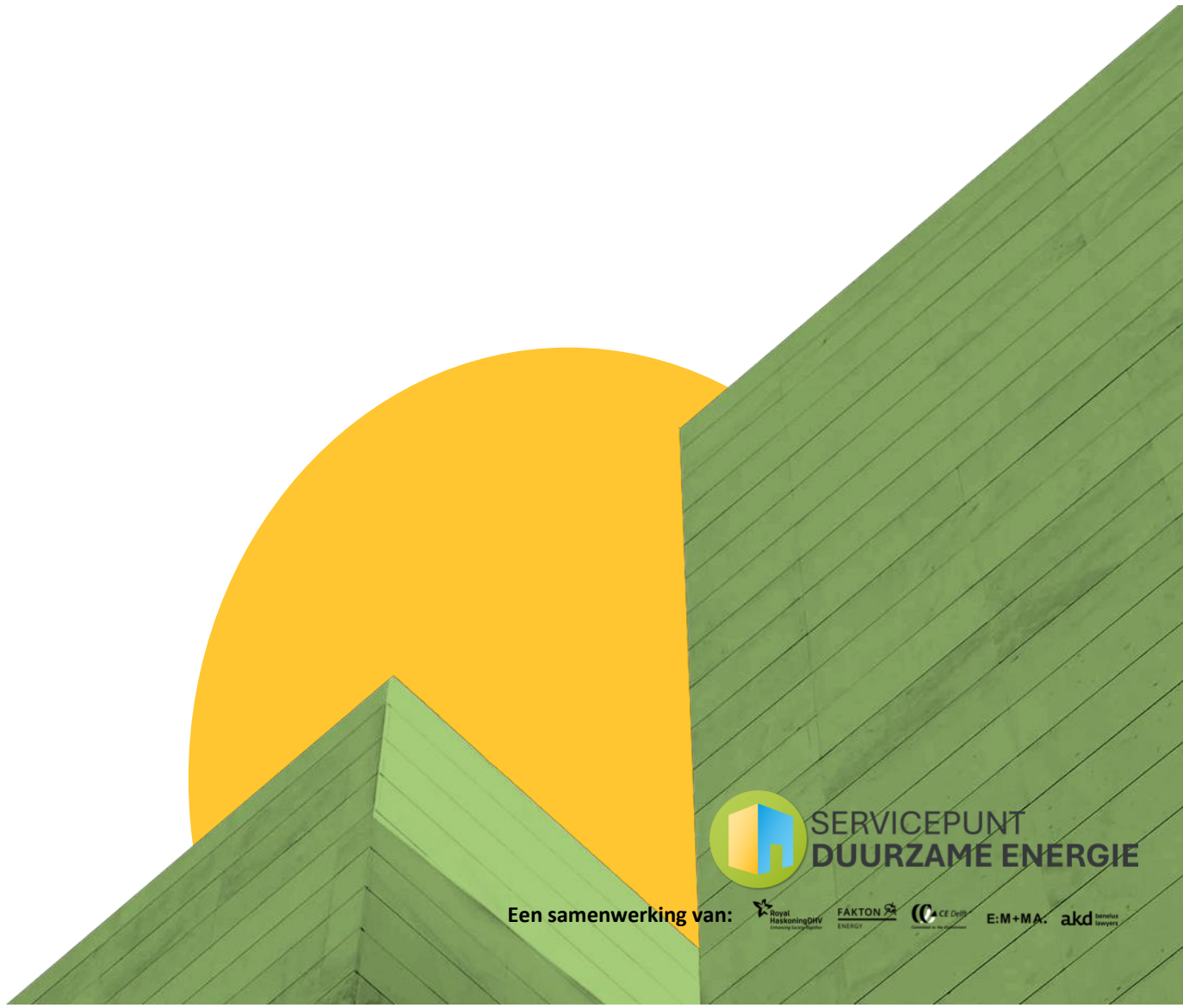
Circulariteit in de warmtetransitie

Handreiking

Juni 2025



SERVICEPUNT DUURZAME ENERGIE

Een samenwerking van: Royal HaskoningDHV, FAKTON ENERGY, CE Delft, E:M+MA, akd benelux lawyers

Introductie

In 2022 stelde de Sociaal-Economisch Raad (SER) dat samenhangend beleid cruciaal is om de klimaatdoelen te halen[1]. Hiermee wordt bedoeld dat als Nederland klimaatneutraal wil zijn in 2050, er integraal beleid gemaakt moet worden om de transitie hiernaartoe te realiseren. Vanuit de gemeente Heemstede is aan het Servicepunt Duurzame Energie (SPDE) gevraagd hiertoe te onderzoeken:

- Hoe kunnen circulaire doelen worden verbonden aan doelen voor de warmtetransitie? En;
- Hoe kunnen gemeenten circulariteit in de warmtetransitie bestuurlijk oppakken?

Deze handreiking gaat in op de noodzaak voor **circulariteit in de warmtetransitie**, op welke **manieren een gemeente circulariteit kan toepassen in de warmtetransitie**, op welke **manieren circulariteit waarde kan brengen aan de warmtetransitie** en hoe dit **meetbaar gemaakt kan worden**. Tot slot wordt in deze handreiking stilgestaan op hoe een **integrale benadering** van de transities eruit kan zien.

Deze handreiking is als volgt opgedeeld:

- De **urgentie** van beide transities en een integrale benadering hiervan;
- De technische **mogelijkheden van een integrale benadering**;
- De **mogelijkheden** voor gemeenten om circulariteit toe te passen in de warmtetransitie;
- Het **meetbaar** maken van circulariteit in de warmtetransitie;
- De impact van een integrale benadering geduid **in drie scenario's**;
- Aanbevelingen.

De Circulaire Economie

Bij een circulaire economie wordt gekeken naar manieren om de materiaalketens kort te houden en zelfs te sluiten, zodat er geen nieuwe grondstoffen nodig zijn. Dit kan bijvoorbeeld door lokaal geproduceerde materialen te gebruiken of materialen die er al zijn, te hergebruiken.

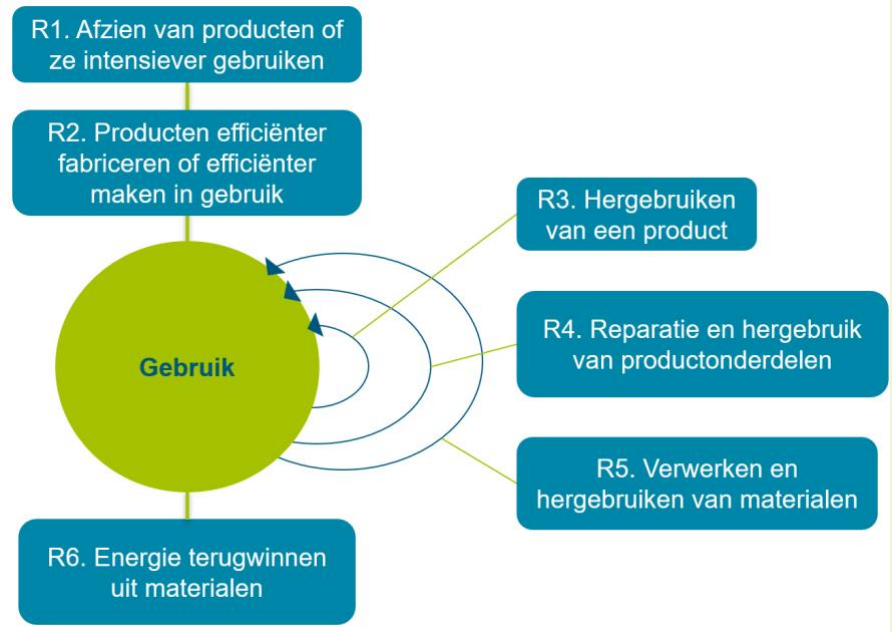
Om circulariteit te realiseren en waarborgen, is het essentieel om zowel in de *ontwerpfase* als in de *end-of-life-fase* circulaire principes toe te passen. Dit betekent dat er gebruik wordt gemaakt van gerecyclede of hergebruikte materialen én dat producten zodanig worden ontworpen dat ze aan het einde van hun levenscyclus eenvoudig te repareren, hergebruiken of recyclen zijn.

Treden van circulariteit
Niet alle activiteiten die onder circulariteit vallen dragen in dezelfde mate bij aan besparing. De R-Ladder is een model dat wordt gebruikt om verschillende strategieën voor circulariteit te rangschikken. Hoe hoger een strategie op de ladder staat, hoe meer de activiteiten die onder deze trede vallen bijdragen aan materiaalbesparing en een circulaire economie. De R-Ladder bestaat uit zes treden:

- R1: Refuse and rethink (afwijzen);
- R2: Reduce (verminderen);
- R3: Re-use (hergebruiken);
- R4: Repair, refurbish and repurpose (repareren);
- R5: Recycle (recyclen), en;
- R6: Recover (terugwinnen).

[1] SER, "Evenwichtig sturen op de grondstoffentransitie en de energietransitie voor brede welvaart", september 2022

Het overkoepelende doel is om producten en materialen zo lang mogelijk in de keten te houden en afval te minimaliseren. Dit kan bijvoorbeeld door producten te repareren of opnieuw te gebruiken, waardoor de levensduur verlengd wordt en er minder nieuwe grondstof wordt verbruikt.



