Opslagkosten van 1 €/kWh leiden tot een kostprijsverhoging van 4 €/GJ, bijna 25% van het wettelijk vastgestelde maximale warmtetarief. Voor een betere inschatting van de kosten voor lange termijn opslag bevelen wij aan een specifiek onderzoek te laten uitvoeren naar locaties en mogelijkheden.

### **6.1.2 Leveringszekerheid**

De zekerheid dat een gebruiker warmte ontvangt op het moment dat deze nodig is, wordt door het expertteam als zeer belangrijk criterium beschouwd. In de samenstelling van de bronsystemen is al rekening gehouden met de leveringszekerheid door gebruik te maken van complementaire bronnen en back-up. Hiermee is leveringszekerheid in de jaarlijkse exploitatie voor alle oplossingen ingevuld en daarmee dus een weinig onderscheidend criterium.

Wel onderscheidend is hoe de leveringszekerheid zich zal ontwikkelen op de langere termijn, met name voor biogas, biomassa en (hoge temperatuur) restwarmte.

## **Toekomstige omvang en prijzen in de biomassa en biogas markt zijn onzeker**

Zowel biomassa als biogas zijn oplossingen om de energievoorziening te verduurzamen. Internationaal zien wij een toenemende vraag naar deze oplossingen. Deze vraag wordt niet alleen gedreven door de warmtevraag in de gebouwde omgeving, ook voor de verduurzaming van industriële warmtevraag is er in de toekomst een grotere vraag te verwachten naar biomassa en biogas. Voor biogas is daarnaast ook nog een toenemende vraag te verwachten vanuit een duurzame mobiliteitsbehoefte, met name voor vracht- en langeafstandsvervoer. Parallel aan de toename van de vraag neemt ook het aanbod toe. Uit een inventarisatie van de potentie voor biogas in Europa blijkt dat een substantieel deel van de toekomstige warmtevraag kan worden ingevuld met biogas<sup>19</sup>. De snelheid van ontwikkeling van vraag en aanbod zijn op dit moment nog onzeker. Ook is nog onzeker of de toekomstige marktprijs het economisch rendabel gebruik van biogas en biomassa onder druk zal zetten. Om deze onzekerheden te mitigeren, adviseren wij de levering van biomassa en biogas vast te leggen in langjarige contracten en de marktontwikkelingen te volgen.

## **Toekomstige potentie van industriële restwarmte is onzeker**

De lange termijn beschikbaarheid van restwarmte is sterk afhankelijk van ontwikkelingen in de industrie die deze restwarmte levert. Dit zijn bijvoorbeeld ontwikkelingen in de energiecentrales, afvalverbrandingsinstallaties of procesindustrie. In al deze sectoren zijn grote ontwikkelingen gaande op energiegebied. Alle energiecentrales op kolen

<sup>18</sup> IEA-ETSAP, IRENA, Thermal Energy Storage technology brief, 2013

<sup>19</sup> Ecofys, Gas for Climate, 2018

zullen vóór 2030 gesloten worden en afvalverbrandingsinstallaties zullen op de middellange termijn oplossingen moeten formuleren voor de teruglopende stroom binnenlands afval voor verbranding. In de procesindustrie zorgt een verbeterde energie-efficiënte voor een afname van beschikbare restwarmte en in veel gevallen ook een verlaging van de temperatuur van deze restwarmte.

Bij de keuze voor een bronsysteem met restwarmte moet per bron worden gekeken naar in hoeverre in de toekomst de levering van warmte gegarandeerd is. De sluiting van kolencentrales en de teruglopende bedrijfstijd van elektriciteitscentrales op gas, maken dat deze oplossingen een extra risico voor de leveringszekerheid dragen.

### 6.1.3 Techniek

Alle bronsystemen scoren goed op het basiscriterium techniek. Voor alle bronsystemen zijn er (inter)nationaal meerdere voorbeelden te vinden, die op vergelijkbare wijze een warmtenet voeden. Enkele voorbeelden hiervan zijn te vinden in Hoofdstuk 5.

### 6.1.4 Duurzaamheid

WarmteStad en de stad Groningen hebben de doelstelling om een duurzaam bronsysteem te selecteren, met een duurzaamheid vergelijkbaar of beter dan die van geothermie. Om dit criterium in de MCA te beoordelen hebben wij de CO<sub>2</sub>-emissies van de bronsystemen vergeleken met de emissies van geothermie. Voor de verschillende bronsystemen is er een sterk verschil in de CO<sub>2</sub>-emissies, met name door het verschil in het gebruik van elektriciteit. Hoewel elektriciteit een oplossing is in een (vrijwel) volledig duurzame samenleving, is de huidige elektriciteitsmix in Nederland voornamelijk gebaseerd op de productie uit kolen- en gascentrales met substantiële CO<sub>2</sub> emissies (172 kg/GJ<sup>20</sup>). Rond 2030 verwachten wij dat, door toename van hernieuwbare elektriciteit en sluiting van kolencentrales de emissies zijn afgenomen tot ongeveer een derde van de huidige uitstoot.

#### **Bodem- en waterwarmte zijn op dit moment niet duurzaam, maar worden dat wel bij een duurzamere elektriciteitsmix**

Bij de warmtebronnen die lage temperatuur warmte produceren, zoals bodem- en waterwarmte, moet de warmte worden opgewaardeerd naar hoge temperatuur. Dit wordt gedaan door een warmtepomp. Echter, ondanks de lage emissies in het uitkoppelen van de restwarmte en de hoge efficiëntie van de warmtepomp is er veel elektriciteit nodig om de warmte op hoge temperatuur te krijgen. De relatief hoge CO<sub>2</sub> emissiefactor van de landelijke elektriciteitsmix zorgt ervoor dat de totale emissies van deze bronsystemen aanzienlijk hoger zijn dan die voor geothermie. Inkoop en gebruik van lokale elektriciteit kan de emissiefactor verbeteren, mits dit elektriciteitsgebruik niet ten koste gaat van andere gebruikers. Additionaliteit van duurzame elektriciteitsopwek is daarmee een belangrijke randvoorwaarde voor daadwerkelijk duurzame elektriciteitsopwek: extra inkoop van groene stroom moet ook daadwerkelijk tot extra productie van groene stroom leiden.

De Nederlandse elektriciteitsvoorziening wordt in een hoog tempo verduurzaamd. Dit verbetert ook de duurzaamheid van de bronsystemen op basis van bodem- en waterwarmte en zorgt ervoor dat deze oplossingen rond 2040 ongeveer dezelfde mate van CO<sub>2</sub>-emissies hebben als de andere oplossingen.

---

<sup>20</sup> CE Delft, Ketenenemissies warmtelevering, 2016

Wanneer niet gebruik wordt gemaakt van de landelijke elektriciteitsmix, maar juist van groene, lokaal opgewekte stroom is de duurzaamheid van bodem- en waterwarmte vergelijkbaar met de andere bronsystemen.

## **CO<sub>2</sub> emissies van biogas en biomassa zijn grotendeels kort-cyclisch**

Het verbranden van biogas en biomassa zorgt voor CO<sub>2</sub>-emissies bij de warmtebron. Deze emissies zijn grotendeels kort-cyclisch, aangezien er CO<sub>2</sub> vrijkomt die in een korte periode daarvoor door planten of bomen is opgenomen. Doordat er een gesloten CO<sub>2</sub> kringloop ontstaat, dragen deze emissies niet bij aan de groeiende CO<sub>2</sub>-emissies die klimaatimpact hebben en kunnen de bronnen worden aangemerkt als duurzaam. Tijdens de productie van biogas en biomassa komen ook emissies vrij, bijvoorbeeld als gevolg van energieverbruik in transport en verwerking. Deze indirecte CO<sub>2</sub>-emissies hebben wij meegenomen in de beoordeling.

Naast CO<sub>2</sub>-emissies zorgt de verbranding van biomassa ook voor andere emissies, zoals fijnstof. Voor biogas is dit niet het geval.

## **Restwarmte is volledig duurzaam, maar dat geldt niet voor de industrie zelf**

Bij de uitkoppeling en het benutten van restwarmte komen vrijwel geen emissies vrij. Om deze reden wordt restwarmte vaak gezien als volledig duurzaam. De industrie die deze restwarmte produceert, hoeft echter niet duurzaam te zijn, en kan zelfs inefficiënt zijn en veel CO<sub>2</sub>-emissies produceren. Voor de beoordeling van de duurzaamheid van de shortlist van bronsystemen stellen wij voor ook te kijken naar de duurzaamheid van de achterliggende bron.

### **6.1.5 Maatschappelijk draagvlak**

De maatschappelijke perceptie van en draagvlak voor een bronsysteem zijn belangrijk in de keuze. Hoewel maatschappelijk draagvlak niet is meegenomen in de criteria van de MCA, zijn er enkele overwegingen die relevant zijn in het komen tot een definitieve keuze voor het bronsysteem.

## **Restwarmte van niet duurzame industrie is controversieel**

Relatief veel restwarmte in Nederland is afkomstig van niet-duurzame industriële processen, zoals de verbranding van kolen en aardgas voor elektriciteitsproductie, procesindustrie gebaseerd op inefficiënt energiegebruik of fossiele energiebronnen. Hoewel het gebruik van deze restwarmte in principe vrijwel CO<sub>2</sub>-neutraal is voor de gebruikers van het warmtenet, kan het benutten van deze restwarmte ervoor zorgen dat de niet duurzame bron in stand wordt gehouden vanwege de noodzaak tot warmtelevering (lock-in effect), of door het feit dat de business case van de niet duurzame bron verbetert. Beide effecten leiden tot groeiende maatschappelijke discussie over de werkelijke duurzaamheid van bepaalde vormen van industriële restwarmte, zoals bijvoorbeeld in de warmtenetten van Utrecht en Breda. In de beoordeling voor het maatschappelijk draagvlak van een bronsysteem op restwarmte is het daarom belangrijk ook de duurzaamheid, en daarmee toekomstvastheid van de industriële bron zelf expliciet mee te nemen.

## **Biomassa en biogas kunnen negatieve, indirecte milieu-impact hebben**

Er zijn veel bronnen waar biogas en biomassa van kan worden gemaakt. Niet alle bronnen hebben dezelfde mate van duurzaamheid. Zo veroorzaken de import en het transport van biomassa uit het buitenland substantiële CO<sub>2</sub>-emissies.<sup>20</sup> Daarnaast kan de productie van biomassa leiden tot de verdringing van voedselproductie, afname van biodiversiteit, of het ontsnappen van CO<sub>2</sub> uit gecultiveerde grond voor biomassaproductie. In de selectie van de biogas- of biomassabron adviseren wij om te kijken naar de oorsprong van het product en de eventuele aanwezigheid

van milieucertificering. Het gebruik van lokale biomassa-reststromen heeft de voorkeur aangezien hierbij de CO<sub>2</sub>-emissies voor transport minimaal zijn en de herkomst en verwerking goed controleerbaar zijn.

