

Vergaderjaar 2020–2021

**30 196**

**Duurzame ontwikkeling en beleid**

**32 813**

**Kabinetsaanpak Klimaatbeleid**

**Nr. 754**

**BRIEF VAN DE MINISTER VAN ECONOMISCHE ZAKEN EN KLIMAAT**

Aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal

Den Haag, 28 april 2021

Het vergt een meerjarige inspanning om de klimaatdoelen voor de gebouwde omgeving te bereiken. Voor de gebouwde omgeving is een nationale doelstelling vastgesteld van 3,4 Mton extra CO<sub>2</sub>-reductie in 2030. Vanuit lokaal, regionaal en nationaal niveau zijn veel ontwikkelingen in gang gezet die bijdragen aan de transitie richting een duurzame gebouwde omgeving. Zo zijn gemeenten hard bezig met het opstellen van de transitievisies warmte (TVW), en de concretere uitvoeringsplannen die hierop volgen, en regio's met de Regionale Energie Strategieën (RES) om daarmee de transitie van fossiele verwarming naar duurzame warmtesystemen richting te geven.

Om gemeenten nader te ondersteunen en een visie te bieden op deze transitie, ga ik in deze brief in op de vijf belangrijkste verduurzamingsstrategieën die gemeenten kunnen benutten voor de verdere vormgeving van transitievisie warmte en deel ik een onderzoek dat ik heb laten uitvoeren naar de rol die de hybride warmtepomp kan spelen in de warmtetransitie. Tevens werk ik aan een nationale warmtebronnenstrategie, die ik later dit jaar met uw Kamer zal delen. In de warmtebronnenstrategie zal ik, als vervolg op deze visie, nader in gaan op de verschillende uitdagingen en oplossingsrichtingen om de verduurzaming van de gebouwde omgeving verder vorm te geven. Op die manier kunnen we de initiatieven die worden ontplooid, de ontwikkelingen die in gang zijn gezet en de plannen die worden gemaakt met elkaar waarmaken.

De brief is als volgt opgebouwd, paragraaf 1.1 beschrijft het handelingsperspectief van de mogelijke verduurzamingsstrategieën (all-electric, warmtenet en duurzame gassen) en biedt inzicht in de bijdrage van stapsgewijze maatregelen richting 2030 en het eindbeeld in 2050. Verder bespreekt paragraaf 1.2 het onderzoek met betrekking tot de rol van de hybride warmtepomp in de warmtetransitie en wordt in paragraaf 1.3 de conclusie beschreven waarin wordt teruggegrepen naar de hoofdboodschap en kijk ik vooruit naar de nationale warmtebronnenstrategie, de

brief die later dit jaar volgt. Tot slot, bevindt zich in de bijlage een meer technische toelichting over de werking van een warmtenet.

## **1.1 Handelingsperspectief in de gebouwde omgeving**

Gemeenten stellen hun transitievisies warmte uiterlijk eind dit jaar vast. Vanuit hun regierol in de transitie, zullen gemeenten in de transitievisies warmte in ieder geval voor die wijken die tot en met 2030 gepland zijn, aangeven hoeveel woningequivalenten geïsoleerd en/of aardgasvrij gemaakt zullen worden, en welke alternatieven voor aardgas potentieel beschikbaar zijn. De Startanalyse, onderdeel van de Leidraad<sup>1</sup> welke gemeenten ondersteunt bij het opstellen van de transitievisies warmte, is een rekenmodel die vijf CO<sub>2</sub>-neutrale strategieën richting 2050 schetst en gemeenten helpt om een eerste beeld te krijgen in de kosten en duurzaamheidsgevolgen voor woningen en gebouwen.

Iedere strategie kent zijn eigen voor- en nadelen en optimaal toepassingsgebied, waarbij tegelijkertijd knelpunten en onzekerheden aanwezig zijn die moeten worden weggenomen. Op nationale schaal zijn alle strategieën nodig om de doelstellingen voor 2050 te kunnen realiseren.

De mate waarin gemeenten de vijf verduurzamingsstrategieën uit de Startanalyse reeds voor 2030 kunnen toepassen, hangt samen met de robuustheid van deze strategieën. Wanneer het gaat om de verduurzamingsstrategieën wordt dit vertaald naar betaalbaar en toekomstbestendig. Zo is een verduurzamingsstrategie robuust als de benodigde warmtetechniek richting 2030 en 2050 er in voldoende mate is en wanneer de (nationale) kosten ten opzichte van de overige strategieën met een bepaalde zekerheid lager liggen<sup>2</sup>.