Figuur 1: Circulaire strategieën (figuur opgesteld door Royal HaskoningDHV, bron inhoud: PBL.nl)

Inhoud

Introductie **2**

1. De urgentie: kansen en uitdagingen **5**

Kansen *5*

Uitdagingen *6*

2. Mogelijkheden voor circulariteit in de warmtetransitie **7**

Technisch speelveld in kaart *7*

Mogelijkheden vanuit gemeentelijk perspectief *9*

3. Meetbaarheid impact circulariteit in de warmtetransitie **15**

De R-Ladder *15*

MKI *15*

CB23-leidraad *16*

4. Scenario's **18**

Scenario's op hoofdlijnen *18*

Aannames *18*

De scenario's uitgewerkt *19*

5. Conclusie en aanbevelingen **22**

Conclusie *22*

Advies en vervolg *22*

Bijlage 1: Isolatiewaarden materialen (Milieucentraal) **23**

Bijlage 2: Materialen warmtenet **24**

Bijlage 3: Uitstoot warmtenetten **25**

Bijlage 4: Inventarisatie techniek circulaire warmtetransitie **26**

Bijlage 5: Voorbeelden van beleid **28**

1. De urgentie: kansen en uitdagingen

Kansen

Klimaatdoelstellingen

De warmte- en circulariteitstransitie dragen beide bij aan de klimaatdoelstellingen. De Europese Unie heeft in 2016 het Klimaatakkoord van Parijs ondertekend, met als doel de opwarming van de aarde te beperken tot ruim onder 2°Celsius, met een streven naar 1,5°Celsius. De EU-lidstaten hebben afgesproken dat de EU in 2030 minimaal 55% minder broeikasgassen moet uitstoten en in 2050 klimaatneutraal moet zijn. De Nederlandse klimaatdoelen zijn vastgelegd in de nationale Klimaatwet. Deze wet beschrijft het beleidskader rond de klimaatdoelstellingen en bevat drie beleidsinstrumenten: het vijfjaarlijkse Klimaatplan, de tweejaarlijkse Voortgangsrapportage en de jaarlijkse Klimaatnota.

De **warmtetransitie** kan bijdragen aan het terugdringen van de CO_2-uitstoot. De transitie richt zich op het verduurzamen van de warmtevoorziening door bijvoorbeeld het gebruik van warmtepompen en collectieve warmtesystemen. Voor de warmtetransitie zijn concrete doelen opgesteld, zoals een aardgasvrije gebouwde omgeving in 2050. Hoewel deze transitie complex is, vindt er beweging plaats. De toepassing van collectieve warmtesystemen worden op grote schaal onderzocht en de vraag naar warmtepompen en isolatiemaatregelen neemt toe. Gemeenten hebben hierin een centrale rol gekregen, als regisseur van de lokale warmtetransitie.

Parallel hieraan loopt de **circulaire transitie**. Een circulaire economie kan bijdragen aan de vermindering van CO_2-uitstoot, doordat het gericht is op het verminderen van het gebruik van primaire grondstoffen en het bevorderen van hergebruik en recycling. De landelijke overheid heeft bepaald dat de economie in Nederland in 2050 circulair is. Op landelijk en Europees niveau zijn hier een aantal afspraken over gemaakt, zoals het tussendoel van 50% minder gebruik van primaire grondstoffen in 2030. Van gemeenten wordt verwacht dat zij bijdragen aan deze doelen.

Onafhankelijkheid van geopolitieke instabiliteit

Naast het klimaat, zijn er ook andere redenen om beide transities in gang te (blijven) zetten, zoals **toekomstbestendigheid** en **onafhankelijkheid**. Warmte, bijvoorbeeld verkregen door het verbranden van gas, komt nu deels uit gebieden waar geopolitiek gezien spanningen zijn. Dit zorgt ervoor dat de afnemers afhankelijk zijn van stabiliteit in de wereld, wat onvoorspelbaar is.

Hetzelfde geldt voor de grondstoffen die nodig zijn voor de warmtetransitie. Dit zijn bijvoorbeeld kunststoffen voor leidingen, materialen voor warmtepompen en isolatie. Deze grondstoffen worden grotendeels gewonnen uit fossiele brandstoffen, of zijn afkomstig uit gebieden met geopolitieke instabiliteit. Daarbij zijn de benodigde materialen afkomstig uit grote complexe ketens. Dit maakt het lastig om te traceren waar en onder welke omstandigheden de grondstoffen zijn gedolven en geproduceerd. Hergebruik van materialen zorgt ervoor dat de materialen die er zijn, deels of volledig als grondstof kunnen blijven dienen. Er hoeven hierdoor minder of zelfs geen nieuwe materialen gebruikt worden, waardoor er minder een beroep gedaan hoeft te worden op externe partijen voor deze grondstoffen.

Betaalbaarheid

Beide transities dragen bij aan betaalbaarheid in de toekomst. Niet alle grondstoffen die nodig zijn voor de warmtetransitie zullen op termijn gemakkelijk te verkrijgen zijn, waardoor de prijs ervan zal stijgen. Een circulaire benadering biedt een oplossing voor een tekort aan grondstoffen. Op die manier kan er worden bijgedragen aan de betaalbaarheid.

Sociale duurzaamheid

De integrale benadering van de transities draagt bij aan sociale duurzaamheid. Een circulaire warmtetransitie zorgt voor het creëren van nieuwe economische kansen en werkgelegenheid binnen de gemeente. Lokale bedrijven die circulaire producten en diensten aanbieden, profiteren van de vraag naar duurzame oplossingen. Daarnaast leidt het gebruik van circulaire materialen en technieken tot een schonere en gezondere leefomgeving. Dit verbetert de kwaliteit van leven voor inwoners.

Uitdagingen

Materialen dilemma om transities te realiseren

Doordat beide transities nodig zijn voor de klimaatdoelstellingen en toekomstbestendigheid, ontstaat er een **dilemma rondom materialen**. De warmtetransitie vraagt om veel materiaal en grondstoffen – naast kennis en uitvoeringskracht[2], zoals:

- Per woning is een ruime hoeveelheid isolatiemateriaal nodig[3];
- Een warmtenet vraagt om de aanleg van nieuwe een infrastructuur aan kabels, leidingen en systemen. Voor een kilometer warmtenet is ~20-30 ton staal of kunststof nodig, afhankelijk van de diameter en het type leiding (hoge temperatuur of laagtemperatuur). De leidingen moeten geïsoleerd worden om warmteverlies te minimaliseren. Pompstations en warmtewisselaars zelf bevatten aanzienlijke hoeveelheden staal, koper en aluminium; een gemiddeld pompstation kan enkele tonnen staal en honderden kilo's koper en aluminium bevatten. Voor de aansluitingen van woningen en gebouwen zijn diverse metalen en kunststof onderdelen nodig, wat kan variëren van enkele honderden kilo's tot enkele tonnen materiaal per kilometer warmtenet;
- Voor volledig elektrische warmteoplossingen geldt dat er naast isolatiemateriaal per huishouden een warmtepomp nodig is.

Concluderend vraagt de transitie om veel en vaak nieuw of “lineair materiaal.

(Gebrek aan) concrete doelen

De beide transities zijn niet allebei even concreet. Voor de warmtetransitie zijn concrete doelen opgesteld, zoals een aardgasvrije gebouwde omgeving in 2050. Hoewel deze transitie complex is, vindt er beweging plaats. Collectieve warmtesystemen worden op grote schaal onderzocht en de vraag naar warmtepompen en isolatiemaatregelen neemt toe. Gemeenten hebben hierin een centrale rol gekregen: als regisseur van de lokale warmtetransitie.

In tegenstelling tot de concrete doelen voor de warmtetransitie, zijn de doelen van de circulaire economie beperkt tot een aantal landelijke en Europese afspraken, zoals het tussendoel van 50% minder gebruik van primaire grondstoffen in 2030. Ondanks dat er van gemeenten wordt verwacht dat zij bijdragen aan deze doelen, hebben zij hebben geen specifieke wettelijke verplichting. Dit werkt belemmerend en daarbij kunnen gemeenten een essentiële rol spelen in deze transitie én hebben zij een zorgplicht richting inwoners.

[2] SER, “Evenwichtig sturen op de grondstoffentransitie en de energietransitie voor brede welvaart”, september 2022

[3] ABNY, “Wat kost je huis isoleren? Rekenvoorbeelden per type woning”, 28 maart 2025. Hoeveelheid hangt af van type woning en het materiaal dat wordt gebruikt. Enkele richtlijnen zijn:
Spouwmuurisolatie: Voor een gemiddelde rijtjeswoning is ongeveer 100-150 kg isolatiemateriaal nodig;
Dakisolatie: Voor dakisolatie van een rijtjeshuis kan ongeveer 200-300 kg isolatiemateriaal nodig zijn;
Vloerisolatie: Voor vloerisolatie van een rijtjeshuis is ongeveer 100-150 kg isolatiemateriaal nodig.

2. Mogelijkheden voor circulariteit in de warmtetransitie

Dit onderdeel zet uiteen wat de mogelijkheden voor circulariteit in de warmtetransitie zijn. Hierin wordt eerst het (technologische) speelveld in kaart gebracht. Vervolgens worden de mogelijkheden belicht voor gemeenten. Hierin wordt specifiek ingegaan op de verschillende petten die gemeenten kunnen opzetten om de integratie van de transities te stimuleren.