## 6.2 Gevoeligheidsanalyse

Op de weging van de criteria hebben wij een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Aanpassingen in de weging van de meeste beoordelingscriteria leiden niet tot grote verschuivingen in de drie bronsystemen op de shortlist. Zelfs wanneer een individueel beoordelingscriterium geheel wordt weggelaten of juist zeer dominant meeweegt, blijkt het bronsysteem op biogas altijd het beste te scoren ten opzichte van de andere.

Een sterkere weging van het criterium *duurzaamheid* leidt tot een relatief lagere score voor warmte uit oppervlaktewater, ten gunste van hoge temperatuur restwarmte uit industrie. Belangrijke kanttekening is dat de lage duurzaamheidsscore voor warmte uit water is te wijten aan de grote hoeveelheid benodigde elektriciteit in dit bronsysteem en de relatief slechte duurzaamheidsprestaties van de landelijke elektriciteitsmix. De duurzaamheidsprestatie van dit bronsysteem kan WarmteStad aanzienlijk verbeteren door duurzame elektriciteit op te wekken of via inkoop van lokale groene stroom.

In mindere mate laten ook de criteria *beheersbaarheid van bedrijfs- en operationele processen* en *prijsmechanismes* gevoeligheden zien. Wanneer beheersbaarheid heel belangrijk is, scoren de bronsystemen die vrijwel volledig door WarmteStad zelf kunnen worden gerealiseerd, relatief beter. Zo scoort warmte uit de ondiepe bodem scoort in dat geval beter dan biomassa omdat voor benutting van bodemwarmte slechts minimaal gebruik hoeft te worden gemaakt van strategische partners en deze aansluiten aan bij de kern-expertise van WarmteStad. Ondiepe bodemwarmte scoort even goed als warmte uit oppervlaktewater als het criterium prijsmechanismes minder zwaar wordt gewogen.

Een overzicht van de gevoeligheden van de scores voor alle criteria staat vermeld in Appendix C.



## 7 Conclusies en aanbevelingen voor vervolgstappen voor de korte termijn

Van de longlist van negen bronsystemen, zijn er op basis van de MCA drie die een duidelijk hogere totale score hebben. Wij adviseren om voor deze drie bronsystemen een meer gedetailleerde analyse op te zetten, waaronder de keuze van potentiële locaties, potentiële partners en een business case op hoofdlijnen. Daarnaast adviseren wij om maatschappelijk en politiek draagvlak mee te laten wegen om te komen tot een verdere aanscherping en/of aanvulling van de keuze voor het alternatieve bronsysteem voor WarmteStad.

Hoewel de bronsystemen alle een goede totaalscore hebben in de MCA, zijn er een aantal onderlinge verschillen die relevant zijn om mee te laten wegen in de tweede fase van het onderzoek van WarmteStad. Voor al deze drie bronsystemen doen wij aanbevelingen voor het vervolgtraject.

### **Biogas**

Het bronsysteem op biogas scoort goed op warmtekosten en duurzaamheid. Bovendien is het gebruik van biogas, mits voldoende gezuiverd, waarschijnlijk relatief makkelijk te implementeren in de bestaande processen en warmtebronnen, wat de implementatiekosten nog verder reduceert en een positieve bijdrage levert aan de implementatiesnelheid.

Er zijn verschillende manieren om biogas te gebruiken als warmtebron. Wij bevelen aan om in het vervolgproces een keuze te maken, welk soort biogas de voorkeur heeft om te gebruiken. Grofweg bestaat deze keuze uit de volgende opties:

1. Vergroenen van het gasverbruik door middel van groencertificaten en afname van gas via het gasnet
2. Gebruik van groen gas geleverd via het gasnet en participatie of investering in de productie van biogas elders in de regio
3. Gebruik van biogas geleverd via een speciale pijpleiding direct vanuit een lokale biogas bron, door een derde partij of in eigen productie

De laatste twee opties bieden kansen voor de regio om de verduurzaming verder te stimuleren en daadwerkelijke maatschappelijke spin-off te realiseren. De keuzes hangen sterk samen met de lokaal beschikbare opties, de gewenste sourcingstrategie en de mate van investeringsbereidheid van WarmteStad en haar aandeelhouders.

### **Biomassa**

Het bronsysteem op biomassa geeft de laagste warmtekosten en scoort ook goed op duurzaamheid. In de keuze voor dit bronsysteem is de locatie zeer relevant. In de winterperiode zijn tientallen vrachtwagens per dag nodig om de warmtebron van voldoende biomassa te voorzien. Mogelijk kan vervoer via binnenvaartschepen de impact voor de wegen en de omgeving verminderen.

Een andere keuze die moet worden gemaakt is of de biomassa van een lokale of nationale partij wordt afgenomen, zoals Staatsbosbeheer, of dat deze wordt geïmporteerd. Deze laatste optie is minder duurzaam en draagt risico's voor de beschikbaarheid en kosten op de langere termijn.

## **Warmte uit oppervlaktewater**

De warmte die wordt gewonnen uit het oppervlaktewater heeft een lage temperatuur. Het opwaarderen van deze temperatuur met een warmtepomp, zodat deze kan worden ingevoed op het warmtenet, is een relatief grote kostenpost in de totale kosten van deze oplossing. Het (op termijn) verlagen van de temperatuur van het warmtenet heeft zeer positief effect op de kostprijs van de warmte bij deze oplossingen.

Het stroomverbruik van de warmtepomp zorgt met de huidige Nederlandse stroommix voor aanzienlijk meer CO<sub>2</sub>-emissies dan alle andere geselecteerde bronsystemen. Op de langere termijn, met verregaande verduurzaming van de elektriciteitsproductie, wordt de duurzaamheid vergelijkbaar met de andere bronsystemen.

Een groot voordeel van deze oplossingen is dat ze ongevoelig zijn voor de ontwikkelingen op de biogas- en biomassamarkten.

Dit bronsysteem kent enkele aandachtspunten voor de vervolgfase van het project:

- Verkoop van koude uit het oppervlaktewater is een kans die de haalbaarheid van dit bronsysteem verder kan verbeteren.
- Voor de opschaling van het warmtenet naar 11.700 woning-equivalenten zijn waarschijnlijk aanvullende bronlocaties nodig. Een inventarisatie van mogelijke locaties moet inzicht bieden of dit in de toekomst realiseerbaar is.

Naast deze specifieke aanbevelingen per bronsysteem, hebben wij ook nog een aantal algemene conclusies op basis van de MCA:

## **Emissies door gebruik van grijze stroom hebben grote impact op de duurzaamheidsscore**

Met de huidige elektriciteitsmix leiden alle bronsystemen die gebruik maken van een warmtepomp om lage temperatuur op te waarden, tot hoge indirecte CO<sub>2</sub>-emissies (bodemwarmte, waterwarmte en lage-temperatuur restwarmte). WarmteStad kan de indirecte emissies verlagen door de stroommix voor de warmtepompen te vergroenen; door groene stroom in te kopen, of door te participeren in (lokaal) opgewekte stroom uit wind of zon. Met name een lokale of regionale oplossing voor groene stroomproductie kan voor aanvullende maatschappelijke spin-off zorgen en hiermee het maatschappelijk draagvlak vergroten.

Alle bronsystemen maken gebruik van een gasketel voor pieklast en back-up. Analoog aan de mogelijkheid om het stroomverbruik te verduurzamen, zien wij ook een kans om dit aardgas te verduurzamen door gebruik te maken van groen gas, eventueel via certificaten.

## **Alle bronsystemen gebruiken bewezen technologie**

Voor alle bronsystemen in de MCA geldt dat deze gebruik maken van technieken die marktrijp zijn en al meerdere malen zijn geïmplementeerd in Nederland en/of in de Europese Unie. Eventuele uitdagingen zitten in de grote schaal waarop de lage temperatuur oplossingen worden toegepast en gecombineerd. Dit vraagt om extra aandacht voor de systeemintegratie aspecten bij het aanbesteden en realiseren van het bronsysteem.

## **Hoge temperatuur warmte is mogelijk niet voor 1 juni 2020 te realiseren**

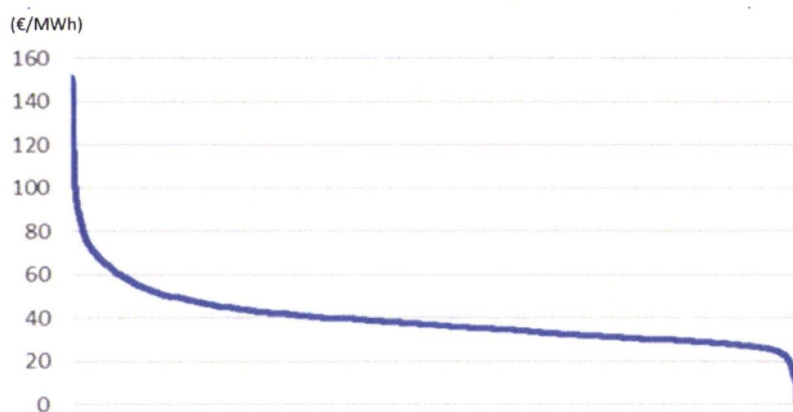
De geselecteerde bronsystemen voor de shortlist zijn in principe alle te realiseren voor de gewenste datum van 1 juni 2020. Uitzondering is het bronsysteem die gebruikt maakt van hoge temperatuur warmte. Wanneer de warmtebron op enkele tientallen kilometers ligt van het warmtenet in de stad Groningen is er aanzienlijke doorlooptijd te verwachten in het verkrijgen van vergunningen en de projectvoorbereiding voor de warmtetransportleiding. In de MCA heeft de expertgroep evenwel geen hoge weging toegekend aan het criterium snelheid. In de optiek van de expertgroep is de snelheid ondergeschikt aan de kwaliteit en het draagvlak voor het bronsysteem, mede vanwege het gegeven dat het hier al om een alternatieve oplossing gaat.