### *1.1.1. De vijf verduurzamingsstrategieën*

Robuustheid heeft in deze exercitie te maken met technisch-economische aspecten die op lokaal/regionaal en nationaal niveau worden bepaald. Elk van de strategieën conform Startanalyse wordt hieronder kort belicht, waarbij de relatie met betrekking tot een robuuste toepassing wordt gemaakt.

#### *Strategie 1: All-electric*

De eerste strategie is de elektrische warmtepomp (all-electric). In deze strategie worden woningen en gebouwen individueel verwarmd met een elektrische warmtepomp. Elektrische warmtepompen produceren relatief laagtemperatuur warmte en daarom is substantiële isolatie (ongeveer label B) in deze strategie noodzakelijk. Aanvullend is ook netverzwaring en aanpassing van het warmteafgifte systeem in de woning nodig. Deze strategie is met name robuust voor woningen met een recent bouwjaar (of die al de nodige isolatiemaatregelen hebben genomen).

#### *Strategie 2 en 3: warmtenetten*

De tweede en derde strategie van de Startanalyse omvatten warmtenetten in combinatie met hoog-, midden- of laagtemperatuur (duurzame) warmtebronnen. Dit type systeem biedt de mogelijkheid een groot aantal afnemers op één systeem aan te sluiten. In potentie is een groei mogelijk naar 20 – 35% van de huishoudens in 2050. De regels in de aanstaande

<sup>1</sup> Kamerstuk 32 813, nr. 399

<sup>2</sup> En wanneer na het uitvoeren van andere modelanalyses en lokale afwegingen dezelfde strategie nog steeds het meest geschikt blijkt.

Wet collectieve warmtevoorziening zullen toezien op een verantwoorde groei van collectieve warmtenetten, meer transparantie in de tariefstelling, aanscherping van vereisten voor leveringszekerheid en het stellen van eisen aan de verduurzaming. In dichtbevolkte buurten en gebieden met een stedelijk karakter (vraag) en met (uitzicht op) lokale (rest)warmtebronnen (aanbod), zijn hoge- en middentemperatuur warmtenetten maatschappelijk gezien een betaalbare – robuuste – strategie van verduurzaming. Daarmee dragen warmtenetten bij aan de ontlasting van de toekomstige vraag naar schaarse nationale en transporteerbare duurzame energiedragers. In het Klimaatakkoord wordt daarom stevig ingezet op de ontwikkeling van collectieve warmtesystemen.

In wijken waar een hoge- en middentemperatuur warmtenetten niet effectief of haalbaar zijn, kan gekeken worden naar (kleine collectieve) lagetemperatuur warmtenetten. Deze strategie gaat op buurtniveau vaak gepaard met de all-electric strategie. De keuze voor deze verduurzamingsstrategieën is afhankelijk van de beschikbaarheid van lagetemperatuur warmtebronnen (zoals aquathermie, maar ook restwarmte van bijvoorbeeld datacenters en supermarkten), en de mate waarin woningen geïsoleerd kunnen worden (naar label B of beter). Voor deze techniek is richting 2030 nog de benodigde kennis en innovatie nodig. Dit gebeurt onder andere in het Programma Aardgasvrije Wijken. In de tweede ronde proeftuinen (2020) zijn 6 projecten toegewezen met een laagtemperatuur of all-electric verduurzamingsstrategie.

In de bijlage wordt de werking van warmtenetten en de onderlinge samenhang van de bijbehorende warmtebronnen verder beschreven.

#### *Strategie 4 en 5: duurzame gassen*

In de toekomst kunnen duurzame gassen, zoals groen gas en waterstof, mogelijk in een deel van de warmtevraag voorzien. Waarbij het vooral kansen biedt in gebieden waar andere strategieën te duur of technisch niet mogelijk zijn. Het duurzame gas zal door middel van een HR-ketel of hybride warmtepomp (middels de pieklast) aan de woning of het gebouw worden geleverd.

Richting 2030 moet gesteld worden dat duurzame gassen nationaal (en daarmee voor heel Nederland) niet robuust zijn omdat er nog te veel onzekerheden bestaan. Deze twee strategieën zijn daarmee dan ook niet – of alleen op het niveau van pilots – inzetbaar voor de wijken die tot 2030 aardgasvrij gemaakt worden in het kader van de wijkgerichte aanpak. Na 2030 zullen deze gassen naar verwachting verder opgeschaald zijn en zal er meer duidelijkheid bestaan over de kosten, het aanbod en de vraag uit andere sectoren als industrie en transport.