Technisch speelveld in kaart

Isolatiemateriaal

Isolatie is een belangrijk onderdeel van de warmtetransitie. Dit is enerzijds omdat er met het toepassen van isolatiemaatregelen minder energie nodig is voor het verwarmen van de woning. Anderzijds is de aanvoertemperatuur van veel duurzame warmtesystemen lager dan dat van de gasgestookte cv-ketel, waardoor adequate isolatiemaatregelen nodig zijn voor het creëren van een comfortabel binnenklimaat in de een woning.

Er zijn verschillende kansen voor circulariteit op het gebied van isolatie. Bij isolatie is het echter belangrijk om na te gaan of het gebruikte materiaal over de gehele levenscyclus minder milieu impact heeft dan de traditionele evenknie. Dit betekent bijvoorbeeld dat sommige materialen weliswaar duurzaam te vervaardigen zijn, maar omdat de isolatiewaarde lager[4] is of omdat het materiaal eerder vervangen moet worden, de uiteindelijke milieu impact hoger is[5&6]. Zie hiervoor ook
*Bijlage 1: Isolatiewaarden materialen (*Milieucentraal).

Traditionele materialen voor isolatie zoals glasschuim, steenwol en glaswol worden amper gerecycled of hergebruikt. Het wordt voornamelijk gestort aan het einde van de levensduur. Het materiaal EPS (geëxpandeerd polystyreen) wordt al vaker gerecycled, maar ook nauwelijks hergebruikt. NB: Tussen hergebruik en recycling bestaat soms verwarring, omdat beide termen door elkaar worden gebruikt. Vanuit de circulaire economie wordt bedoeld dat bij hergebruik een voorwerp opnieuw gebruikt wordt, al dan niet voor een ander doel. Bij recycling wordt een afvalstof omgevormd tot een nieuw product.

Biobased materialen zoals vlas en houtvezelplaten voor isolatie zijn circulair. Bijkomend voordeel van deze materialen is dat deze vaak lokaal verworven kunnen worden, waardoor de productketen kort kan blijven. Een kanttekening hierbij is echter dat organisch isolatiemateriaal zelf momenteel nog niet gerecycled of hergebruikt wordt[7]. Dit betekent dat het een lagere waarde als product-zijnde krijgt aan het einde van het initiële gebruik.

Daarnaast kunnen gebruikte materialen zoals kleding en papier gebruikt worden als isolatiemateriaal. Dit valt onder recycling.

Individuele systemen

[4] Een lagere isolatiewaarde betekent doorgaans dat er of meer materiaal nodig is, of dat het betreffende gebouw slechter geïsoleerd blijft en dus de warmtevraag groter.
[5] Milieu Centraal, "Consumentenonderzoek klimaat en consuminderen", april 2023
[6] Milieu Centraal, "Repareren of vervangen?", geraadpleegd op 29 april 2025
[7] Nationale Milieudatabase

Elektrische warmtepompen bieden een oplossing om huizen aardgasvrij te verwarmen. Een warmtepomp heeft doorgaans een levensduur van 15 jaar. Warmtepompen hebben gemiddeld een hoge milieu impact, mede door de materialen en het gebruik van koelmiddelen[8&9]. Om de milieu-impact te verlagen kan er gebruik worden gemaakt van natuurlijke materialen als koelmiddel, zoals bijvoorbeeld propaan. Dit gebeurt steeds meer, onder andere omdat hiervoor Europese richtlijnen voor zijn opgesteld zoals de F-gassenverordening en de *Ecodesign for Sustainable Products Regulation*[10].

In principe is een warmtepomp als product bijna in het geheel te hergebruiken, maar dit gebeurt nog nauwelijks. Dit komt onder andere vanwege een gebrek aan vraag hiervoor. Hierbij speelt ook een financiële prikkel: voor producenten van warmtepompen is nieuw produceren goedkoper dan repareren. Onderdelen van de warmtepomp, zoals het staal, worden wel gerecycled voor andere toepassingen. Deze gedeeltelijke recycling leidt ertoe dat de kansen voor hoogwaardige circulariteit onbenut blijven.

Collectieve systemen

Warmtenetten bestaan uit veel grondstoffen en er bestaan mogelijkheden om de circulariteit van deze systemen te vergroten. Allereerst kan de temperatuur van de warmte bijdragen aan een meer circulair warmtenet. Er is echter nog geen eenduidigheid over welke temperaturen voor materiaalmindering zorgen.

Aan de ene kant zouden lage temperatuur (LT) en zeer lage temperatuur (ZLT) warmtenetten minder materialen nodig hebben. Dit komt door de langere levensduur: 70 tot 90 jaar ten opzichte van 40 jaar bij hoge temperatuur (HT) warmtenetten[11], waardoor de systemen minder snel vervangen hoeven te worden en er dus minder materialen gebruikt hoeven te worden voor het warmtenet. De langere levensduur van (Z)LT-warmtenetten is mogelijk omdat er minder roestvorming optreedt, de thermische belasting lager is en er een lagere druk op het leidingsysteem is[12]. Tevens kunnen (Z)LT-warmtenetten ook koelen, waardoor er niet een additioneel koudenet aangelegd hoeft te worden, wat op zichzelf weer een vermindering in materialen betekent[13].

Aan de andere kant hebben ZLT-warmtenetten vaak wel warmtepompen nodig om de warmte op te waarderen, waardoor meer materialen nodig zijn. Dit kan deels opgelost worden door te werken met collectieve warmtepompen.

Een ander nadelig aspect van LT-warmtenetten ten opzichte van MT- en HT-warmtenetten is dat in een LT-warmtenet het temperatuurverschil tussen de aanvoer- en retourleiding meestal kleiner is. Hierdoor is er meer waterverplaatsing nodig en een grotere diameter aan leiding[14].

[8] Warmte365, "Circulair omgaan met warmtepompen kan nog steeds een stuk beter", 13 mei 2025
[9] Nationale Milieu Database, Veelgestelde vragen over de Milieuprestatie van Warmtepompen, geraadpleegd op 29 april 2025
[10] Climatools, "Natuurlijke Koudemiddelen: Alles wat je moet weten over de toekomst van koudemiddelen in Europa en Nederland", 8 november 2024
[11] Warmte365, "Hoe circulair is de ondergrondse warmtetransitie?", 5 oktober 2023
[12] Radson, "De voor- en nadelen van lagetemperatuurverwarming", geraadpleegd op 29 april 2025
[13] Artiensis, "Voordelen zeerlagetemperatuur (ZLT) warmtenetten", 11 februari 2025
[14] Energielinq, "Lage temperatuur warmtenetten: voor- en nadelen", 13 oktober 2020

Bijlage 3: Uitstoot warmtenetten wordt uiteengezet uit welke materialen een warmtenet bestaat. Met name staal is makkelijk om vanuit bestaande grondstofstromen te verkrijgen, wat bijdraagt aan de circulariteit van een warmtenet. Echter, voor het gebruik van kunststoffen zijn er uitdagingen aangezien het technisch nog niet mogelijk is om dit één-op-één terug te laten komen in de keten. Echter, het is wel mogelijk om deze materialen te gebruiken als halffabricaat voor kunststof.

Ook kan een warmtenet zelf gerecycled of (deels) hergebruikt worden. Op dit moment wordt dit nog niet gedaan, omdat de leidingen die er liggen, nog niet aan vervanging toe zijn[15]. Warmtebedrijven hebben wel de plicht de leidingen, wanneer deze aan het eind van de levensduur zijn, uit de grond te halen. Het staal van warmtenetten is één-op-één om te smelten en opnieuw toe te passen. Ook van de buitenmantel is het mogelijk opnieuw grondstoffen voor een nieuwe buitenmantel te maken.

As-a-service modellen

Heat-as-a-service en *cooling-as-a-service* zijn bedrijfsmodellen waarbij dienstverleners, in plaats van eindgebruikers, eigenaar zijn van warmtesystemen, zoals warmtepompen, boilers, koelers of andere apparatuur[16]. Het verdienmodel zit in het leveren van de dienst van warmte en koeling. *As-a-service* verdienmodellen dragen bij aan een circulaire economie, omdat leveranciers een prikkel hebben om de levensduur van de gebruikte apparaten zo lang mogelijk te verlengen – zij draaien immers op voor de kosten van onderhoud. Hierdoor wordt er bespaard op grondstofgebruik. Daarnaast kunnen, wanneer de *heat-* of *cooling-as-a-service* duurzaam wordt gedaan, meer mensen gebruik maken van duurzame warmte en koeling, omdat de initiële investeringskosten voor afnemers lager liggen.

Uitdagingen bij dienstensystemen is dat het vraagt om grote maatschappelijke systeemveranderingen. Er moet namelijk afgestapt worden van traditionele verdienmodellen en consumptiegedrag[17]. Hoewel dit systeem bijdraagt een circulaire warmtetransitie, is het in een premature fase. In Denemarken zijn er al aanbieders en in het Verenigd Koninkrijk worden er pilots gedraaid, maar warmte leveren als dienst heeft nog geen marktrijpe aanbieders in Nederland.