## 8 Lange-termijn ontwikkelingen en kansen

### 8.1 Power to heat en waterstof

Met het groeiende aandeel elektriciteit uit zon en wind, tegen lage marginale kosten, komen er steeds meer momenten dat de elektriciteitsprijs laag is, of zelfs negatief. Dit is vaak op winderige dagen met veel zon. Deze lage elektriciteitsprijzen zijn aantrekkelijk om te benutten voor de productie van bijvoorbeeld warmte of waterstof

Zoals is te zien in de rechterkant van Figuur 5 waren er ook in 2017 al momenten in het jaar dat de prijs van elektriciteit laag was, of zelfs richting nul ging. Power to heat benut deze momenten en zet de stroom om in warmte. In de huidige elektriciteitsmarkt zijn deze momenten van lage prijzen echter nog sporadisch en onvoldoende om een investering in grootschalige power to heat te rechtvaardigen. In de toekomst, met toename van de hoeveelheid elektriciteit uit zon en wind groeit de frequentie en de tijdsduur van deze momenten. Tot die tijd zijn er met name kansen voor nichetoepassingen voor power to heat, zoals het optimaliseren van de kosten van een warmtekrachtkoppeling. Bij dergelijke installaties komt het geregeld voor dat er een warmtevraag is, terwijl de elektriciteitsprijzen op dat moment laag zijn. Zo'n *must run* situatie zorgt voor hoge kosten met lage baten voor de exploitant. Een lokale warmtebuffer en een power to heat opstelling kunnen zowel de kosten als baten verbeteren.<sup>21</sup> De inschatting is dat dit pas na 2030 een haalbare economische potentie geeft voor grootschalige power to heat toepassingen die ook een rol hebben in de basislast levering.



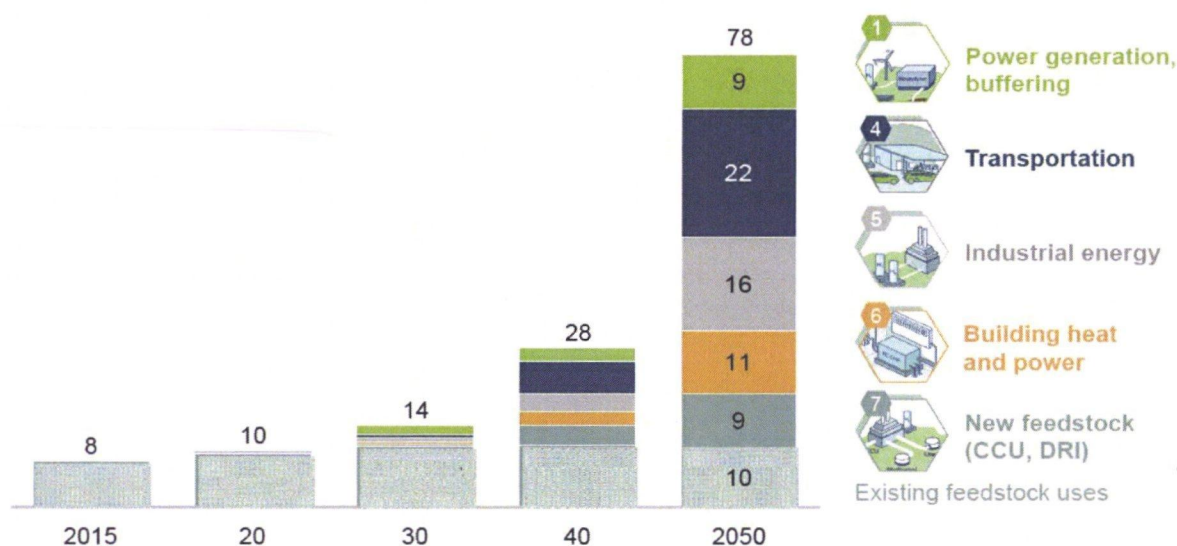
Figuur 5: Gerangschikte prijzen (hoog naar laag) van elektriciteit op de Nederlandse day-ahead markt in 2017

In specifieke situaties kan power to heat al voor 2030 economisch interessant zijn. Het gaat dan om situaties waarin lokaal zeer grote overschotten zijn van elektriciteit en er slechts een beperkte elektriciteitsinfrastructuur is om deze elektriciteit weg te transporteren. In Nederland komen dergelijke gebieden nu nog niet voor, met uitzondering van enkele afgelegen kleine producenten van zonne-energie, met name in agrarische gebieden.

Ook de grootschalige productie van waterstof uit elektriciteit zal met name na 2030 een grote vlucht nemen. Dit wordt met name gedreven door het snel stijgende aanbod van goedkope stroom uit wind en zon, gecombineerd met

<sup>21</sup> Agora, Stromspeicher in der Energiewende, 2014

de vraag naar waterstof vanuit de chemie en de transportsector. Op een later moment, bij verdere prijsdalingen in de waterstofproductie kan ook het gebruik van waterstof in de gebouwverwarming aantrekkelijk worden.



Figuur 6: Ontwikkeling van de toekomstige vraag naar waterstof<sup>22</sup>

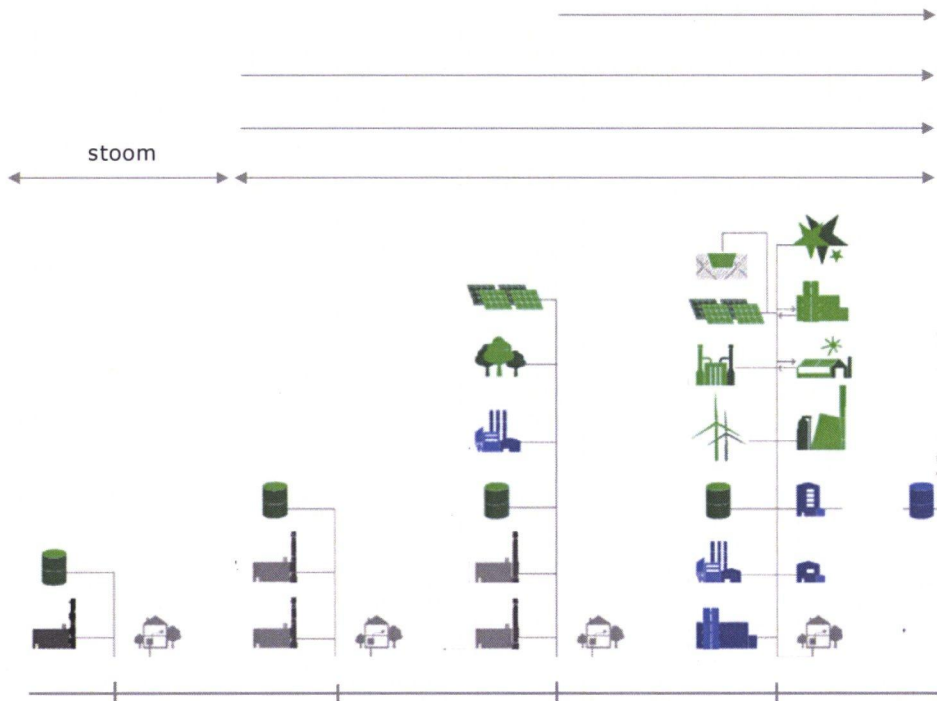
Hoewel power to heat en het gebruik van waterstof op dit moment geen directe oplossingen biedt in de keuze voor een alternatieve warmtebron voor WarmteStad, is de regio Groningen met de Rijksuniversiteit Groningen, Gasunie en initiatieven als de Noordelijke Innovation Board goed gepositioneerd voor de ontwikkeling van deze technologieën en het realiseren van pilots.<sup>23</sup>

## 8.2 Transitie naar LT netten

Het warmtenet van WarmteStad wordt bedreven op een hoge warmtemperatuur van boven de 70°C, terwijl de meeste duurzame warmtebronnen, zoals bodemwarmte, waterwarmte en stedelijke restwarmte een lagere temperatuur hebben. Om deze bronnen te kunnen gebruiken moet de temperatuur worden verhoogd met een warmtepomp wat zorgt voor aanzienlijke investeringskosten en kosten voor elektriciteitsgebruik. Daarnaast zorgt het gebruik van elektriciteit uit de Nederlandse elektriciteitsmix voor aanzienlijke CO<sub>2</sub>-emissies.

<sup>22</sup> Hydrogen Council, Hydrogen scaling up, 2017

<sup>23</sup> Zie bijvoorbeeld ook het rapport The Green Hydrogen Economy in the Northern Netherlands van de Noordelijke Innovation Board uit 2017



Figuur 7: Ontwikkelingen in de verduurzaming van warmtenetten<sup>24,25</sup>

Een belangrijke ontwikkeling in de verduurzaming van warmtenetten is de verlaging van de temperatuur in het net, zodat duurzame bronnen beter kunnen worden geïntegreerd en de warmteverliezen in het netwerk sterk teruglopen. De voornaamste barrière bij het verlagen van de temperatuur is of de gebruikers bij lagere temperatuur nog voldoende warmte ontvangen om hun gebouwen te verwarmen. Er zijn verschillende transitiepaden waarop bestaande warmtenetten stap-voor-stap kunnen worden verduurzaamd, bijvoorbeeld door de temperatuur van het net in het zomerseizoen te verlagen, of door goed geïsoleerde gebouwen met een lage warmtevraag, in combinatie met lage temperatuur bronnen aan te sluiten op de retourleiding van het warmtenet. Door een deel van de warmtegebruikers en warmtebronnen aan te sluiten op lage temperatuur warmte wordt de economische haalbaarheid en duurzaamheid van lage temperatuur restwarmte, zonnewarmte, bodemwarmte en waterwarmte sterk vergroot.

Afhankelijk van de lokale situatie zijn er verschillende transitiepaden mogelijk, waarin gefaseerd de warmteaflevering van individuele woningen of wijken kan worden verlaagd in temperatuur. In het Ecofys rapport *Collectieve warmte naar lage temperatuur* geven wij inzicht in welke maatregelen moeten worden genomen bij de opwek, distributie en afname van warmte en wat de randvoorwaarden en kansen hierbij zijn.<sup>26</sup>

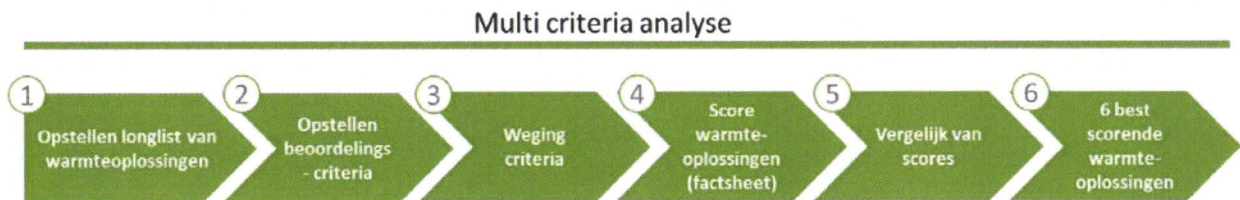
<sup>24</sup> SP Technical Research Institute of Sweden, A concept for low-temperature thermal grid heating and high-temperature cooling, 2015

<sup>25</sup> Lund et al. 4th Generation District Heating (4GDH), Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems, 2014

<sup>26</sup> Ecofys, Collectieve warmte naar lage temperatuur, 2016

## A: Multicriteria analyse en beoordeling

Om de longlist met bronsystemen die is opgesteld door WarmteStad te kunnen beoordelen en trechteren richting een shortlist is een multicriteria-analyse uitgevoerd. Hiervoor zijn de stappen doorlopen zoals aangegeven in Figuur 8.