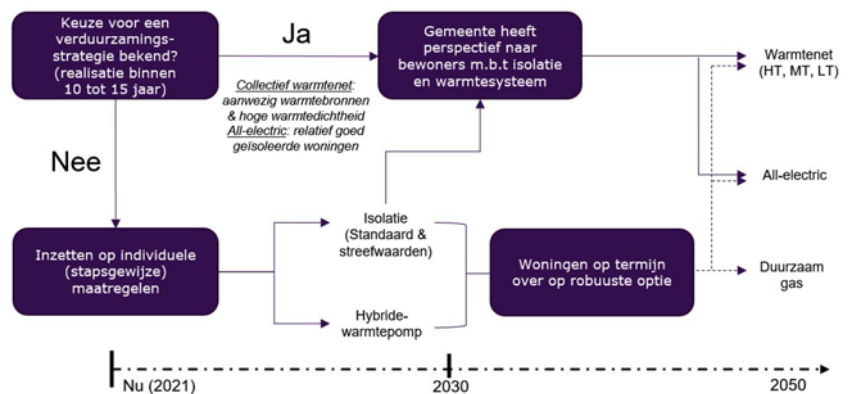
Voor groen gas geldt bovendien dat deze energiedrager nog niet toekomstbestendig gealloceerd kan worden. Doordat groen gas fysiek identiek is aan aardgas en via hetzelfde aardgasnet geleverd wordt, kan de levering van groen gas aan consumenten alleen aangetoond worden met garanties van oorsprong. Op dit moment beschikken gemeenten niet over instrumenten om de levering of afname van groen gas met garanties van oorsprong verplicht te stellen, te handhaven en/of te monitoren. Zonder een dergelijk instrumentarium blijft het voor inwoners van wijken die aangewezen zouden worden als «groen gas wijk» mogelijk om grijs aardgas te consumeren en kan een gemeente niet vaststellen of het geleverde aardgas in een wijk hernieuwbaar of fossiel van oorsprong is. Om dit hiaat te dichten, onderzoekt het Rijk een nationale leveringsverplichting voor groen gas. Deze leveringsverplichting, ofwel bijmengverplichting, zou energieleveranciers verplichten een oplopend aandeel

groen gas te leveren aan alle huishoudens in Nederland met een aansluiting op het gasnet. Op deze wijze zou groen gas dus ingezet worden in alle wijken waar (voorlopig) nog geen stap genomen wordt naar een all-electric of warmtenet verduurzamingsstrategie. Ik zal uw Kamer later dit jaar nader informeren over de stand van zaken van deze bijmengverplichting. Los van eventuele leveringsverplichtingen, kunnen bewoners besluiten om – net als bij groene stroom – vrijwillig groen gas in te kopen via hun energieleverancier. Deze vrijwillige keuze staat echter los van de wijkgerichte aanpak die gericht is op de planmatige uitrol van een alternatieve warmtevoorziening in Nederland.

Net als bij groen gas is waterstof een energiedrager die in 2050 een deel van de gebouwde omgeving zou kunnen voorzien van duurzame warmte. Tegelijkertijd moet worden benadrukt dat waterstof tot 2030 geen robuuste toepassing is. Zoals ook in de Kabinetsvisie Waterstof<sup>3</sup> is geschreven, zijn los van de potentie eerst belangrijke vragen te beantwoorden rondom de thema's toepasbaarheid, veiligheid, beschikbaarheid, duurzaamheid en betaalbaarheid. Om hieraan te werken heeft het kabinet recentelijk, gezamenlijk met de sector, een Green Deal «H2-wijken» in Hoogeveen en Stad aan 't Haringvliet gesloten. Hierin spreken partijen af om aan de hand van leerprojecten in Hoogeveen en Stad aan 't Haringvliet de ontwikkeling van waterstofwijken in de praktijk te verkennen. Met als eerste stap het verder in kaart brengen van bestaande knelpunten en mogelijke oplossingsrichtingen voor de toepassing van waterstof in de gebouwde omgeving.