Mogelijkheden vanuit gemeentelijk perspectief

Vanuit gemeentelijk perspectief zijn verschillende voorbeelden van kansen om circulariteit in de warmtetransitie te stimuleren. De gemeente kan verschillende rollen aannemen binnen de warmtetransitie. Binnen deze rollen kan circulariteit worden bevorderd. De rollen zijn:

- **Warmteafnemer**: De gemeente neemt als organisatie warmte af. Dit gebeurt ook voor gemeentelijk vastgoed;
- **Regisseur**: De regierol van gemeenten in de warmtetransitie wordt sterk benadrukt;
- **Warmteleverancier**: met de invoering van de aankomende Wcw (Wet collectieve warmtevoorziening), komt er een grotere nadruk te liggen op de rol van publieke warmtebedrijven. De gemeente, zijnde een publieke entiteit, kan hiermee een rol spelen in de warmtelevering.

Als warmteafnemers

Vanuit de rol als warmteafnemer kan de gemeente op het niveau van de interne organisatie circulariteit implementeren. Dit kan bijvoorbeeld door te onderzoeken of een dienstmodel (*heat-as-a-service*) voor warmteafname haalbaar is in de gemeente en voor gemeentelijke panden, of

[15] Warmte365, "Hoe circulair is de ondergrondse warmtetransitie?", 5 oktober 2023
[16] IRENA, "Heating and cooling as a service", geraadpleegd op 29 april 2025
[17] Catapult Energy Systems, "SSH2: Introduction to Heat as a Service", 20 juni 2019

door circulaire technieken toe te passen voor het verduurzamen van gemeentelijke panden. De meest voorkomende voorbeelden hier zijn gemeenten waar gemeentehuizen circulair gebouwd zijn en waar er circulaire isolatiematerialen gebruikt zijn. Dit is bijvoorbeeld in de gemeente Venlo en Krimpenwaard het geval[18&19].

De gemeente kan voor de organisatie en het vastgoed een **materialenpaspoort** opstellen. Hierin kan de warmtevoorziening worden meegenomen. Een materialenpaspoort is een digitaal document waarin wordt vastgelegd uit welke materialen een gebouw of infra-werk bestaat. Hierin worden gebruikte producten, typen materialen en hoeveelheden beschreven. Dit wordt in sommige gemeenten gedaan voor bijvoorbeeld milieustraten.

Het is aan te moedigen dat gemeenten als warmteafnemer een voorbeeldrol aannemen als het aankomt op het maken van circulaire keuzes. Hier zijn enkele uitdagingen aan verbonden:

- **Beperkte markt:** De markt voor circulaire technieken, producten, kennis en diensten is niet even “volwassen” als de lineaire tegenhanger. Hierdoor zijn sommige producten lastiger en kostbaarder om te implementeren;
- **Kennis van implementatie:** Een gemeente moet voldoende kennis hebben over de producten en diensten die intern in de organisatie aanwezig zijn en hoe deze veranderd kunnen worden. Dit vraagt om extra inzet vanuit de gemeentelijke organisatie;
- **Interne afstemming:** Een integrale benadering van de transities vraagt om samenwerking. De gehele organisatie is in meer of mindere mate betrokken bij het realiseren van transitiedoelen, waardoor interne afstemming om gestroomlijnd beleid te ontwikkelen en uit te voeren, belangrijk is. Dit vraagt echter om een investering in tijd en prioriteit bij verschillende afdelingen;
- **Financiering:** Het verduurzamen van gemeentelijke gebouwen en het toepassen van circulaire technieken vraagt om aanzienlijke investeringen. Uit interviews met marktpartijen en experts blijkt dat de marktprijs voor circulaire materialen gemiddeld 11% hoger ligt dan traditionele materialen bij isolatie. Als men echter de milieukosten meeneemt daalt het verschil naar 3%, wat een stuk lager is. Dit kan leiden tot een – in eerste instantie – hogere investering;
- **Monitoren:** Het meten en monitoren van de voortgang en impact van interne circulaire maatregelen is essentieel, maar complex. Gemeenten moeten betrouwbare methoden en tools gebruiken of ontwikkelen om de effectiviteit van hun circulaire initiatieven te evalueren.

Als regisseur

In de rol van regisseur of overheid kan een gemeente impactvol zijn om beide transities verder te helpen. Zo kunnen gemeenten beroep doen op al bestaand beleid dat circulariteit bevordert. Daarnaast kunnen gemeenten zelf een extra stap zetten door circulariteit mee te laten wegen in warmtebeleid, door subsidies te introduceren en in de warmtelevering zelf.

Er bestaan voorbeelden van lokaal, landelijk en Europees beleid dat de nadruk legt op circulariteit. Door beroep te doen op dit beleid kunnen gemeenten eigen beleid dat circulaire keuzes in de transities bevordert valideren. Hieronder volgen enkele voorbeelden van **bestaand circulariteitsbeleid:**

- Veel gemeenten hebben een eigen programma voor circulaire economie met hierin lokale doelstellingen, zoals vermindering van materiaalgebruik. Zo heeft de gemeente Utrecht als doel gesteld om in 2030 50% minder primaire materialen te gebruiken, en de gemeente Amsterdam zelfs 65% minder primaire materialen in 2030. De gemeente

[18] Het Kontakt, “Nieuw gemeentehuis Krimpenerwaard begroot op 32,5 miljoen euro”, 17 februari 2023
[19] Smart Circulair, “Circulair stadskantoor Venlo”, geraadpleegd op 29 april 2025

Amsterdam neemt deze doelstellingen expliciet mee in gemeentelijk warmtebeleid, onder andere in de warmteladder[20];

- Daarnaast zijn er Green Deals. Dit zijn afspraken tussen de Rijksoverheid en lokale overheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties om duurzame plannen uit te voeren, zoals voor klimaat, biodiversiteit en circulariteit;
- De Omgevingswet, die op 1 januari 2024 is ingegaan, stroomlijnt en harmoniseert het omgevingsrecht, wat bijdraagt aan het minder complex maken van circulariteit door het hebben van minder regels en meer duidelijkheid;
- Tot slot bestaat het Integraal Beleidsplan Openbare Ruimte (IBOR), dat zich richt zich op het minimaliseren van het gebruik van nieuwe grondstoffen en het inzetten van bestaande grondstoffen in de openbare ruimte.

Naast circulariteitsbeleid kunnen gemeenten de regierol in de warmtetransitie gebruiken om circulariteit te stimuleren. Zo kan de gemeente in het **warmteprogramma** circulariteit expliciet een plaats geven. Dit kan bijvoorbeeld door circulariteit in de bronnenstrategie mee te nemen en als criteria in een afwegingskader toe te passen. Hierdoor worden bijvoorbeeld warmtesystemen die circulariteit bevorderen positiever gescoord, zoals LT- en ZLT-warmtenetten met de langere levensduur van warmtenetten als argumentatie. Anderzijds kunnen warmtebronnen die niet of minder circulair zijn negatiever gescoord worden, zoals afvalverbrandingsinstallaties die veel restwarmte produceren, maar hiervoor afhankelijk zijn van de verbranding van afval – wat de laagste trede in de R-ladder is.

Een ander voorbeeld van een circulair oplossing is een gedeelde warmtepomp of een Buurt Energiesysteem (BES); beide alternatieven voor een warmtepomp per huishouden[21]. Hiermee wordt er bespaard op benodigde materialen voor het warmtesysteem. Er zijn echter wel leidingen en afleversets per woning nodig om de warmte te kunnen leveren, dus hier moet rekening mee gehouden worden.

Daarnaast kan de gemeente circulariteit stimuleren door bijvoorbeeld **subsidies**[22]. Dit kan door bestaande subsidiecriteria aan te scherpen, bijvoorbeeld door alleen subsidies toe te kennen voor isolatiematerialen met hoge hergebruikpotentie, of door een hoger percentage van de kosten te vergoeden op basis van de circulariteit van een product. Een andere optie is het opzetten van een nieuwe subsidieregeling. Dit stimuleert de markt om meer circulaire producten aan te bieden. Daarnaast kunnen financiële voordelen bedrijven aantrekken, waarbij gemeenten ook ruimtelijke instrumenten kunnen inzetten. Dit levert dubbele winst op: succesvolle bedrijvigheid en minder transport.

Verder kan de gemeente **collectieve inkoopacties** organiseren voor circulair isolatiemateriaal en/of circulaire warmtepompen. Collectieve inkoopacties worden al door gemeenten georganiseerd, maar een gemeente kan ervoor kiezen een specifieke focus te leggen op circulariteit.

Ander beleid dat een gemeente kan implementeren is **het stimuleren van kennis op het gebied van circulariteit richting warmteafnemers**. Rondom het thema warmte wordt steeds meer bekend, maar het thema circulariteit leidt doorgaans nog tot gebrek aan kennis. Bewustwording kan warmteafnemers stimuleren om meer circulaire keuzes te maken bij de individuele stappen richting aardgasvrij.