**Figuur 8: Stappen doorlopen in de multicriteria-analyse**

Experts van WarmteStad hebben in stap 2 ook de criteria opgesteld die voor hen in de beoordeling belangrijk zijn. In stap 3 heeft een bredere expertgroep een weging gedaan van de criteria. Deze expertgroep bestond uit de volgende personen:

- Paul Corzaan, Gemeente Groningen
- Theo Venema, Waterbedrijf Groningen
- Mark van Seventer, Arch
- Dr. Marcel Volkerts, Ecofys
- Dr. Juriaan van Tilburg, Ecofys

De weging is gedaan door voor individuele criteria, paarsgewijs, tegen elkaar af te wegen. De experts hebben in eerste aanleg individueel de mate waarin een criterium dominant is over een ander criterium gescoord. Vervolgens zijn in een plenaire sessie de scores vergeleken en beargumenteerd. De criteria die stelselmatig als belangrijker worden beoordeeld dan andere krijgen een hoog gewicht en terwijl de minder belangrijke criteria een lager gewicht krijgen. Het gewicht van een criterium is een gemiddelde van de score van vijf individuele experts. Binnen de zwaartecategorieën zijn de bandbreedtes van de scores gering en was er consensus over het eindbeeld van de weging. In Appendix B staan de kwantitatieve gewichten vermeld die aan de criteria zijn gegeven.

In stap 4 is door WarmteStad voor elk bronsystemen een factsheet opgesteld. Deze factsheets geven per bronsysteem een score voor elk criterium, aflopend van ++, +, 0, -, --, voor respectievelijk een zeer goede tot een zeer slechte score. Ecofys heeft de longlist, criteria en alle factsheets van WarmteStad gereviewed en waar nodig verder aangevuld.

In de stappen 5 en 6 heeft Ecofys de resultaten van de scores van bronsystemen met elkaar vergeleken en conclusies en aanbevelingen geformuleerd om eventuele onzekerheden in de factsheets weg te nemen en verder onderzoek naar de best passende bronsysteem verder vorm te geven. Figuur 9 geeft het totaal beeld weer van de score die de bronsystemen hebben gekregen op de individuele criteria. Vermenigvuldiging van het gewicht van de criteria met de score uit de factsheets geeft een totaalscore voor elke bronsysteem. De zes oplossingen met de hoogste score zijn opgenomen in de shortlist.

Effectentabel duurzame bron(nen) WarmteStad		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Biobased	Biomassa	Omgevingswarmte	Omgevingswarmte			Hybride	Restwarmte	
<b>1 Duurzaamheid: mate waarin er kans is op een gunstige PER Snelheid en Tempo realisatie &lt;= 1 juni 2020</b>		++	++	++	++	0	++	+	++	++
Mate waarin de bron in twee jaar en tenminste voor 3.500WE uitvoerbaar is.										0
<b>2 Locatieaspecten</b>		++	+	++	++	++	++	++	++	++
De mate waarin de bron geuremissies heeft										
4 De mate waarin ecologische waarden worden belast		++	+	++	++	0	0	0	++	++
5 De mate waarin verkeersbewegingen noodzakelijk zijn om de bron te gebruiken (bijv. voor aanvoer van brandstof)		++	0	++	++	++	++	++	++	++
6 De mate waarin waarin geluidhinder voor zal kunnen komen		++	+	++	++	++	++	++	++	++
7 Mate waarin aan bronspecifieke locatieleisen kan worden voldaan		++	+	++	++	0	++	+	++	++
<b>Prijsechansenen</b>		++	++	-	0	-	0	+	-	++
8 Verwachte kostprijs per GJ bij inbedrijfname		0	0	++	++	++	++	++	+	++
9 Bewegelijkheid van de kostprijs		++	-	-	0	-	-	0	++	++
10 Afhankelijkheid van subsidie:		++	++	-	0	+	-	++	-	++
11 Zekerheid van subsidie										
<b>Toekomstgerichtheid</b>		+	0	++	++	++	++	-	-	0
12 Flexibiliteit van benodigde brandstof gedurende de economische levensduur		++	++	+	++	++	++	+	++	+
13 Mate waarin de bron over vijf jaar kansrijk is voor tenminste 11.700WE										
<b>Leveringszekerheid</b>		+	+	++	++	++	++	+	++	0
14 Mate van langjarige beschikbaarheid van de bron										
15 Mate van continuïteit van levering van warmte gedurende de exploitatieperiode		+	++	++	++	++	++	+	++	0
<b>beheersbaarheid van bedrijfs- en operationele processen</b>										
16 Mate waarin de exploitatie van de bron extra specifieke bedrijfskennis verlangt		++	0	++	++	++	++	++	++	++
17 Mate waarin strategisch partners nodig zijn om project te realiseren		+	0	++	++	0	++	++	-	0
<b>Maatschappelijke spin-off</b>										
18 Lokale regionale binding (grondstoffen, werkgelegenheid, hulpmaterialen)		+	+	++	++	+	0	++	++	+
19 Draagt bij aan de positionering van en ontwikkeling van Groningen als energiestad.		++	+	++	++	++	+	++	++	0
<b>Juridische maakbaarheid</b>										
20 Zijn er voor de bron aanpassingen vereist aan de huidige regelgeving		++	+	++	++	++	+	++	++	++
21 Mate van gevoeligheid voor veranderende wet- en regelgeving		++	++	++	++	++	++	++	++	+
<b>Techniek</b>										
22 Het aantal keren dat het systeem met vergelijkbare schaalgroottes in de EU al is toegepast		++	++	++	++	+	+	+	++	++

Figuur 9: Multicriteria-analyse van alle bronsystemen



## A.1: Overzicht van de factsheets per bronsysteem

### Factsheet biogas

Criteria	Score	Onderbouwing
1	++	Biogas heeft een kortcyclische CO2 uitstoot. Emissies worden met name bepaald door de energie om biomassa te transporteren en te verwerken tot biogas en de methaanemissies bij vergisting.
<b>Snelheid en Tempo realistische &lt;= 1 juni 2020</b>		
2	++	Er zijn verschillende opties mogelijk voor WarmteStad; koeienmest, industrie (suikerunie), rioolslib, groengas. Voorwaarde is dat er een passende leverancier is die past binnen de gevraagde leveringscondities.
<b>Locatieaspecten</b>		
3	++	Uitstoot van WKK is in principe geurarm
4	++	Enige stikstofuitstoot te verwachten bij verbranding gas. Verder geen nadelen voor ecologie.
5	++	Op de locatie van de warmtebron geen vervoer noodzakelijk, verdere aanlevering kan via pijpleiding.
6	++	Warmtebron is goed te isoleren om geluidshinder te voorkomen.
7	++	Geen problemen voorzien op dit punt.
<b>Prijsmechanismen</b>		
8	++	Biogas is voor vergelijkbare prijs te verkrijgen als fossiel gas, door subsidies bij de biogas producent. Afhankelijk van de keuze van de leverancier is er mogelijk concurrentie om biogas met andere afnemers in de Groningen regio.
9	0	Onzeker, de markt voor biomassa is nog in ontwikkeling. Zowel vraag als aanbod van groengas/biogas zullen stijgen.
10	++	Geen afhankelijkheid. Subsidies zijn wel noodzakelijk indien WarmteStad besluit zelf biogas te produceren.
11	++	SDE+ voorjaar 2018 ondersteunt de productie van biogas uit biomassa. Er is subsidie voor allesvergisting, mestvergisting, monomestvergisting, thermische conversie, rioolwaterzuivering (RWZI) en vergassing.
<b>Toekomstgerichtheid</b>		
12	+	Afhankelijk van gekozen systeem; bij gebruik van een specifieke biogas pijpleiding zullen meerdere bronnen om meer investeringen vragen. Kwaliteitseisen voor biogas kunnen afwijken tussen bronnen.
13	++	Schaalbaar door laten ontwikkelen van meerdere bronnen. Mogelijkheid om via certificaten ook groen gas te gebruiken.
<b>Leveringszekerheid</b>		
14	+	Afhankelijk van de bron. Biogas is ook op te slaan en te transporteren via de weg. Fall-back optie in gebruik van aardgas of groen gas.
15	+	Mogelijke seizoenseffecten als er gekozen wordt voor gewassen (suikerunie, sequential cropping), maar deze zijn te compenseren door opslag in het gasnet of in opslagtanks.
<b>beheersbaarheid van bedrijfs- en operationele processen</b>		
16	++	Geen noemenswaardige extra kennis nodig.
17	+	Afhankelijk van de keuze voor certificaten van een lokale leverancier, dan wel pijpleiding vanaf leverancier.
<b>Maatschappelijke spin-off</b>		
18	+	Ja, mits gekozen wordt voor regionale producenten van biogas/groengas.
19	++	Gebruik van certificaten voor vergroening van gasverbruik kan controversieel zijn. De stimulering van regionale biogas productie sluit aan bij de duurzaamheidsambities van de regio.
<b>Juridische maakbaarheid</b>		
20	++	Geen aanpassingen nodig.
21	++	Niet uitermate gevoelig.
<b>Techniek</b>		
22	++	Versillende projecten in de regio groningen die biogas produceren (zie aanvullende documentatie). In nederland meerdere projecten waarbij biogas gebruikt wordt voor warmtenetten:

## Factsheet biomassa

Criteria	Score	Onderbouwing
1		
<b>Mate waarin er kans is op een gunstige PER</b>	++	Biomassa heeft een lage emissiefactor vanwege het kortcyclische karakter van de CO2. Emissiefactor wordt met name bepaald door de emissies in biomassa verwerking en transport.
<b>Snelheid en Tempo realtie &lt;= 1 juni 2020</b>		
2		
Mate waarin de bron in twee jaar en tenminste voor 3.500WE uitvoerbaar is.	++	Feasibility studie Biomassa centrale Paddepoel (2015) en Sanity check Sweco (2017).
<b>Locatiespecten</b>		
3		
De mate waarin de bron geuremissies heeft	+	Uit een geuremissie studie van een soortgelijke biowarmtecentrale in purmerend blijkt dat ten gevolge van de voorgenomen activiteit de immissieconcentratie van 0,5 Oue/m3 als 98-percentiel niet wordt bereikt. Bij de dichtstbijzijnde gevoelige bestemming bedraagt de geurimmissieconcentratie 0,09 Oue/m3. Afhankelijk van de dichtstbijzijnde gevoelige locaties in Zernike valt er geen geurhinder in de omgeving te verwachten.
4		
De mate waarin ecologische waarden worden belast	+	Weinig bij gebruik van biomassa uit duurzaam beheerde bronnen.
5		
De mate waarin verkeersbewegingen noodzakelijk zijn om de bron te gebruiken (bijv. voor aanvoer van brandstof)	0	Bij piekvraag in de winter zijn er 10-20 vrachtwagens nodig per dag om de biomassa aan te leveren.
6		
De mate waarin geluidhinder voor zal kunnen komen	+	Vervoer kan overlast opleveren, afhankelijk van route en moment van rijden
7		
Mate waarin aan bronspecifieke locatieeisen kan worden voldaan	+	Locatiespecifieke eisen omvatten de aanwezigheid van opslag voor biomassa en een toevoer- en afleveringsstation voor de biomassa.
<b>Prijsmechanismen</b>		
8		
Verwachte kostprijs per GJ bij inbedrijfname	++	Relatief goedkope optie.
9		
Beweeglijkheid van de kostprijs	0	Sterk afhankelijk van de prijsontwikkeling van biomassa. Onzeker hoe deze zich in de toekomst zal ontwikkelen vanwege de sterke beleidsimpact op vraag en aanbod.
10		
Afhankelijkheid van subsidie;	--	Volledig afhankelijk van subsidie.
11		
Zekerheid van subsidie	++	Op verzoek van marktpartijen is een categorie opengesteld voor "brander op houtpellets". De ondergrens voor het vermogen om aan te mogen vragen in deze categorie is ≥ 5 MWth. Om toepassingen in kolencentrales uit te sluiten is een bovengrens van 100 MWe opgenomen. Voor deze categorie geldt dat naast pellets uit vers hout, ook maximaal 15% pellets uit A-hout mogen worden toegepast. B-hout is niet toegestaan. De looptijd van de subsidie is 12 jaar en om in aanmerking te komen voor subsidie moet jaarlijks de duurzaamheid van de gebruikte biomassa worden aangetoond.
<b>Toekomstgerichtheid</b>		
12		
Flexibiliteit van benodigde brandstof gedurende de economische levensduur	0	Gebonden aan bepaalde kwaliteit houtsnippers, biomassa moet bij voorkeur komen uit duurzaam beheerde bossen en andere duurzame bronnen. Het liefst zo dichtbij mogelijk.
13		
Mate waarin de bron over vijf jaar kansrijk is voor tenminste 11.700WE	++	Feasibility studie Biomassa centrale Paddepoel (2015) en Sanity check Sweco (2017)
<b>Leveringszekerheid</b>		
14		
Mate van langjarige beschikbaarheid van de bron	+	Positieve verwachting voor 2020 en daarna, vanuit PBL wel kritische noot dat op de korte termijn (tot 2020) de inzet van houtige biomassa meer vermindering van CO2 uitstoot oplevert ivg tot andere toepassingen. Voor de langre termijn levert deze vergelijking een ander beeld op en kan houtige biomassa beter worden ingezet in sectoren met nog weinig alternatieven.
15		
Mate van continuïteit van levering van warmte gedurende de exploitatieperiode	++	Stabiel proces.
<b>Beheersbaarheid van bedrijfs- en operationele processen</b>		
16		
Mate waarin de exploitatie van de bron extra specifieke bedrijfskennis verlangt	0	Extra kennis noodzakelijk.
17		
Mate waarin strategisch partners nodig zijn om project te realiseren	0	Aan te bevelen langjarige afspraken houtlevering.
<b>Maatschappelijke spin-off</b>		
18		
Lokale regionale binding (grondstoffen, werkgelegenheid, hulpmaterialen)	+	Mits biomassa wordt betrokken uit de omgeving
19		
Draagt bij aan de positionering van en ontwikkeling van Groningen als energiestad.	+	Geen grote innovatie, beperkte mate van positionerings spin-off.
<b>Juridische maakbaarheid</b>		
20		
Zijn er voor de bron aanpassingen vereist aan de huidige regelgeving	+	Kan binnen de huidige regelgeving.
21		
Mate van gevoeligheid voor veranderende wet- en regelgeving	++	Biomassa wordt gezien als een blijvend onderdeel van een duurzame samenleving. Certificeringseisen voor biomassa kunnen veranderen.
<b>Techniek</b>		
22		
Het aantal keren dat het systeem met vergelijkbare schaalgrootte in de EU al is toegepast.	++	Wordt al op meerdere locaties in Nederland en Europa toegepast.

## Factsheet ondiepe bodemwarmte

Criteria	Score	Onderbouwing
1 <b>Mate waarin er kans is op een gunstige PER</b>	--	Hogere emissies dan huidige tijdelijke bron en dan geothermie bron. Met name door emissiefactor van grijze stroom. Bij 100% groene stroom wordt ++.
<b>Snelheid en Tempo realitie &lt;= 1 juni 2020</b>		
2 Mate waarin de bron in twee jaar en tenminste voor 3.500WE uitvoerbaar is.	++	Verwachte behoefte aan twee doubletten
<b>Locatieaspecten</b>		
3 De mate waarin de bron geuremissies heeft	++	Niet van toepassing.
4 De mate waarin ecologische waarden worden belast	++	Niet van toepassing.
5 De mate waarin verkeersbewegingen noodzakelijk zijn om de bron te gebruiken (bijv. voor aanvoer van brandstof)	++	Niet van toepassing.
6 De mate waarin waarin geluidhinder voor zal kunnen komen	++	Niet van toepassing.
7 Mate waarin aan bronspecifieke locatie-eisen kan worden voldaan	+	In de locatiekeuze voor de doubletten moet rekening
<b>Prijsmechanismen</b>		
8 Verwachte kostprijs per GJ bij inbedrijfname	-	Oplossing is economisch haalbaar, mits er koude wordt verkocht om de baten te verbeteren.
9 Bewegelijkheid van de kostprijs	++	Vooramelijk afhankelijk van de stroomprijs
10 Afhankelijkheid van subsidie;	-	Geen subsidie nodig wanneer koude wordt verkocht
11 Zekerheid van subsidie	-	Geen SDE+ mogelijk, verschillende innovatiesubsidies
<b>Toekomstgerichtheid</b>		
12 Flexibiliteit van benodigde brandstof gedurende de economische levensduur	++	Oplossing gebruikt alleen elektriciteit uit het net.
13 Mate waarin de bron over vijf jaar kansrijk is voor tenminste 11.700WE	+	Toekomstige schaal vraagt om aanvullende warmteputten. Voldoende afstand tussen de putten is een aandachtspunt.
<b>Leveringszekerheid</b>		
14 Mate van langjarige beschikbaarheid van de bron	++	WKO bronnen gaan lang mee, bodem in Groningen en Zernike is geschikt.
15 Mate van continuïteit van levering van warmte gedurende de exploitatieperiode	+	Mits de bron goed wordt gebalanceerd qua warmte en koudevraag.
<b>beheersbaarheid van bedrijfs- en operationele processen</b>		
16 Mate waarin de exploitatie van de bron extra specifieke bedrijfskennis verlangt	++	WarmteStad heeft ervaring met dergelijke systemen
17 Mate waarin strategisch partners nodig zijn om project te realiseren	+	Goede afstemming met Parkmanagement nodig.
<b>Maatschappelijke spin-off</b>		
18 Lokale regionale binding (grondstoffen, werkgelegenheid, hulpmaterialen)	++	Er worden lokale bronnen gebruikt wat kan resulteren in lokale werkgelegenheid
19 Draagt bij aan de positionering van en ontwikkeling van Groningen als energiestad.	++	Draagt bij aan de duurzame ambitie van Groningen en is zeer lokaal.
<b>Juridische maakbaarheid</b>		
20 Zijn er voor de bron aanpassingen vereist aan de huidige regelgeving	++	WKO is een gangbare techniek met duidelijke regelgeving.
21 Mate van gevoeligheid voor veranderende wet- en regelgeving	++	Niet gevoelig, tenzij er nieuwe inzichten ontstaan over energetische balans ondergrond of ruimtelijk beslag van de ondergrond.
<b>Techniek</b>		
22 Het aantal keren dat het systeem met vergelijkbare schaalgroottes in de EU al is toegepast.	++	Diverse projecten gerealiseerd in Nederlandse en Europese steden

## Factsheet warmte uit oppervlaktewater

Criteria	Score	Onderbouwing
<b>1 Mate waarin er kans is op een gunstige PER</b>	--	Hogere emissies dan huidige tijdelijke bron en dan geothermie bron. Met name door emissiefactor van grijze stroom. Bij 100% groene stroom wordt ++.
<b>Snelheid en Tempo realitie &lt;= 1 juni 2020</b>		
2 Mate waarin de bron in twee jaar en tenminste voor 3.500WE uitvoerbaar is.	++	Mogelijk, mits een deel van het water wordt geleid via het warmtepomp systeem.
<b>Locatieaspecten</b>		
3 De mate waarin de bron geuremissies heeft	++	Niet van toepassing.
4 De mate waarin ecologische waarden worden belast	++	Niet van toepassing.
5 De mate waarin verkeersbewegingen noodzakelijk zijn om de bron te gebruiken (bijv. voor aanvoer van brandstof)	++	Niet van toepassing.
6 De mate waarin waarin geluidhinder voor zal kunnen komen	++	Niet van toepassing.
7 Mate waarin aan bronspecifieke locatieeisen kan worden voldaan	+	Afhankelijk van geschikte locatie voor inlaat en uitlaat pomp en installatie warmtewisselaar.
<b>Prijsmechanismen</b>		
8 Verwachte kostprijs per GJ bij inbedrijfname	0	Oplissing is economisch net wel of net niet haalbaar, verdiepende business case inclusief specifieke locatiekenmerken is gewenst.
9 Beweeglijkheid van de kostprijs	++	Voornamelijk afhankelijk van de stroomprijs
10 Afhankelijkheid van subsidie;	0	Afhankelijk van de business case of een subsidie daadwerkelijk nodig is.
11 Zekerheid van subsidie	0	Geen SDE+ mogelijk, verschillende innovatiesubsidies mogelijk wel van toepassing
<b>Toekomstgerichtheid</b>		
12 Flexibiliteit van benodigde brandstof gedurende de economische levensduur	++	Bron is onuitputbaar, verder alleen elektriciteit nodig
13 Mate waarin de bron over vijf jaar kansrijk is voor tenminste 11.700WE	0	Nader onderzoek moet uitwijzen of er voldoende warmte kan worden gewonnen om 11.700 weq te bedienen. Als alternatief kunnen meerdere invoerpunten in het kanaal worden gerealiseerd.
<b>Leveringszekerheid</b>		
14 Mate van langjarige beschikbaarheid van de bron	++	Warmte in het kanaalwater wordt ververst en jaarlijks opgewarmd door de zon
15 Mate van continuïteit van levering van warmte gedurende de exploitatieperiode	++	Starkenborg kanaal zal op dezelfde locatie blijven.
<b>beheersbaarheid van bedrijfs- en operationele processen</b>		
16 Mate waarin de exploitatie van de bron extra specifieke bedrijfskennis verlangt	++	Warmtepompen zijn bekende technieken binnen WarmteStad
17 Mate waarin strategisch partners nodig zijn om project te realiseren	+	Waarschijnlijk wel goede afstemming met de waterschappen en Rijkswaterstaat nodig.
<b>Maatschappelijke spin-off</b>		
18 Lokale regionale binding (grondstoffen, werkgelegenheid, hulpmaterialen)	++	Ontwikkeling van de lokale bron kan zorgen voor werkgelegenheid
19 Draagt bij aan de positionering van en ontwikkeling van Groningen als energiestad.	++	Draagt bij aan de duurzame ambitie van Groningen en is zeer lokaal.
<b>Juridische maakbaarheid</b>		
20 Zijn er voor de bron aanpassingen vereist aan de huidige regelgeving	++	Voor zover bekend niet principieel, veiligheid van kanaal is en water inlaatpunten aandachtspunt.
21 Mate van gevoeligheid voor veranderende wet- en regelgeving	++	Niet gevoelig.
<b>Techniek</b>		
22 Het aantal keren dat het systeem met vergelijkbare schaalgrootte in de EU al is toegepast.	++	Een aantal internationale voorbeelden zijn bekend, vergelijkbare schaalgrootte is ook al gerealiseerd in oa Noorwegen.