Doordat hernieuwbare gassen tot 2030 niet inzetbaar zijn voor de transitie in de gebouwde omgeving, blijven er voor gemeenten in hoofdzaak drie strategieën over (hoge- en middentemperatuur warmtenetten, laagtemperatuur warmtenetten en all-electric). Voor deze strategieën kan op lokaal/regionaal niveau vastgesteld worden of zij robuust zijn. De Startanalyse en de Handreiking voor lokale analyse uit de Leidraad en de verdere ondersteuning vanuit het Expertise Centrum Warmte (ECW) bieden daar de noodzakelijke handvatten voor. Waar een deel van de wijken nu aan de slag kan met een van de verduurzamingsstrategieën die meteen als eindoplossing fungeert, is dat voor een groot deel van de wijken in Nederland richting 2030 nog niet het geval. Voor deze wijken kunnen individuele (stapsgewijze) maatregelen een optie bieden.

**Schematische weergave van het perspectief voor gemeenten waarbij zowel het eindbeeld als stapsgewijze aanpak wordt weergegeven.**



<sup>3</sup> Kamerstuk 32 813, nr. 485

### 1.1.2. Individuele (stapsgewijze) maatregelen: isolatie en de hybride warmtepomp

Gezien de significante opgave die er voor de gebouwde omgeving is, is het van belang om ook in wijken waarvoor tot 2030 nog geen robuuste verduurzamingsoptie voorhanden is aan de slag te gaan met individuele en stapsgewijze maatregelen. Een stapsgewijze aanpak betekent dat maatregelen op natuurlijke momenten genomen worden. Dit kan met name door isolatiemaatregelen te treffen of het vervangen van een oude ketel door een hybride warmtepomp. Hiermee is op korte termijn een behoorlijke aardgas en CO<sub>2</sub>-reductie te behalen en wordt een effectieve tussenstap gezet richting een optimale verduurzamingsstrategie in 2050. De stapsgewijze aanpak is hiermee gericht op het optimaal gebruik maken van het handelingsperspectief (al dan niet binnen een wijkgerichte aanpak) en duurzaam initiatief van bewoners. Deze (stapsgewijze) route wordt ook in de derde ronde van het Programma Aardgasvrije Wijken meegenomen.

Het kabinet heeft een standaard voor woning isolatie vastgesteld, waarover de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) u recent heeft geïnformeerd<sup>4</sup>. Het isoleren van woningen naar de standaard op natuurlijke momenten, maar uiterlijk in 2050, wordt voor alle verduurzamingsstrategieën geadviseerd. Om woningeigenaren en gemeenten te ondersteunen bij keuzes rondom isolatie wordt dit jaar verder gecommuniceerd over de standaard. Isoleren naar de standaard heeft een relatie met de nationale warmtebronnenstrategie. Zo draagt het bij aan directe besparing door de verminderde warmtevraag, en aan de betere toepasbaarheid van efficiëntere warmtealternatieven en lage temperatuur warmtebronnen.

De hybride warmtepomp is een combinatie van een warmtepomp met een gasketel. De basislast (de helft of meer van de jaarlijkse warmtevraag) wordt voorzien met de (elektrische) warmtepomp; het resterende deel (de pieklast op koude momenten) wordt ingevuld met aardgas (nu) of duurzaam gas (in de toekomst). Op de korte termijn zou de hybride warmtepomp al een waardevolle bijdrage kunnen leveren aan het verlagen van de aardgasvraag en het behalen van CO<sub>2</sub>-reductie. Bijvoorbeeld wanneer een deel van de jaarlijks verkochte HR-ketels – ongeveer 400.000 per jaar<sup>5</sup> – vervangen zou worden door een hybride warmtepomp. Na de levensduur van de installatie (circa 10 tot 15 jaar) kan worden herijkt of duurzame gassen beschikbaar zijn, of de stap naar volledig elektrisch financieel voordelig is, of dat het aansluiten op een warmtenet een mogelijkheid is. Om deze optie verder te duiden is in de Routekaart Groen Gas nader onderzoek aangekondigd naar de rol van de hybride warmtepomp in de energietransitie. De uitkomsten van deze analyse worden in het volgende hoofdstuk uiteengezet.