Daarnaast kan de gemeente in haar rol als beleidsmaker lobbyen over dit onderwerp richting andere gemeenten en overheidslagen. Veel beleid rondom duurzaamheid en circulariteit wordt

[20] Opensearch Amsterdam, "Routekaart Amsterdam klimaatneutraal", 23 september 2019
[21] DGBC, "Circulaire energierenovaties: minder materiaal en emissies", 4 april 2025
[22] Platform31, Circulaire energietransitie: Het waarom en hoe voor gemeenten, april 2023

op nationaal niveau geregeld en niet door individuele gemeenten. Zo zijn er vanuit het Nationaal Programma Circulaire Economie doelen gesteld voor de circulariteit van klimaatinstallaties, waaronder een 25% lagere milieukostenindicator (MKI), een 50% langere levensduur (met behoud van energieprestaties) en het hoogwaardig recyclen of hergebruiken van 100% van de componenten en toestellen. Daarnaast geeft een materialenpaspoort inzicht in de gebruikte materialen in apparaten of gebouwen, wat hergebruik in toekomstige toepassingen moet vergemakkelijken, hoewel een verplichting hiervoor voorlopig nog ontbreekt. De *Ecodesign for Sustainable Products Regulation* stimuleert circulair ontwerp en gebruik van warmtepompen door te eisen dat deze makkelijk te repareren en modulair vervangbaar zijn[23]. Ten slotte schrijft de Europese *Right to Repair*-richtlijn voor dat producenten reparaties tegen een eerlijke prijs en binnen een redelijk tijdsbestek moeten aanbieden, en dat consumenten meer toegang krijgen tot reserveonderdelen. Door bestaande structuren zoals de RES-regio (warmte en energie), CIRCO-tracks (circulair) of de VNG (algemeen) te betrekken, kan de impact van beleid worden vergroot[24&25]. Daarnaast biedt dit podium de kans om medeoverheden verantwoordelijk te houden voor hun rol in de warmte- én circulaire transitie.

Ook bij de regisseursrol van gemeenten voor circulaire economie zijn er uitdagingen:

- **Gedragsverandering:** Het stimuleren van inwoners en bedrijven om circulaire praktijken te omarmen, zoals het scheiden van afval en het gebruik van circulaire producten, vraagt om voortdurende educatie en bewustwordingscampagnes;
- **Onduidelijkheid over nationaal beleid:** De wetgeving rondom de circulaire transitie is hoogover en gemeenten missen vaak handelingsperspectief vanuit het Rijk. Daarom is het lastig om goed beleid te maken;
- **Samenwerking en coördinatie:** Het succesvol implementeren van circulaire initiatieven vereist nauwe samenwerking tussen verschillende stakeholders, waaronder bedrijven, kennisinstellingen en inwoners. Daarnaast zal de gemeente ook intern met andere afdelingen goed moeten afstemmen om beleid te kunnen implementeren;
- **Financiering:** Het vinden van voldoende financiële middelen om circulaire projecten te ondersteunen en op te schalen is uitdagend. Het ontwikkelen en toepassen van nieuwe technologieën voor circulair bouwen en hergebruik van materialen vraagt bijvoorbeeld om voortdurende innovatie en investeringen in onderzoek en ontwikkeling;
- **(Gebrek aan) draagvlak:** Het vergroten van de bewustwording en het creëren van draagvlak onder inwoners en bedrijven is essentieel voor het succes van circulaire projecten én warmteprojecten. Dit is vaak een langdurig proces zijn dat voortdurende communicatie en educatie vereist.

Als warmteleverancier

In de levering van warmte kunnen gemeenten op verschillende manieren sturen op circulariteit. Zo kan een gemeente een meer vooruitstrevende rol op het gebied van circulariteit bij collectieve warmteoplossingen spelen. Met de Wcw wordt geregeld dat een publiek meerderheidsaandeel in een warmtebedrijf verplicht is bij grootschalige warmtenetten (meer dan 1500 aansluitingen). De gemeente kan hiervoor zelf een publiek warmtebedrijf oprichten om de warmtelevering uit te voeren. In dit geval kan de gemeente ervoor **kiezen zo veel mogelijk of uitsluitend met gerecyclede of recyclebare materialen te werken of deze in te kopen**. Dit zou moeten worden vastgelegd in de statuten van het bedrijf.

Wanneer een gemeente samenwerkt met een (private) partner of binnen een warmtekavel een ontheffing verleent (bij kleinschalige warmtenetten) kan circulariteit worden opgenomen in de

[23] Europese Commissie, "Ecodesign for Sustainable Products Regulation", geraadpleegd op 29 april 2025
[24] VNG, "Routekaart klimaat en energie voor gemeenten", oktober 2022
[25] Circo NL, "Tracks - Circulaire kansen", geraadpleegd op 29 april 2025

gunningscriteria. Hierdoor creëert de gemeente ook een markt voor circulariteit binnen de warmtetransitie. Een tussenoplossing voor een harde eis in de gunning is het verlenen van kortingen voor partijen die circulaire technieken en modellen inzetten voor hun warmtelevering.

Hoewel de nadruk op eventuele gemeentelijke rolneming relatief nieuw is en er nog geen voorbeelden zijn van gemeentelijke (of andere publieke) warmtebedrijven waar circulariteit een harde eis is, kan het potentieel impactvol zijn voor de circulaire warmtetransitie. Naast de eerdergenoemde voordelen van een gecombineerde transitie, kan een gemeente in deze rol de markt voor circulariteit vergroten. Zij zorgen immers voor een vraag, waar het aanbod op kan inspringen en innovatie kan worden gestimuleerd.

Ook voor deze rol zijn **uitdagingen** geïdentificeerd:

- **Financieel:** Het implementeren van circulaire oplossingen vraagt om investeringen die niet altijd direct terugverdiend kunnen worden[26&27]. Dit kan invloed hebben op de uiteindelijke eindgebruikerskosten, die hierdoor hoger uit kunnen komen om de businesscase rond te krijgen;
- **(Gebrek aan) kennis en expertise:** Circulariteit vereist specifieke kennis en vaardigheden[28]. Een voorbeeld hiervan is kennis over het inkopen van circulaire materialen. Dit is nodig bij het oprichten van een gemeentelijk warmtebedrijf, maar ook bij een aanbesteding of een aanwijzing. Voor een gemeente kan het lastig zijn deze kennis intern te verkrijgen en toe te passen;
- **Wet- en regelgeving:** De bestaande wet- en regelgeving is vaak gericht op lineaire economische modellen. In veel gemeenten zijn de bouwvoorschriften en vergunningseisen gebaseerd op lineaire bouwmethoden en -materialen. Wanneer een gemeente een circulair bouwproject wilt beginnen waarbij materialen worden hergebruikt of gerecycled, kan dit botsen met de bestaande regelgeving. Voorbeelden hiervoor zijn einde-afval status en certificeringseisen. Daarnaast kunnen er beperkingen zijn in de regelgeving die het moeilijk maken om innovatieve circulaire oplossingen te implementeren. Dit heeft bijvoorbeeld impact op modulaire bouwsystemen die ontworpen zijn voor demontage en hergebruik. Deze systemen kunnen afwijken van de standaard bouwmethoden die in de regelgeving zijn vastgelegd, waardoor er extra goedkeuringen en aanpassingen nodig zijn;
- **Complexe ketens**: Het succes van circulaire projecten hangt vaak af van de samenwerking tussen verschillende partijen, zoals bedrijven, inwoners en andere overheidsinstanties. Het coördineren van samenwerking kan uitdagend zijn, omdat het extra inzet vraagt om de verschillende perspectieven goed mee te nemen. Daarnaast kan het uitdagend zijn om de juiste ketenpartners te vinden voor de uitvoering van de plannen, omdat de markt beperkt is;
- **(Gebrek aan) draagvlak**: Het vergroten van de bewustwording en het creëren van draagvlak onder inwoners en bedrijven is essentieel voor het succes van circulaire projecten én warmteprojecten[29]. Dit is vaak een langdurig proces dat voortdurende communicatie en educatie vereist[30]. Op dit moment is de samenleving toegespitst op een lineaire economie en vraagt een omschakeling om extra inzet én systeemveranderingen

[26] S. Boers et al., "Transitie naar een circulaire grond-, weg- en waterbouw", 31 oktober 2022
[27] T. Bastein et al., "Kansen voor de circulaire economie in Nederland", 11 juni 2013
[28] Versnellingshuis Nederland circulair!, "Rode draden 2024 – De pilotfase voorbij", januari 2024
[29] PBL, "Integrale Circulaire Economie Rapportage 2025", 20 februari 2025
[30] De circulaire bouweconomie, "Lange Termijn systeemverandering", mei 2024

bij verschillende partijen. Als de urgentie voor dit niet wordt gevoeld en niet wordt “gedragen”, dan is het lastig om stappen te zetten richting de circulaire economie.

3. Meetbaarheid impact circulariteit in de warmtetransitie

Het meetbaar maken van circulariteit is belangrijk om de voortgang richting een circulaire economie te volgen en bij te sturen, maar ook om de impact van circulariteit ten opzichte van lineaire activiteiten inzichtelijk te maken. Hieronder worden drie mogelijkheden uitgewerkt: de R-ladder, MKI en de CB23-leidraad.

De R-Ladder

Een gemeente kan circulaire keuzes plotten in het raamwerk van de R-strategieën. Deze methode is met name toe te passen bij beleidskeuzes en richt zich op de vraag of de stap bijdraagt aan een circulaire economie.