## Factsheet zonnewarmte met warmtepomp

Criteria	Score	Onderbouwing	
<b>1 Mate waarin er kans is op een gunstige PER</b>	0	Hogere emissies dan huidige tijdelijke bron en dan geothermie bron. Met name door emissiefactor van grijze stroom. Bij 100% groene stroom wordt ++.	
<b>Snelheid en Tempo realistische &lt;= 1 juni 2020</b>			
2	Mate waarin de bron in twee jaar en tenminste voor 3.500WE uitvoerbaar is.	0	Vergunningsverlening en verkrijgen grond voor zonnewarmteproductie zou lang kunnen duren
<b>Locatieaspecten</b>			
3	De mate waarin de bron geuremissies heeft	++	Geen geuremissies.
4	De mate waarin ecologische waarden worden belast	0	Gebruik van landbouwgrond, ruimte of daken. Belang voor juiste landschappelijke inpassing.
5	De mate waarin verkeersbewegingen noodzakelijk zijn om de bron te gebruiken (bijv. voor aanvoer van brandstof)	++	Geen verkeer nodig.
6	De mate waarin geluidhinder voor zal kunnen komen	++	Niet aanwezig.
7	Mate waarin aan bronspecifieke locatie-eisen kan worden voldaan	0	Er is een areaal nodig voor zonthermie. In nabijheid van warmtenet is een mogelijkheid gesignaleerd. Nader onderzoek moet uitwijzen of dit hier ook economisch haalbaar is.
<b>Prijsmechanismen</b>			
8	Verwachte kostprijs per GJ bij inbedrijfname	-	Oplossing is duur vanwege de kosten voor opwaarderen van warmte en de seizoensopslag.
9	Beweeglijkheid van de kostprijs	++	Eenmaal aangelegd zijn de kosten stabiel.
10	Afhankelijkheid van subsidie;	--	Zonder subsidie is de haalbaarheid nog minder. Er is SDE subsidie voor zonnewarmte. Subsidie is niet genoeg om onrendabele top te dekken. Aantal gesubsidieerde vollasturen te laag voor een project van deze grootte.
11	Zekerheid van subsidie	+	
<b>Toekomstgerichtheid</b>			
12	Flexibiliteit van benodigde brandstof gedurende de economische levensduur	++	Bron is onuitputbaar, verder alleen elektriciteit nodig
13	Mate waarin de bron over vijf jaar kansrijk is voor tenminste 11.700WE	+	Vergunningsverlening en verkrijgen grond voor zonnewarmteproductie zou lang kunnen duren
<b>Leveringszekerheid</b>			
14	Mate van langjarige beschikbaarheid van de bron	++	Bron is onuitputbaar, verder alleen elektriciteit nodig
15	Mate van continuïteit van levering van warmte gedurende de exploitatieperiode	++	Opslag buffert de seizoensfluctuaties, gasketel als backup.
<b>beheersbaarheid van bedrijfs- en operationele processen</b>			
16	Mate waarin de exploitatie van de bron extra specifieke bedrijfskennis verlangt	++	Afhankelijk van systeem, maar in de basis makkelijke technologie.
17	Mate waarin strategisch partners nodig zijn om project te realiseren	0	Veel ruimte nodig, zonnecollectoren en buffer.
<b>Maatschappelijke spin-off</b>			
18	Lokale regionale binding (grondstoffen, werkgelegenheid, hulpmaterialen)	+	Positief effect op werkgelegenheid
19	Draagt bij aan de positionering van en ontwikkeling van Groningen als energiestad.	++	Draagt bij aan de duurzame ambitie van Groningen en is lokaal en zichtbaar.
<b>Juridische maakbaarheid</b>			
20	Zijn er voor de bron aanpassingen vereist aan de huidige regelgeving	++	Eventueel rekening houden met het bestemmingsplan.
21	Mate van gevoeligheid voor veranderende wet- en regelgeving	++	Eenmaal gebouwd waarschijnlijk geen impact van regelgeving.
<b>Techniek</b>			
22	Het aantal keren dat het systeem met vergelijkbare schaalgrootte in de EU al is toegepast.	+	Diverse systemen onder andere in Denemarken en Duitsland. Vrijwel alle projecten zijn stevig gesubsidieerd.

## Factsheet power to heat

Criteria	Score	Onderbouwing
<b>1 Mate waarin er kans is op een gunstige PER</b>	--	Hogere emissies dan huidige tijdelijke bij inzet van grijze stroom met slechte emissiefactor. Bij 100% groene stroom wordt het iets beter dan een volledig gasgestookt net, maar nog steeds slechter dan geothermie. Bij groot percentage P2H vergeleken met gas EN groene stroom wordt de emissiefactor beter.
<b>Snelheid en Tempo realitie &lt;= 1 juni 2020</b>		Bronstelsysteem is realiseerbaar. Het grootste volume warmte wordt geleverd door de al aanwezige gasketels.
<b>2 Mate waarin de bron in twee jaar en tenminste voor 3.500WE uitvoerbaar is.</b>	++	
<b>Locatieaspecten</b>		
<b>3 De mate waarin de bron geuremissies heeft</b>	++	Niet van toepassing.
<b>4 De mate waarin ecologische waarden worden belast</b>	0	Door gebruik van fossiel aardgas als primaire bron
<b>5 De mate waarin verkeersbewegingen noodzakelijk zijn om de bron te gebruiken (bijv. voor aanvoer van brandstof)</b>	++	Niet van toepassing.
<b>6 De mate waarin geluidhinder voor zal kunnen komen</b>	++	Niet van toepassing.
<b>7 Mate waarin aan bronspecifieke locatie-eisen kan worden voldaan</b>	++	Geschikte locatie nodig voor buffer. Bij voorkeur de aanwezigheid van een groot vermogen elektriciteitskabel
<b>Prijsmechanismen</b>		
<b>8 Verwachte kostprijs per GJ bij inbedrijfname</b>	0	Bij lage inzet van P2H wordt de kostprijs gedomineerd door de gasketels. P2H voegt alleen extra kosten toe, terwijl de baten beperkt zijn. Daarom de score van een 0.
<b>9 Bewegelijkheid van de kostprijs</b>	++	Met name afhankelijk van de gasprijs.
<b>10 Afhankelijkheid van subsidie;</b>	++	Business case is mogelijk zonder subsidie bij beperkte omvang van power to heat
<b>11 Zekerheid van subsidie</b>	-	Geen SDE+ mogelijk, verschillende innovatiesubsidies mogelijk wel van toepassing
<b>Toekomstgerichtheid</b>		
<b>12 Flexibiliteit van benodigde brandstof gedurende de economische levensduur</b>	++	Mogelijkheid om over te stappen op biogas toepassing.
<b>13 Mate waarin de bron over vijf jaar kansrijk is voor tenminste 11.700WE</b>	++	Zelfde mate van kansrijkheid. Systeem schaal via de gasketel.
<b>Leveringszekerheid</b>		
<b>14 Mate van langjarige beschikbaarheid van de bron</b>	++	Mogelijkheid om over te stappen op biogas toepassing. Op lange termijn kan de omvang van Power to heat toenemen
<b>15 Mate van continuïteit van levering van warmte gedurende de exploitatieperiode</b>	++	Continuïteit is geborgd via de gasketels
<b>beheersbaarheid van bedrijfs- en operationele processen</b>		
<b>16 Mate waarin de exploitatie van de bron extra specifieke bedrijfskennis verlangt</b>	++	Op zichzelf een eenvoudige technologie.
<b>17 Mate waarin strategisch partners nodig zijn om project te realiseren</b>	++	Sturing/handelsplatform koppeling nodig.
<b>Maatschappelijke spin-off</b>		
<b>18 Lokale regionale binding (grondstoffen, werkgelegenheid, hulpmaterialen)</b>	0	Weinig lokale binding.
<b>19 Draagt bij aan de positionering van en ontwikkeling van Groningen als energiestad.</b>	+	Een functioneel P2H systeem heeft enige uitstraling mits ingepast binnen een langjarig ontwikkelplan naar gebruik duurzame warmte.
<b>Juridische maakbaarheid</b>		
<b>20 Zijn er voor de bron aanpassingen vereist aan de huidige regelgeving</b>	+	Aanpassingen in de elektriciteitscodes dan wel afspraken met de overheid/netbeheerder over de hoge kosten voor elektriciteitsaansluitingen.
<b>21 Mate van gevoeligheid voor veranderende wet- en regelgeving</b>	++	Kansrijkheid verbeterd naar waarschijnlijkheid richting de toekomst: betere duurzaamheid vanwege groter aandeel hernieuwbare energie, ontstaan van een flexibiliteitsmarkt, aanpassingen aan elektriciteitscodes en -tarieven om energietransitie te stimuleren.
<b>Techniek</b>		
<b>22 Het aantal keren dat het systeem met vergelijkbare schaalgrootte in de EU al is toegepast.</b>	+	Met name in Denemarken zijn een aantal Power to heat opstellingen gerealiseerd. Veelal worden deze gebruikt in specifieke locaties, dicht bij windenergie of in combinatie met gas WKKs.