### **1.2 Onderzoek Ecorys: De waarde van de hybride warmtepomp voor de warmtetransitie in de gebouwde omgeving**

Om zowel de waarde van de hybride warmtepomp voor de warmtetransitie in de gebouwde omgeving als tussenoplossing (met aardgas) en als eindbeeld (met duurzaam gas) meer inzichtelijk te maken, is het adviesbureau Ecorys gevraagd hier onderzoek naar te doen. Het betreft een technisch economisch onderzoek waarbij gebruik is gemaakt van het

<sup>4</sup> Kamerstuk 30 196, nr. 749

<sup>5</sup> Gasmonitor (2020)

rekenmodel en aannames onderliggend aan de Startanalyse<sup>6</sup>. Aan de hand van enkele scenario's is doorgerekend welke nationale kosten en eindgebruikerskosten gepaard gaan met de inzet van de hybride warmtepomp en welke effecten dit heeft op andere verduurzamingsstrategieën. Het rapport vindt u als bijlage bij deze Kamerbrief<sup>7</sup>.

De conclusies uit het rapport zijn onder te verdelen in resultaten voor de hybride warmtepomp in combinatie met aardgas (als tussenstap richting een volledig duurzaam eindbeeld) en groen gas (eindbeeld). Er zijn vier conclusies:

1. *De hybride warmtepomp (in combinatie met aardgas) kent bij een juiste inzet geen lock-in<sup>8</sup>.*
2. *De hybride warmtepomp (in combinatie met groen gas) is bovengemiddeld interessant in buitengebieden met ruim opgestelde woonwijken (vrijstaande- en 2-onder-1 kap woningen) en gebieden waar – hoge- en middentemperatuur- warmtenetten niet mogelijk zijn.*
3. *De inzet van de hybride warmtepomp leidt tot een efficiëntere inzet van groen gas dan bij een HR-ketel, waardoor meer gebruikers gebruik kunnen maken van de beperkte beschikbare hoeveelheid groen gas.* Door de inzet van de hybride warmtepomp in plaats van HR-ketel kan bij meer woningen de pieklast van de warmtevraag worden voorzien met het beperkte aanbod van groen gas, terwijl de basislast door de (efficiëntere) warmtepomp wordt geleverd.
4. *Vanuit nationale- en eindgebruikerskosten biedt de hybride warmtepomp (in combinatie met groen gas) kosten- en CO<sub>2</sub>-voordelen: Omdat de hybride warmtepomp een efficiëntere installatie is ten opzichte van de HR-ketel, is het in staat om in woningen met een groot energieverbruik forse aardgas en CO<sub>2</sub>-emissies te reduceren. Dit werkt ook voordelig in de jaarlijkse energielasten.*

Door het rekenmodel en onderliggende aannames van de Startanalyse toe te passen in het onderzoek, is inzicht verkregen in de effecten van de hybride warmtepomp ten opzichte van andere verduurzamingsstrategieën. De resultaten laten zien dat de hybride warmtepomp een goede aanvulling is op de inzet van robuuste verduurzamingsstrategieën, zoals warmtenetten, via de wijkgerichte aanpak. De hybride warmtepomp kan als spijtvrije toepassing worden ingezet in situaties waar er de komende 10 tot 15 jaar geen robuuste optie voorzien wordt.

Om de besluitvorming door een volgend kabinet voor te bereiden wordt met de sector een verdere verkenning uitgevoerd rondom de hybride warmtepomp. Concreet wordt op de korte termijn gezamenlijk met de installatiesector, het Ministerie van BZK en Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) een «monitoringstraject hybride warmtepomp» gestart, en wordt verder gekeken naar de kengetallen en mogelijke kostendaling wanneer de techniek zich verder ontwikkelt. Beide zijn ondersteunend om te bezien hoe de hybride warmtepomp beter beschikbaar kan worden gemaakt.

<sup>6</sup> Expertise Centrum Warmte, link: <https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/de+leidraad/startanalyse/default.aspx>

<sup>7</sup> Raadpleegbaar via [www.tweedekamer.nl](http://www.tweedekamer.nl)

<sup>8</sup> Definitie lock-in in rapport Ecorys: Een lock-in kan optreden wanneer investeringen in de hybride warmtepomp zouden leiden tot een voordeel of juist een nadeel in de toepassing van een van de andere duurzame warmteoplossingen.

### 1.3 Conclusie

De transitie naar een volledig duurzame gebouwde omgeving is een uitdagend proces, en niet van de een op andere dag gereed. Gemeenten, provincies, Regionale Energiestrategie-regio's en het Rijk werken aan het verduurzamen van de warmtevoorziening en het beschikbaar krijgen van duurzame warmtebronnen zoals geothermie, restwarmte, aquathermie, groen gas en waterstof en de (hybride) warmtepomp.