Strategie	**(Beleids)acties**
Refuse en rethink	• Intern beleid: heat-as-a-service toepassen • Warmteprogramma: warmtevraag afbouwen
Reduce	• Warmteprogramma: Inzetten op ZLT- en LT-warmtebronnen • Warmteprogramma: Inzetten op alternatieve bronnen t.o.v. afvalverbrandingsinstallaties • Warmteprogramma: inzetten op collectieve warmtepompen • Warmtelevering: ZLT-warmtenetten
Re-use	• Subsidie: korting geven aan partijen die hergebruik inzetten bij warmtetransitie-projecten • Warmtelevering: Hergebruik staal warmtenetten
Repair, refurbish, remanufacturing en repurpose	• Subsidie: toepassen van gerecyclede isolatiematerialen stimuleren bij inwoners en bedrijven • Eigen beleid: toepassen gerecyclede isolatiematerialen gemeentelijk vastgoed
Recycle	• Warmtelevering: Hergebruik materialen warmtenetten na einde levensduur stimuleren in aanbesteding
Recover	• Warmteprogramma: inzetten op restwarmte uit afvalverwerking als warmtebron

MKI

Naast de circulaire strategieën kan circulariteit in warmtetransitie-projecten en -beleid meetbaar worden gemaakt met de Milieukostenindicator (MKI). De MKI wordt uitgedrukt in euro's. De MKI houdt rekening met de hele levenscyclus van een product, van grondstofwinning tot productie, transport, gebruik en afvalverwerking. MKI geeft hiermee ook een indicatie van toekomstige kosten die nodig zijn om de milieuschade van een product te herstellen, ook wel de schaduwkosten genoemd. Hoe lager de MKI, hoe minder de milieuschade en hoe lager de toekomstige herstelkosten.

Voorbeeld: MKI
In de warmtetransitie kan de MKI gebruikt worden om bepaalde keuzes beter te waarderen. Zo is bijvoorbeeld de MKI bij LT-warmtenetten tussen de €10 en €20 per GJ. Bij HT-warmtenetten ligt dit hoger, €20 tot €40 per GJ. De MKI voor circulaire isolatiematerialen zoals vlas, hennep, en cellulose ligt doorgaans tussen de €1 en €3 per m^2. Voor lineaire isolatiematerialen zoals EPS (piepschuim) en glaswol ligt de MKI meestal tussen de €4 en €12 per m^2. Voor een gemiddelde woning met een energieverbruik van 30 GJ per jaar en een isolatieoppervlak van 100 m^2, zou de totale MKI ongeveer €330 tot €700 per jaar zijn bij een LT-warmtenet en circulaire materialen. Voor dezelfde woning zou de totale MKI ongeveer €800 tot €1800 per jaar zijn bij een HT-warmtenet met lineaire materialen.

CB23-leidraad

Voor het meten van circulariteit van producten die ingezet worden in de warmtetransitie zelf, bestaat de CB23-leidraad. Deze leidraad brengt in kaart wat de impact is van objecten, zoals bijvoorbeeld een warmtenet, op drie aspecten:

1. Materiaalvoorwaarden (zie kader);
2. Milieu en;
3. Bestaande waarde.

Door dit inzichtelijk te maken, kunnen meer circulaire keuzes gemaakt worden die impact hebben op deze doelen. Deze methode is met name toe te passen door een gemeente wanneer de gemeente *uitvoerder* is in de warmtetransitie, dus zelf verantwoordelijk is voor de warmtelevering of dit heeft uitbesteed. In de bijlage is een overzicht welke aspecten de CB23-leidraad inzichtelijk maakt.

Materiaalvoorwaarden bij de CB23-leidraad

- Herkomst van materialen: Waar komen de materialen vandaan en hoe duurzaam zijn ze geproduceerd?
- Hergebruik en recyclebaarheid: In hoeverre kunnen de materialen na hun levensduur opnieuw worden gebruikt of gerecycled?
- Milieu-impact: Wat is de ecologische voetafdruk van de materialen, inclusief de CO_2-uitstoot en andere milieueffecten tijdens de productie, het transport en de verwerking?
- Gezondheid en veiligheid: Zijn de materialen veilig voor mens en milieu tijdens gebruik en na afdanking?

Er zijn een aantal **uitdagingen** wanneer het gaat om circulariteit en het meetbaar maken hiervan:

- Het **verzamelen van data**: Dit is complex en komt onder andere doordat materialen lastig te traceren kunnen zijn en toeleveringsketens complex zijn, waardoor gegevens over de levenscyclus lastig nauwkeurig uitgevoerd kan worden. Ook zijn er veel onzichtbare stromen, zoals herbruikbare materialen op zolders of in opslagruimtes. Deze zijn lastiger op een hoger dan individueel niveau in kaart te brengen en te meten;
- **Gebrek aan standaardisatie**. Er is nog geen algemeen geaccepteerde methodiek voor het meten van circulariteit, wat het vergelijken van resultaten bemoeilijkt. Daar komt bij dat niet altijd duidelijk is wat gemeten dient te worden. Zo kan de CO_2-impact van materialen en productie- en aanlegprocessen worden gemeten, maar ook in hoeverre materialen kunnen of daadwerkelijk worden gerecycled. Echter, eveneens door het eerdergenoemde punt rondom dataverzameling is het complex om circulariteit in haar geheel meetbaar te krijgen;

- **Waarde van circulariteit lastig in te schatten:** Bovendien geven verschillende actoren, zoals bedrijven, kennisinstellingen en overheden, aan dat er gebrek aan beleid en sturing is. Hierdoor is het met name lastig om de waarde en het nut van circulariteit inzichtelijk en concreet te maken. Waar in de warmtetransitie duidelijke doelen zijn gesteld, ontbreekt dit binnen de circulaire economie. Met name ondernemers voelen dat circulariteit ook niet wordt "beloond", omdat regelgeving lineair is ingericht.[31] Daarnaast zorgt het gebrek aan concrete doelstellingen ervoor dat circulariteit lastig te meten is, omdat onbekend is waar precies op gestuurd dient te worden.

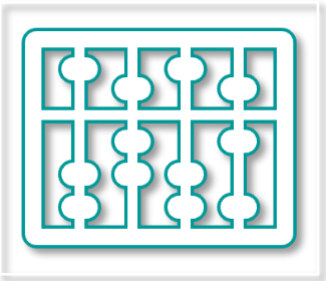
[31] Royal HaskoningDHV op Binnenlands Bestuurd, "Circulair systeem voorwaarden voor circulair ondernemen", 16 november 2022

4. Scenario’s

Dit onderdeel gaat in op verschillende scenario’s waarin beide transities integraal worden opgepakt.

Scenario’s op hoofdlijnen

Om voor een gemeente een beeld te geven wat bepaalde stappen richting een circulaire warmtetransitie inhouden, zijn er drie scenario’s op **hoofdlijnen** uiteengezet.

Scenario -	Scenario +/-	Scenario +
		
Huidige situatie **blijft**. De gemeente is reactief en wacht op duidelijk beleid en handelingsperspectief van het Rijk. In dit scenario worden de huidige warmtetransitiedoelen nagestreefd, maar wordt circulariteit hierin niet meegenomen. Er wordt gewerkt met de kaders die nu gesteld zijn.	Gemeente past aantal maatregelen toe, maar neemt geen koplopersrol in. De gemeente kies voor relatief makkelijk en betaalbaar uit te voeren stappen, zoals het meenemen van circulariteit in beleid dat al gemaakt moet worden, kennisdeling, het leggen van interne verbindingen binnen de gemeentelijke organisatie en het meenemen van circulariteit in de eigen warmtetransitie	Gemeente neemt een koplopersrol in. Beleidsmatig gezien staat circulariteit in de warmtetransitie centraal. Beleid wordt binnen de gemeente integraal afgestemd zodat het ten goede komt van een circulaire economie. De gemeente investeert in aanvullende maatregelen en speelt in de warmtelevering een actieve rol om circulariteit te bevorderen.

De scenario’s zijn getoetst op de volgende aspecten: impact op landelijke doelstellingen; benodigde investeringen; waarde creatie.

Aannames

Er worden bij de scenario’s een aantal aannames gedaan op het gebied van externe invloeden:

- **Landelijke doelstellingen**: er wordt ervan uitgegaan dat de doelstellingen van de gemeente op het gebied van de warmtetransitie in lijn lopen met de landelijke doelstellingen en dat de gebouwde omgeving van de gemeente in 2050 aardgasvrij is en duurzaam wordt verwarmd;
- **Grondstofprijzen**: De grondstofprijzen blijven op korte termijn laag voor lineaire grondstoffen en hoger voor circulaire grondstoffen. Dit komt omdat de markt voor circulair klein is en de systeemvereisten voor een circulaire economie, zoals wetgeving en stimulerende maatregelen nog uitblijven. Op de lange termijn stijgen de grondstofprijzen van lineaire grondstoffen door schaarste. De circulaire markt wordt op langere termijn groter;

- **Acceptatie stakeholders**: Op korte termijn zijn stakeholders ingesteld op een lineaire economie. Circulaire producten en diensten zijn minder ingebed en leiden soms tot weerstand.