## Factsheet zonnewarmte met lage temperatuur restwarmte

Criteria	Score	Onderbouwing
<b>1 Mate waarin er kans is op een gunstige PER</b>	--	Hogere emissies dan huidige tijdelijke bron en dan geothermie bron. Met name door emissiefactor van grijze stroom. Bij 100% groene stroom wordt ++.
<b>Snelheid en Tempo realistische &lt;= 1 juni 2020</b>		
2 Mate waarin de bron in twee jaar en tenminste voor 3.500WE uitvoerbaar is.	+	Vergunningsverlening en verkrijgen grond voor zonneproduktie zou lang kunnen duren. Restwarmte is voldoende beschikbaar bij de Suikerunie (Energy Matters).
<b>Locatieaspecten</b>		
3 De mate waarin de bron geuremissies heeft	++	Niet van toepassing.
4 De mate waarin ecologische waarden worden belast	0	Gebruik van landbouwgrond, ruimte of daken. Belang voor juiste landschappelijke inpassing. Nader onderzoeken van eventuele impact van opslag in de bodem gewenst.
5 De mate waarin verkeersbewegingen noodzakelijk zijn om de bron te gebruiken (bijv. voor aanvoer van brandstof)	++	Niet van toepassing.
6 De mate waarin geluidhinder voor zal kunnen komen	++	Niet van toepassing.
7 Mate waarin aan bronspecifieke locatie-eisen kan worden voldaan	+	Er is een areaal nodig voor zonthermie. In nabijheid van warmtenet is een mogelijkheid gesignaleerd. Nader onderzoek moet uitwijzen of dit hier ook economisch haalbaar is.
<b>Prijsmechanismen</b>		
8 Verwachte kostprijs per GJ bij inbedrijfname	+	De kosten voor het opwaarderen van warmte zijn relatief hoog. Noodzaak van seizoensopslag is er niet wat de kosten verlaagt ten opzichte van alleen gebruik van zonneproduktie. Een specifieke business case moet haalbaarheid verder onderbouwen.
9 Bewegelijkheid van de kostprijs	++	Eenmaal aangelegd en met langjarig contract voor warmtelevering zijn de kosten stabiel. Subsidie beschikbaar voor zonthermie, impact op haalbaarheid is beperkt.
10 Afhankelijkheid van subsidie;	0	
11 Zekerheid van subsidie	++	SDE+ voor zonthermie mogelijk.
<b>Toekomstgerichtheid</b>		
12 Flexibiliteit van benodigde brandstof gedurende de economische levensduur	-	Scenario is erg afhankelijk van de complementariteit van LT warmte tijdens de winter en zonthermie tijdens de zomer. Deze combinatie lijkt uniek voor de Suikerunie en daarmee niet flexibel. Er liggen mogelijkheden om restwarmte van bijvoorbeeld meerdere datacenters samen te benutten. Financiële haalbaarheid van deze optie is niet beoordeeld.
13 Mate waarin de bron over vijf jaar kansrijk is voor tenminste 11.700WE	++	Vergunningsverlening en verkrijgen grond voor zonneproduktie zou lang kunnen duren. Restwarmte is voldoende beschikbaar bij de Suikerunie (Energy Matters).
<b>Leveringszekerheid</b>		
14 Mate van langjarige beschikbaarheid van de bron	+	Afhankelijk van langjarige aanwezigheid van restwarmte uit de Suikerunie. Industrie lijkt stabiel.
15 Mate van continuïteit van levering van warmte gedurende de exploitatieperiode	++	Voorspelbare jaarpatronen, met mogelijkheid onderbrekingen op te vangen door middel van warmtebuffer en gasketel.
<b>beheersbaarheid van bedrijfs- en operationele processen</b>		
16 Mate waarin de exploitatie van de bron extra specifieke bedrijfskennis verlangt	++	Kennis aanwezig bij Wamtestad.
17 Mate waarin strategisch partners nodig zijn om project te realiseren	--	Scenario is gebouwd op partnerschap met Suikerunie en daarmee maximaal afhankelijk van samenwerking met deze partij.
<b>Maatschappelijke spin-off</b>		
18 Lokale regionale binding (grondstoffen, werkgelegenheid, hulpmaterialen)	++	Sterk voorbeeld van benutten van regionale kansen met verdere versterking van de regio.
19 Draagt bij aan de positionering van en ontwikkeling van Groningen als energiestad.	++	Innovatieve combinatie van de goede eigenschappen van verschillende warmtebronnen.
<b>Juridische maakbaarheid</b>		
20 Zijn er voor de bron aanpassingen vereist aan de huidige regelgeving	++	Geen aanpassingen nodig.
21 Mate van gevoeligheid voor veranderende wet- en regelgeving	++	Lijkt niet gevoelig.
<b>Techniek</b>		
22 Het aantal keren dat het systeem met vergelijkbare schaalgroottes in de EU al is toegepast.	+	Het gebruik van restwarmte is gangbaar en het opwaarderen van warmte ook. De combinatie van restwarmte, zon en opwaarderen op deze schaal komt minder voor.

## Factsheet lage temperatuur restwarmte

Criteria	Score	Onderbouwing
<b>1 Mate waarin er kans is op een gunstige PER</b>	--	Hogere emissies dan huidige tijdelijke bron en dan geothermie bron. Met name door emissiefactor van grijze stroom. Bij 100% groene stroom wordt ++.
<b>Snelheid en Tempo realtie &lt;= 1 juni 2020</b>		
2	++	Er is voldoende restwarmte beschikbaar, ca 20-25 M AE alleen al van SU, Bron: Restwarmte inventarisatie Gemeente Groningen, DHV 2012, en Uitkoppeling restwarmte Suikerunie Vierverlaten, Energy Matters 2011) Suikerunie is de bepalende bron, kan evt worden aangevuld, vooral buiten campagne en in deelclusters.
<b>Locatieaspecten</b>		
3	++	Het aanvullende systeem kent geen relevante geuremissies.
4	++	Geen specifieke impact bekend. Nader onderzoeken van eventuele impact van opslag in de bodem gewenst.
5	++	Transport gaat via pijpleidingen.
6	++	Pompen alleen, niet relevant geacht voor geluidsemissies
7	++	Weinig beperkingen
<b>Prijsmechanismen</b>		
8	-	Duur vanwege de kosten voor een seizoensbuffer en noodzaak om warmte op te waarderen. Kosten kunnen worden verlaagd door restwarmte bronnen aan te sluiten die het hele jaar door warmte produceren.
9	+	Stabiel, mits de prijs kan worden vastgelegd voor langere termijn.
10	-	De oplossing is duur en daarmee afhankelijk van subsidie
11	-	Geen SDE+ mogelijk, verschillende innovatiesubsidies mogelijk wel van toepassing
<b>Toekomstgerichtheid</b>		
12	-	Haalbaarheid kan worden verbeterd door andere LT bronnen aan te sluiten waarmee de seizoensbuffer niet meer nodig zal zijn. Wat dat betreft is de keuze voor Suikerunie en seizoensopslag van haar warmte niet een kosteneffectieve vanwege het sterke seizoenspatroon. Er liggen mogelijkheden om restwarmte van bijvoorbeeld meerdere datacenters samen te benutten. Financiële haalbaarheid van deze optie is niet beoordeeld.
13	++	Afhankelijk van toekomstverwachting suikerunie.
<b>Leveringszekerheid</b>		
14	+	Afhankelijk van langjarige aanwezigheid van suikerunie. Industrie lijkt stabiel.
15	++	Voorspelbare jaarpatronen, met mogelijkheid onderbrekingen op te vangen dmv warmtebuffer en gasketel.
<b>beheersbaarheid van bedrijfs- en operationele processen</b>		
16	++	Voomamelijk bekende technieken.
17	-	Scenario is gebouwd rondom warmte van de Suikerunie. Evenwel, overschakelen naar een of meerdere andere bronnen verlaagt afhankelijkheid van SU en verbetert de business case.
<b>Maatschappelijke spin-off</b>		
18	++	Sterk voorbeeld van benutten van regionale kansen met verdere versterking van de regio.
19	+	Voorbeeld van benutten van regionale kansen met verdere versterking van de regio.
<b>Juridische maakbaarheid</b>		
20	++	Er moet rekening worden gehouden met voorwaarden uit de vergunningverlening voor de locatie. Geen aanvullende knelpunten in regelgeving voorzien.
21	++	Gebruik van restwarmte zal alleen maar verder toenemen en daarmee gaat naar verwachting de regelgeving alleen maar beter aansluiten.
<b>Techniek</b>		
22	++	Veel internationale ervaring met gebruik van restwarmte en opwaarderen van LT warmte en seizoensopslag.