In deze brief is een schets gegeven van de werking van het warmte-systeem, de verduurzamingsstrategieën en bijbehorende warmtebronnen. Er is een stand van zaken gegeven van wat er al wel kan en wat er nog niet kan, bijvoorbeeld omdat een duurzame warmtebron op dit moment nog onvoldoende beschikbaar is. Dit ter ondersteuning van de TVW die eind dit jaar worden opgeleverd en de concretere uitvoeringsplannen die hierop volgen. Daarbij heb ik met name 1) de rol van collectieve warmtenetten onderstreept, 2) bied ik uw Kamer het rapport over de inzet van de hybride warmtepompen aan waardoor er, tezamen met de Standaard voor woningisolatie, een additioneel handelingsperspectief ontstaat voor wijken die op korte termijn nog niet aardgasvrij gemaakt worden, en 3) heb ik het belang onderstreept van duurzame gassen door in te gaan op het opschalen van de groen gas productie, een mogelijke bijmengverplichting, en de opstart van een Green Deal «H2-wijken: naar praktische toepassing van waterstof als warmtevoorziening» in Hoogeveen en Stad aan 't Haringvliet.

Om richting 2030 en 2050 een adequate doorgroei te realiseren van deze warmtebronnen, blijft inspanning gericht op het wegnemen van knelpunten, het realiseren van de juiste randvoorwaarden, en het voldoende stimuleren van duurzame warmtebronnen echter essentieel. Later dit jaar volgt om deze reden een vervolgbrief, de nationale warmtebronnenstrategie, gericht op beleidsacties om zorg te dragen voor een adequate en toekomstbestendige warmtebronnenmix.

De Minister van Economische Zaken en Klimaat,  
B. van 't Wout

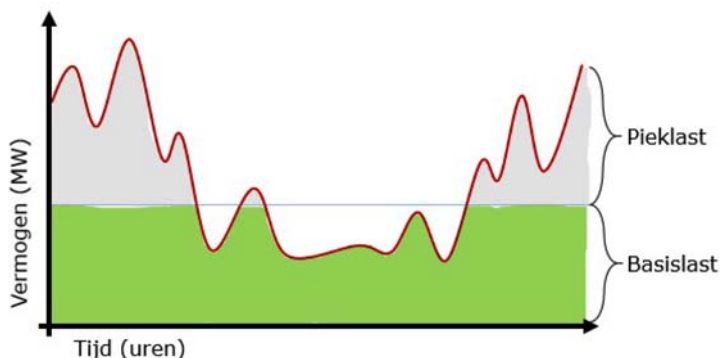


## De werking van een warmtenet

Een warmtenet kan grofweg worden onderverdeeld in vier componenten: (i) de warmtebronnen (warmteaanbod), (ii) opslag, (iii) infrastructuur en (iv) aflevering (warmtevraag). De temperatuur in een warmtenet is een belangrijke factor, en is afhankelijk van de temperatuur van een warmtebron, de maximale temperatuurbehoefte bij de afnemers en capaciteit van de infrastructuur. Goed geïsoleerde woningen en gebouwen hebben bijvoorbeeld een lage jaarlijkse warmtevraag, hierdoor zijn lagere temperaturen gedurende het jaar toepasbaar. Dit zegt iets over de mogelijke warmtebronnen die kunnen worden toegepast. Dit werkt ook andersom. Een warmtebron moet dus in staat zijn om de benodigde temperatuur en capaciteit gedurende het hele jaar te leveren, vaak weergegeven in een warmteprofiel (figuur 2). Voor warmtenetten wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende temperaturniveaus. In de onderverdeling die het Expertise Centrum Warmte hanteert onderscheiden we hoge- (90 – 75 graden), midden- (75 – 55 graden), lage- (55 – 30 graden) en zeer lagetemperatuur (30 – 10 graden) systemen.

Omdat de warmtevraag sterk afhangt van het stookgedrag van de afnemer – door schommelingen in seizoenen en buitentemperatuur-, fluctueert de warmtevraag over het jaar heen. Dit resulteert in een groter vermogen (benodigde warmte) in de wintermaanden.