De scenario's uitgewerkt

Scenario 1: -	
Landelijke doelstellingen	Op de korte termijn blijven de doelen op warmte inzicht, terwijl stappen richting circulair minimaal blijven. Op de lange termijn is het onzeker of de klimaatdoelen in het algemeen en de warmtedoelen specifiek gehaald kunnen worden. Dit komt omdat de warmtetransitie een grote grondstofvraag met zich meebrengt en er dus innovatie nodig is om hieraan te voldoen. De markt trekt uiteindelijk bij, maar hierdoor kunnen warmteprojecten vertraging oplopen.
Investeringen	Op de korte termijn blijven investeringen gelijk en zoals begroot voor de warmtetransitie. Er hoeven geen extra investeringen op korte termijn worden gedaan om circulair te bevorderen. Op lange termijn bestaat de kans dat er meer druk komt om circulaire doelen wel te halen. Door de reactieve houding van de gemeente bestaat de kans dat de gemeente nog is achtergebleven op het gebied van kennis en voorinvesteringen, waardoor de kosten op de lange termijn hoger kunnen komen te liggen. Daarnaast zal het niet meenemen van circulair in de warmtetransitie leiden tot een hogere MKI, waardoor hier op een later moment mogelijks hogere investeringen bij komen voor de gemeente.
Waardecreatie	Op de korte termijn is het makkelijker om warmteprojecten en warmtebeleid uit te voeren. Dit komt omdat de lineaire keuzes betaalbaarder en beter te implementeren zijn op korte termijn. Dit kan ook een positief effect hebben op het creëren van werkgelegenheid op het gebied van warmte. Op de lange termijn bestaat de kans dat er negatieve impact komt op het gebied van waarde creatie. De MKI ligt hoger bij lineaire warmteprojecten, wat op de lange termijn milieuschade kan opleveren. Als circulaire doelen uiteindelijk worden gehandhaafd, landelijk of internationaal, kan het niet meenemen van circulaire activiteiten bij deze transitie leiden tot vertraging in projecten omdat bijvoorbeeld vergunningen niet worden verleend of omdat er zelfs boetes worden gegeven.

Scenario 2: +/-	
Landelijke doelstellingen	Op de korte termijn draagt de gemeente met een aantal maatregelen bij aan de landelijke doelstellingen voor de circulaire economie. Op de lange termijn blijven de klimaatvoordelen en de bijdrage aan klimaatdoelstellingen aanwezig. Er bestaat een kans dat andere gemeenten ook een voorbeeld nemen aan de acties van deze gemeente.
Investeringen	Op de korte termijn zijn er meer initiële investeringen dan in scenario 1. Een aantal maatregelen vragen om extra kosten, bijvoorbeeld wanneer de gemeente binnen haar eigen organisatie circulariteit in de warmtelevering wil implementeren of stimulerende maatregelen zal nemen. De gemeente kan er in dit scenario ook voor kiezen om “laaghangend fruit” te implementeren, bijvoorbeeld in te zetten op meer circulaire opties in het warmteprogramma en het opzetten van interne samenwerkingsverbanden binnen de organisatie om beleid beter te stroomlijnen. Op de langere termijn worden deze initiële hoge kosten gecompenseerd door langdurige besparingen en economische voordelen, maar de gemeente zal moeten blijven investeren. Ook zullen de financiële voordelen die kunnen opspelen bij het combineren van de transities lager kunnen uitvallen, waardoor bijvoorbeeld kosten voor MKI relatief hoog kunnen blijven.
Waardecreatie	Op de korte termijn is er enige waarde creatie door besparingen op energiekosten en vermindering van CO_2-uitstoot. Sociale impact kan merkbaar zijn, door toenemende bewustwording en betrokkenheid Op de langere termijn is er positieve waarde creatie door lagere energiekosten en verbeterde milieuprestaties. De sociale impact groeit, met meer gemeentelijke en maatschappelijke betrokkenheid. Beleid wordt meer integraal gestroomlijnd.

Scenario 3: +	
Landelijke doelstellingen	Op de korte termijn onderneemt de gemeente meer concrete stappen richting een circulaire economie. Dit is in lijn met de landelijke doelstellingen. Significante reductie in CO_2-uitstoot door volledige implementatie van circulaire maatregelen naast de warmtetransitie.
Investeringen	Op de korte termijn zijn er hoge initiële investeringen in circulaire infrastructuur en technologie. Er moet kennis worden opgebouwd, de circulaire markt is beperkt en hierdoor vaak kostbaar en er wordt geïnvesteerd in stimulerende maatregelen. Daarnaast moet er intern tijd en middelen geïnvesteerd worden om bestuurlijk en ambtelijk draagvlak voor de plannen de creëren. Op de langere termijn worden deze initiële hoge kosten gecompenseerd door langdurige besparingen en economische voordelen. Zo gaan de warmtenetten langer mee, is de gemeente (bijvoorbeeld als warmtebedrijf) minder afhankelijk van eerstelijns materiaalstromen en de kosten hiervan en wordt er CO_2-bespaard. Hierdoor vallen de MKI-kosten lager uit.
Waardecreatie	Op de korte termijn is er een waarde creatie. De gemeenschap wordt betrokken (bijvoorbeeld door subsidies en kennisdeling). Ook wordt de markt voor circulaire ondernemers en aannemers bij warmteprojecten gestimuleerd. Daarnaast vindt er kruisbestuiving plaats binnen de gemeente door actieve samenwerkingen tussen afdelingen, waardoor kennis wordt vergroot en beleid effectiever kan worden ingezet. Op de langere termijn is er een hoge waarde creatie door aanzienlijke besparingen op lange termijn, vermindering van CO_2-uitstoot en positieve sociale impact. De gemeenschap wordt actief betrokken en profiteert van verbeterde leefomgeving. Ook wordt de kennis rondom beide transities vergroot, wat mogelijk positief effect heeft op andere beleidsvelden behalve enkel de warmtetransitie.

5. Conclusie en aanbevelingen

Dit onderdeel benoemd een aantal conclusies en aanbevelingen voor een verdiepend onderzoek.

Conclusie

De warmtetransitie en circulaire economie zijn beide belangrijk voor het behalen van klimaatdoelstellingen en het verminderen van de afhankelijkheid van geopolitieke instabiliteit. Gemeenten spelen een centrale rol in deze transities en hebben de verantwoordelijkheid om circulaire doelen te integreren in hun beleid.

Er zijn verschillende technische mogelijkheden en beleidsmaatregelen die gemeenten kunnen implementeren om circulariteit in de warmtetransitie te bevorderen. Dit omvat het gebruik van circulaire isolatiematerialen, het stimuleren van hergebruik en recycling van materialen, en het ontwikkelen van nieuwe bedrijfsmodellen zoals *heat-as-a-service*.

Het meetbaar maken van circulariteit is cruciaal om de voortgang te volgen en bij te sturen. Methoden zoals de R-ladder, MKI en CB23-leidraad kunnen hierbij helpen.

Er zijn echter ook uitdagingen, zoals het verzamelen van data, gebrek aan standaardisatie, en het inschatten van de waarde van circulariteit.

Advies en vervolg

Het is te adviseren aan gemeenten die aan de slag willen met een integrale benadering om bij hun eigen organisatie te beginnen. Gemeenten hebben hier namelijk direct impact én geven hiermee een voorbeeldfunctie. Regelmatig zijn dit kleinere, laagdrempelige stappen om te zetten.

Een andere aanbeveling is om zowel intern als extern in te zetten op kennisvergroting over dit onderwerp. Vaak blijft circulariteit een vaag begrip en vooral belangrijk bij gemeentelijke afdelingen zoals Duurzaamheid, maar reikt het implementeren van bepaalde acties verder. Interne, maar ook externe bewustwording zorgt voor meer draagvlak, wat weer kan bijdragen aan betere acceptatie van maatregelen.

Tot slot is het niet realistisch om de verantwoordelijkheid van een integrale benadering van transities – essentieel voor het welslagen hiervan – enkel bij gemeenten te leggen. Gemeenten kunnen zeker een rol spelen, maar meer concrete nationale kaders en handelingsperspectief, zoals doelstellingen en middelen, geven richting. Ook is nationaal onderzoek naar de circulaire impact van warmtekeuzes nodig om gemeenten handvatten te geven om hierin keuzes te kunnen maken, bijvoorbeeld in hun warmteprogramma's. Gemeenten kunnen het thema op regionale en nationale agenda's onder de aandacht brengen, maar voor grote impact, is nationale inzet nodig.

Bijlage 1: Isolatiewaarden materialen (Milieucentraal)

Categorie	**Materiaal**	**Score**
Dakisolatie schuin dak	Vlasplaten, gerecyclede kleding, thermosheets (warmte reflecterende folie)	Best
	Platen van glaswol of steenwol, EPS-platen, celluloseplaten, PUR-schuimplaten of PIR-schuimplaten	Goed
	Cellulair glas	Gemiddeld
	Geen	Matig
	Schapenwol	Afrader
Spouwmuurisolatie	Biofoam EPS-parels, glaswolvlokken, HR EPS-parels (grijs), EPS-parels (wit)	Best
	Steenwolvlokken, PUR-schuim	Goed
	Geen[32]	Afrader
Muurisolatie met voorzetwand	Thermosheets (warmte reflecterende folie) in houten frame	Best
	Vormvaste houtvezelplaten, EPS-platen of PUR/PIR-schuimplaten; flexibele houtvezelplaten in houten of stalen frame	Goed
	Gerecyclede kleding, glaswol, steenwol (alle drie in houten of stalen frame); vormvaste XPS-platen	Gemiddeld
	Geen	Matig
	Schapenwol	Afrader
Vloerisolatie onderkant vloer	Thermoskussens of vlasplaten	Best
	Geen	Goed
	Platen van glaswol, steenwol, EPS, cellulose, PUR-schuimplaten	Gemiddeld
	Gespoten PUR-schuim met HFO of water als blaasmiddel, cellulair glas	Matig
	Schapenwol	Afrader

[32] Spouwmuurisolatie is sinds 1976 verplicht. Bij gebouwen voor dit bouwjaar kan het hierdoor nog ontbreken.