## Factsheet hoge temperatuur industriële restwarmte

Criteria	Score	Onderbouwing
<b>1 Mate waarin er kans is op een gunstige PER</b>	++	Lage emissies door gebruik van restwarmte die anders niet zou worden gebruikt. Afhankelijk van de bron voor HT warmte zijn er kanttekeningen te zetten bij de duurzaamheid van de gehele keten.
<b>Snelheid en Tempo realistische &lt;= 1 juni 2020</b>		
2 Mate waarin de bron in twee jaar en tenminste voor 3.500WE uitvoerbaar is.	0	Realisatie van een lange warmtetransportleiding naar bijvoorbeeld Eemshaven is een tijdrovend project vanwege doorlooptijd voor contracten en vergunningen.
<b>Locatieaspecten</b>		
3 De mate waarin de bron geuremissies heeft	++	Het aanvullende systeem kent geen relevante geuremissies
4 De mate waarin ecologische waarden worden belast	++	Niet van toepassing
5 De mate waarin verkeersbewegingen noodzakelijk zijn om de bron te gebruiken (bijv. voor aanvoer van brandstof)	++	Niet van toepassing
6 De mate waarin geluidhinder voor zal kunnen komen	++	Niet van toepassing
7 Mate waarin aan bronspecifieke locatieeisen kan worden voldaan	++	Niet van toepassing
<b>Prijsmechanismen</b>		
8 Verwachte kostprijs per GJ bij inbedrijfname	++	HT restwarmte kan een kosteneffectieve oplossing zijn. Lange afstandstransport vanuit bijv. Eemshaven is een grote kostenpost.
9 Beweeglijkheid van de kostprijs	++	Zolang productie bestaat en op niveau blijft is die stabiel.
10 Afhankelijkheid van subsidie;	++	Waarschijnlijk niet afhankelijk van subsidie
11 Zekerheid van subsidie	--	Geen SDE+ mogelijk, verschillende innovatiesubsidies mogelijk wel van toepassing
<b>Toekomstgerichtheid</b>		
12 Flexibiliteit van benodigde brandstof gedurende de economische levensduur	0	Energieefficiëntie in de industrie en het verder verduurzamen van de energie en afvalvoorziening leidt tot een afname van de beschikbaarheid van hoge temperatuur warmte. Het is goed mogelijk om bij het wegvallen van de HT bron een andere restwarmte bron te realiseren of over te schakelen op een geheel andere warmtetechnologie.
13 Mate waarin de bron over vijf jaar kansrijk is voor tenminste 11.700WE	+	Er lijkt voldoende HT warmte in de omgeving beschikbaar als Eemshaven en Delfzijl worden meegenomen.
<b>Leveringszekerheid</b>		
14 Mate van langjarige beschikbaarheid van de bron	0	Energieefficiëntie in de industrie en het verder verduurzamen van de energie en afvalvoorziening leidt tot een afname van de beschikbaarheid van hoge temperatuur warmte. Het is goed mogelijk om bij het wegvallen van de HT bron een andere bron te realiseren op basis van de andere scenarios.
15 Mate van continuïteit van levering van warmte gedurende de exploitatieperiode	0	In principe goede beschikbaarheid gebaseerd op langjarige contracten. Risico zit in toekomstvastheid van de bron. Backup dmv gasketels.
<b>beheersbaarheid van bedrijfs- en operationele processen</b>		
16 Mate waarin de exploitatie van de bron extra specifieke bedrijfskennis verlangt	++	Vooral bekende technieken.
17 Mate waarin strategisch partners nodig zijn om project te realiseren	0	Partnerschap is nodig met partijen die restwarmte kunnen leveren. In de regio Groningen lijkt dit een beperkt aantal elektriciteitscentrales.
<b>Maatschappelijke spin-off</b>		
18 Lokale regionale binding (grondstoffen, werkgelegenheid, hulpmaterialen)	+	Versterking van regionale samenwerking.
19 Draagt bij aan de positionering van en ontwikkeling van Groningen als energiestad.	0	Geen innovatieve oplossing en afhankelijk van de bronkeuze ook controversieel (bijv. Bij steenkoolcentrale ).
<b>Juridische maakbaarheid</b>		
20 Zijn er voor de bron aanpassingen vereist aan de huidige regelgeving	++	Geen aanpassingen vereist.
21 Mate van gevoeligheid voor veranderende wet- en regelgeving	+	Gevoelig voor maatregelen rondom energieefficiëntie in industrie en toekomstvastheid van de industrie zelf. Omdat voldoende restwarmte potentie aanwezig lijkt te zijn, wordt de impact van wet- en regelgeving gedempt. Beoordeling kan afwijken voor verschillende bronnen vanwege specifiek beleid op elektriciteitsproductie, industriële restwarmte en grootschalig gebruik van biomassa in energiecentrales.
<b>Techniek</b>		
22 Het aantal keren dat het systeem met vergelijkbare schaalgrootte in de EU al is toegepast.	++	Zeer veel voorbeelden in binnen en buitenland.

## B: Toelichting en definities beoordelingskader

Voor de multicriteria-analyse heeft WarmteStad een lijst van 10 basiscriteria opgesteld, die weer uiteenvallen in 25 subcriteria. Voor elk van deze criteria is een kwantitatieve weging opgesteld op basis van een paarsgewijs vergelijk van criteria. Onderstaande lijst geeft per criterium een onderbouwing voor de weging die het Expertteam eraan heeft toegekend:

### 1. Leveringszekerheid - zwaar (gewicht: 15)

- a. Mate van langjarige beschikbaarheid van de bron
- b. Mate van continuïteit van levering gedurende de exploitatieperiode

Leveringszekerheid is voor gebruikers en stakeholders van het warmtenet één van de belangrijkste criteria. Zeker in de keuze om over te stappen van het bestaande, zeer betrouwbaar bronsysteem, hoofdzakelijk via aardgas, naar een aansluiting op het warmtenet.

### 2. Prijsmechanismen – zwaar (gewicht 12)

- a. Verwachte kostprijs per GJ o.b.v. 7500 woonequivalenten
- b. Bewegelijkheid van de kostprijs
- c. Afhankelijkheid van subsidie
- d. Zekerheid van subsidie

De prijs voor warmtelevering is voor gebruikers een zwaarwegend criterium in de keuze om over te stappen naar een alternatief bronsysteem. Voor de warmte-exploitant moet de kostprijs voor warmte lager liggen dan de warmtetarieven die door gebruikers worden betaald. Bovendien moet de kostprijs bij voorkeur stabiel en voorspelbaar zijn. Voor consumenten heeft de Autoriteit Consument en Markt (ACM) een maximum warmtetarief vastgesteld.

### 3. Techniek - zwaar (gewicht 10)

- a. Het aantal keren dat het systeem met vergelijkbare schaalgrootte in de EU is toegepast

Een kritieke succesfactor voor het bronsysteem van WarmteStad is het gebruik van bestaande, bewezen warmte-technieken; zeker gezien het grote aantal gebruikers van het warmtenet.

### 4. Duurzaamheid: Kans op een gunstige PER – gemiddeld (gewicht 9)

Duurzaamheid is een belangrijke randvoorwaarde voor het alternatieve bronsysteem. Uitgangspunt in de score is dat een duurzaamheid moet worden behaald die minimale dezelfde is als die van geothermie. Voor sommige bronnen betekent dat keuzes in het gebruik van energie in de exploitatie, zoals gebruik van groene stroom of groen gas.

### 5. Toekomstgerichtheid – gemiddeld (gewicht 9)

- a. Flexibiliteit van benodigde brandstof gedurende de economische levensduur
- b. Mate waarin de bron over vijf jaar kansrijk is voor tenminste 11.700WE

Om de exploitatie van de warmtebron in de toekomst te kunnen garanderen is het relevant of kan worden gewisseld in het type brandstof dat wordt gebruikt. Ook is het belangrijk dat de bron kan worden opgeschaald naar levering van tenminste 11.700 warmte-equivalenten in 2024. Dit kan door de bron zelf op te schalen, maar kan ook door in

de toekomst nieuwe bronnen toe te voegen om nieuwe gebruikers te bedienen. Omdat deze opties toe zullen nemen in de toekomst en andere technieken hiervoor mogelijk aantrekkelijker worden, krijgt dit criterium een gemiddeld gewicht.

## 6. Juridische maakbaarheid – gemiddeld (gewicht 7)

- a. Zijn er voor de bron aanpassingen vereist aan de huidige regelgeving?
- b. Mate van gevoeligheid voor veranderende wet- en regelgeving

In de ambitie om warmtenetten in Nederland te verduurzamen, zien wij vergelijkbare ontwikkelingen en keuzes op meerdere plaatsen in het land. Wanneer er op meerdere plaatsen, vergelijkbare technisch-economische bronsystemen zijn met hoog maatschappelijk draagvlak, verwachten wij dat eventuele juridische barrières worden verholpen. Wetgeving, waaronder de Warmtewet en de gereguleerde codes voor elektriciteit en gas, volgt daarbij de landelijke ontwikkelingen van warmtenetten en verduurzaming te faciliteren. Om deze redenen wegen wij dit criterium gemiddeld mee.

## 7. Locatieaspecten – licht (gewicht 6)

- a. De mate waarin de bron geuremissies heeft
- b. De mate waarin ecologische waarden worden belast
- c. De mate waarin verkeersbewegingen noodzakelijk zijn om de bron te gebruiken (bijv. voor aanvoer van brandstof)
- d. De mate waarin geluidhinder voor zal kunnen komen
- e. Mate waarin aan bronspecifieke locatie-eisen kan worden voldaan

Onder dit criterium valt onder andere de mate van overlast voor de directe omgeving. Deze aspecten worden voor een groot deel ook getoetst in de vergunningsverstrekking voor de realisatie van een warmtebron; voor de MCA beschouwen we ze als randvoorwaardelijk. Voor alle bronsystemen in de MCA zien wij dat de milieu-impact op de directe omgeving, zoals geluidsoverlast en lokale emissies, grotendeels kan worden gereduceerd aan de bron. Om deze reden wegen wij dit criterium als licht.

## 8. Beheersbaarheid (bedrijfs- en operationele processen) – licht (gewicht 6)

- a. Mate waarin de exploitatie van de bron extra specifieke bedrijfskennis verlangt
- b. Mate waarin strategisch partners nodig zijn om project te realiseren

Alle bronsystemen die worden overwogen zijn alle beheersbaar, omdat bewezen technieken worden overwogen in de MCA. De mate waarin een bronsysteem in de exploitatie extra bedrijfskennis verlangt wegen wij als licht. Bedrijfskennis die op dit moment ontbreekt is in te kopen of te ontwikkelen en er kan ook voor worden gekozen de exploitatie en zelfs het eigenaarschap van de warmtebron over te laten aan een gespecialiseerde partij.

## 9. Maatschappelijke spin-off – licht (gewicht 5)

- a. Lokale regionale binding (grondstoffen, werkgelegenheid, hulpmaterialen)
- b. Draagt bij aan de positionering en ontwikkeling van Groningen als energiestad

Een aansprekend en toonaangevend, duurzaam bronsysteem is een potentieel uithangbord voor de stad Groningen en de regio. Een oplossing kan bijdragen aan de profilering van de stad Groningen als duurzame regio en Energiestad, stimuleert de lokale economie en genereert daarmee werkgelegenheid. De mate waarin het bronsysteem een bijdrage kan leveren is in deze onderzoeksfase nog niet echt concreet te maken. Om deze reden wegen wij dit criterium als minder zwaar.

## 10. Snelheid en tempo realisatie – licht (gewicht 5)

- a. Mate waarin de bron in twee jaar en tenminste voor 3.500WE uitvoerbaar is

De snelheid van realisatie is voor WarmteStad een zeer belangrijk criterium. Toch wordt door het expertteam aan dit criterium een licht gewicht toegekend. De keuze voor een toekomstvast, duurzaam bronsysteem, dat kan rekenen op maatschappelijk draagvlak en een haalbare exploitatie zien wij als belangrijkere criteria dan de snelheid van realisatie.

## C: Gevoeligheidsanalyse

Om te beoordelen hoe robuust de shortlist van oplossingen is, hebben wij ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd op de criteria.

Onderstaande figuren laten zien welke impact er is, wanneer een criterium niet meer wordt meegenomen (gewicht nul, of maximaal wordt meegenomen (gewicht 25). Deze gevoeligheid hebben wij voor elk afzonderlijk criterium vastgesteld. In het groen zijn de bronsystemen aangegeven die het hoogste scores. De nummers in de grafieken verwijzen naar de warmteoplossingen:

1. Biogas
2. Biomassa
3. Warmte uit ondiepe bodem
4. Warmte uit oppervlaktewater
5. Zonnewarmte met seizoensbuffer
6. Power to heat
7. Zonnewarmte met lage temperatuur restwarmte
8. Lage temperatuur restwarmte met seizoensbuffer
9. Hoge temperatuur restwarmte