**Figuur 2- Schematisch warmteprofiel van een warmtenet met een basis- en pieklast bron.**



In de meeste huidige warmtenetten wordt het warmteprofiel vaak gekenmerkt door het overgrote deel van de warmte dat wordt geleverd door een basislast bron, en op momenten van grote vraag schiet een pieklast bron (bijvoorbeeld aardgas) te hulp om in deze extra warmte te voorzien (figuur 2). Deze bestaande warmtenetten worden in bijna elke situatie nog gevoed door fossiele brandstoffen, afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) of houtige biograndstoffen. Deze warmtebronnen hebben als voordeel dat ze – in veel gevallen – schaalbaar<sup>9</sup> zijn en hoge temperaturen gedurende het hele jaar kunnen leveren, waardoor de warmtebronnen flexibel in te zetten zijn en tevens invulling kunnen geven als pieklast.

Juist gezien deze eigenschappen voorziet het Klimaatakkoord een belangrijke maar tijdelijke rol voor houtige biograndstoffen. Biograndstoffen kunnen op de korte termijn als enige duurzame bron een forse bijdrage leveren aan het ontwikkelen en op schaal brengen van midden temperatuur warmtenetten<sup>2</sup>. Het op schaal brengen van dergelijke warmtenetten is op sommige locaties een belangrijke randvoorwaarde

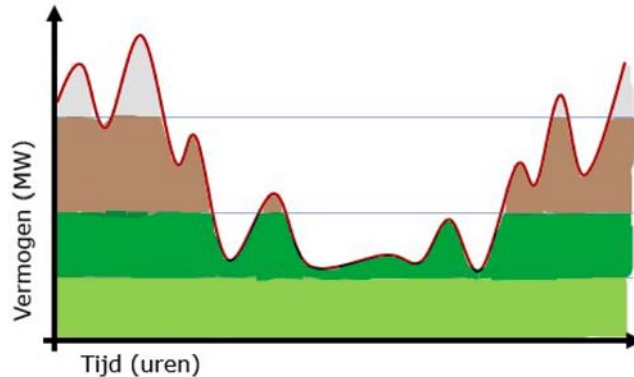
<sup>9</sup> Met schaalbaar wordt bedoeld dat een warmtebron modulair kan worden ingezet om de in-/uitgroei van een warmtenet te faciliteren.



voor de, op termijn, infasering van alternatieve duurzame warmtebronnen. Voor geothermie zijn bijvoorbeeld minimaal 4.000–10.000 aansluitingen nodig. Een alternatief voor geothermie is restwarmte, echter is deze warmtebron locatie afhankelijk en niet overal toepasbaar.

Het toekomstig warmteprofiel gaat veranderen naarmate er meer duurzame warmtebronnen beschikbaar komen en lagere temperatuur warmtenetten door verdere isolatie een grotere rol krijgen. De verduurzaming van een warmtenet kan niet op basis van een enkele warmtebron. De eigenschappen van alternatieve duurzame warmtebronnen (zoals temperatuur, vollasturen en toepasbaarheid) zijn meer uiteenlopend dan de eigenschappen van fossiel en houtige biogroundstoffen, waardoor een mix van warmtebronnen noodzakelijk is (figuur 3).

**Figuur 3-Schematisch warmteprofiel van een warmtenet met een mix aan warmtebronnen. Iedere kleur is een andere warmtebron.**



De beschikbare warmtebronnen hebben verschillende temperaturen, van relatief hoge temperaturen (zoals restwarmte uit industrie of een geothermie bron) tot (zeer) lagetemperatuur, zoals aquathermie. De (zeer) lagetemperatuur warmtebronnen kunnen worden ingezet voor warmtelevering met de toevoeging van een (collectieve) lage- of middentemperatuur warmtepomp en (in veel gevallen) een seizoensopslag zoals warmte- koude opslag (WKO). De warmtepomp kan collectief of per individuele woning/afnemer worden geplaatst. In het laatste geval is er sprake van een zeer lage temperatuurnet (ZLT) of bronnet. Bij (Z)LT-warmtebronnen is er altijd in meer of mindere mate ook elektriciteit nodig voor het opwaarderen van de temperatuur van een warmtesysteem. Een bijkomend voordeel van een hogere temperatuur warmtebron is dat het warmtenet in potentie de mogelijkheid heeft om te cascaderen, en zodoende efficiënt gebruik te maken van de beschikbare warmte.

Doordat iedere warmtebron zijn eigen eigenschappen en beperkingen kent, is een adequate mix aan warmtebronnen nodig. En moet de uitfasering van één warmtebron in samenhang met de ontwikkeling van meerdere andere warmtebronnen gezien worden.