Bijlage 2: Materialen warmtenet

Warmtenetten bestaan uit verschillende onderdelen en materialen, afhankelijk van het type warmtenet en de temperatuur waarbij het werkt. De meest gebruikte materialen zijn:

- **Voor leidingen**:
    - Staal
    - Kunststof (bijv. PEX, HDPE)
- **Isolatiemateriaal**:
    - Polyurethaan (PUR)
    - Minerale wol
- **Regel- en opslagsystemen**:
    - Warmtepompen:
        - Compressoren:
            - Staal en aluminium
            - Koper
        - Warmtewisselaars:
            - Koper of aluminium
            - Roestvrij staal
        - Koelmiddel:
            - HFK's (Hydrofluorkoolwaterstoffen)
        - Isolatiemateriaal:
            - Polyurethaan (PUR)
    - Buffervaten:
        - Behuizing
            - Staal
        - Isolatiemateriaal
            - Polyurethaan
            - Minerale wol
    - Warmtewisselaars:
        - Koper of roestvrij staal

Bijlage 3: Uitstoot warmtenetten

- **Zeer Lage Temperatuur (ZLT) warmtenet:**
  - MKI: ongeveer €10 per woning per jaar
  - CO_2-uitstoot: ongeveer 50 kg CO_2 per woning per jaar
- **Lage Temperatuur (LT) warmtenet:**
  - MKI: ongeveer €20 per woning per jaar
  - CO_2-uitstoot: ongeveer 100 kg CO_2 per woning per jaar
- **Middeltemperatuur (MT) warmtenet:**
  - MKI: ongeveer €30 per woning per jaar
  - CO_2-uitstoot: ongeveer 150 kg CO_2 per woning per jaar

Bijlage 4: Inventarisatie techniek circulaire warmtetransitie

Wat	**Toepassing en eigenschappen**	**Proceswinst**
Steenwol	Isolatiemateriaal. Steenwol is onbrandbaar en geluidswerend. Gemiddeld genomen kosten steenwolplaten tussen de €7 en €16 per vierkante meter.	Dit circulaire materiaal is gemaakt van basalt, een onuitputtelijke grondstof. Steenwol is volledig recyclebaar en heeft een lange levensduur tot wel 75 jaar. Daarnaast kan het vaker worden hergebruikt zonder waarde te verliezen
Hennep	Isolatiemateriaal. Hennep isolatie wordt vaak toegepast voor het thermisch (en akoestisch) isoleren. Gemiddeld genomen kosten hennep isolatieplaten (120 cm x 60cm x 100mm) 15 tot 20 euro per m^2.	Hennepisolatie is een biobased, volledig recyclebaar materiaal dat isoleert en ook vochtregulerende eigenschappen heeft. Hennep is gemakkelijk te verbouwen en groeit snel op haast iedere bodem. Bovendien heeft hennep goede luchtzuiverende eigenschappen, aangezien de plant veel CO_2 opneemt.
Schapenwol	Isolatiemateriaal. Gemiddeld genomen kosten isolatieplaten van schapenwol van 60 mm dik €20 en €25 per m^2.	Het materiaal is zowel biobased als circulair te (her)gebruiken. Het bestaat voor bijna 100% uit natuurlijke stoffen. Het materiaal is verder volledig composteerbaar.
Sorghum	Isolatiemateriaal. Gemiddeld gezien bedragen de kosten tussen de €70 en €140 per m^2.	Het biobased materiaal komt van een lokaal gewas en werkt isolerend. Dit materiaal wordt gebruikt in een pilotproject in de gemeente Den Haag, met het gewas 'sorghum' uit Zuid-Holland. Sorghum is ook composteerbaar.
Vlas	Isolatiemateriaal. Gemiddeld gezien bedragen zijn de kosten tussen €40 en €80 per m^2.	Vlas is een natuurlijk materiaal dat goed isoleert en ook biobased is. Het is 100% natuurlijk en recyclebaar. Het heeft een lage milieu-impact (4x lager dan traditioneel isolatiemateriaal zoals piepschuim)
Bio-Polyethyleen (PE)	Warmtenet (leiding).	Bio-PE heeft een biobased gehalte van 100% en wordt gemaakt van suikerriet uit met name Brazilië. Het materiaal is volledig recyclebaar maar niet composteerbaar. Dit materiaal is milieuvriendelijker omdat suikerriet CO_2 opneemt en de productie minder CO_2 uitstoot dan standaard polyethyleen.

Polyurethaan hardschuim	Warmtenet (leidingisolatie)	Kan direct worden hergebruikt, mits zorgvuldig verwijderd. Aantal *best practices* zijn hierover bekend.

Bijlage 5: Voorbeelden van beleid

Wat	Inhoud	Bron
Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE)	Dit programma richt zich op het verminderen van het gebruik van primaire grondstoffen en het bevorderen van hergebruik en recycling. Het bevat specifieke maatregelen voor de gebouwde omgeving, waaronder de warmtetransitie.	Nationaal Programma Circulaire Economie | Nederland circulair in 2050
Grondstoffenakkoord	Ondertekend door 180 partijen, dit akkoord heeft als doel de Nederlandse economie te laten draaien op herbruikbare grondstoffen. Het omvat afspraken over circulaire bouwmethoden en het gebruik van duurzame materialen in de warmtesector.	Nationaal Grondstoffenakkoord | Nederland circulair in 2050
Eco-design for Sustainable Products Regulation	Regelgeving die stimuleert tot meer circulair ontwerp en gebruik van warmtepompen. De Ecodesign-wet zegt eigenlijk dat je een warmtepomp zo moet ontwerpen dat die makkelijk repareerbaar is en dat er dus eenvoudig modulair iets vervangen kan worden.	Ecodesign for Sustainable Products Regulation - European Commission
Right-to-repair-richtlijn	Schrijft voor dat producenten reparaties moeten aanbieden tegen een eerlijke prijs en binnen een redelijk tijdsbestek na de wettelijke garantie. Binnen de richtlijn krijgen consumenten ook beter toegang tot reserveonderdelen.	Right to repair products - Consilium
Routekaart klimaatneutraal	Document met de volgende punten en doelen: • Een duurzame warmtebronnenstrategie te ontwikkelen; • Te onderzoeken welke rol warmte vanuit de Afvalverbrandingsinstallatie (AVI) moet krijgen in de toekomstige warmtemix; • De toepassing van CO_2-afvang (CCS) bij AVI voorbereiden; • Het CO_2-vrij maken van de warmtelevering van de AVI door CO_2-opslag (CCS); • Programma's Aquathermie, Geothermie en restwarmte datacenters uitvoeren.	Routekaart klimaat en energie voor gemeenten | VNG
Window of opportunity	Voorstel vanuit het Planbureau voor de leefomgeving: een gerichte en integrale aanpak met gecoördineerde actie van overheden en opdrachtgevers is nodig om de woningbouwopgave en warmtetransitie circulair te maken voor 2030. Focus op het laaghangend fruit en gebruik transitiesturing om te versnellen en op te schalen ook richting 2050.	Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021
Verbieden van materialen	Voorstel uit onderzoek TNO: Waar in grootschalige projecten in sommige situaties nog ruimte gevonden kan worden voor circulaire ambities, is de markt voor particuliere woningeigenaren wellicht vooral gebaat bij het verbieden of sterk beprijzen van bepaalde materialen. Dilemma is	Nieuwe EU-regels verbieden bisfenol A in voedselcontact materialen

	dat dit in het begin mogelijk de kosten van warmtenetten kan opdrijven omdat andere materialen moeten worden toegepast, wat slecht is voor de businesscase.	
Buyer group circulaire klimaatinstallaties	Entiteit die met pilots de markt ervaring laat opdoen in het toepassen van prestatiecontracten op andere installaties zoals warmte, ventilatie, etc. Een stimuleringsregeling voor bijvoorbeeld coöperaties om dit te gaan doen kan voor de juiste versnelling zorgen.	Buyer Group Circulaire klimaatinstallaties | PIANOo - Expertisecentrum Aanbesteden

Methode	**Meetbaarheid**	**Benodigde Data**	**Toepassing van Circulariteit in de Warmtetransitie**
LCA-methodiek	Milieu-impact van een product gedurende de hele levenscyclus (van grondstof tot afval).	Energieverbruik, emissies, afval, transportafstanden, productiegegevens.	Identificeert en minimaliseert de milieu-impact van warmteoplossingen door de hele levenscyclus te analyseren.
Social Impact Assessment	Sociale effecten van projecten op gemeenschappen en belanghebbenden.	Demografische gegevens, economische gegevens, gezondheids- en veiligheidsdata	Beoordeelt de sociale gevolgen van warmtetransitie-projecten en zorgt voor inclusieve en rechtvaardige oplossingen.
CSRD	Duurzaamheidsrapportage volgens EU-richtlijnen.	ESG-gegevens (milieu, sociaal, governance), energieverbruik, emissies, afvalbeheer.	Verplicht bedrijven om transparant te rapporteren over hun duurzaamheids-prestaties, inclusief warmtetransitie.
NEN-EN 15804	Milieuverklaringen van bouwproducten	Levenscyclusinventarisatie (LCI), levenscyclus-impactbeoordeling (LCIA), productgegevens.	Biedt een gestandaardiseerde manier om de milieu-impact van bouwproducten te beoordelen en te rapporteren.