



Gastransitie en warmtenetten



CE Delft

Committed to the Environment

Gastransitie en warmtenetten

Dit rapport is geschreven door:

Lonneke Wielders

Benno Schepers

Marijke Schuurbijs

Delft, CE Delft, april 2016

Publicatienummer: 16.3157.45

Opdrachtgever: Milieudefensie

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl.

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Lonneke Wielders.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Focus van het onderzoek en uitgangspunten	3
1.3	Leeswijzer	3
2	Warmtenetten nu, in 2030 en 2050	4
2.1	Reeds bestaande warmtenetten	4
2.2	Toekomstige warmtenetten	5
2.3	Toekomstbestendigheid van de warmtenetten	5
3	Geothermie	7
3.1	Geothermie voor huidige en toekomstige warmtenetten	7
4	Overzichtstabel	11
Bijlage A	Warmtenetten	12
A.1	Bestaande warmtenetten	12
A.2	Toekomstige warmtenetten	13



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de omschakeling naar een duurzame warmtevoorziening is restwarmtebenutting in woningen en gebouwen een belangrijk onderdeel. De huidige industriële restwarmte zal in de toekomst minder ruim beschikbaar zijn doordat industrieën veel efficiënter worden, verdwijnen of inkrimpen. Aardwarmte is een duurzame bron, maar er is nog veel onduidelijk over de potentie op lange termijn. Milieudefensie heeft CE Delft gevraagd om te onderzoeken wat de beschikbaarheid is van duurzame warmte, in de vorm van geothermie of industriële restwarmte vanuit verduurzaamde industrie voor stadverwarming in 2030 en 2050.

1.2 Focus van het onderzoek en uitgangspunten

In dit onderzoek kijken we naar:

1. De mogelijkheden voor aard- of restwarmte in gebieden waar stadsverwarming een belangrijke rol speelt.
2. De inspanningen die nodig zijn voor grootschalige inzet op collectieve warmte uit aard- of restwarmte, uitgedrukt in manjaren en investeringskosten.

De belangrijkste uitgangspunten die we in dit onderzoek hanteren zijn:

- reeds beschikbare kennis van CE Delft van bestaande en nieuw te realiseren grootschalige (rest)warmtenetten;
- de profielkaart van TNO voor beschikbaar potentieel geothermie (> 500 m diepte);
- kennis over de restwarmtebron (in geval van industrieel) en inschatting van bestendigheid richting 2030 en 2050;
- gemiddelde landelijke cijfers over de investeringskosten per woningtype van geothermie (dus geen gebiedsspecifieke analyse);
- kerngegevens uit studie 'Klimaatneutrale gebouwde omgeving 2050' voor het bepalen van de totale kosten om 50% van de woningen op geothermie aan te sluiten;
- indicatieve waarden voor werkgelegenheid naar rato van generieke investeringskengetallen.

1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 geven we eerst een overzicht van de huidige restwarmtenetten in Nederland en de restwarmtenetten waar op dit moment plannen voor zijn. Hierbij geven we aan wat de sector en de primaire bron is voor de restwarmtelevering en wat de toekomstbestendigheid is van deze bron.

In Hoofdstuk 3 gaan we dan verder in op de vraag over het potentieel van geothermie, de investeringskosten en werkgelegenheidseffecten van het ontsluiten van deze geothermie voor de huidige en toekomstige warmtenetten. In het laatste hoofdstuk, Hoofdstuk 4, wordt de informatie uit de voorgaande hoofdstukken weergegeven in een overzichtstabel.

2 Warmtenetten nu, in 2030 en 2050

In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de reeds bestaande warmtenetten en de toekomstige warmtenetten (waar nu concrete plannen zijn).

2.1 Reeds bestaande warmtenetten

In Figuur 1 zijn de gemeentegrenzen van de reeds bestaande grootschalige warmtenetten (> 2.000 aansluiting) weergegeven inclusief de leverende sector en primaire bron. Uit Figuur 1 blijkt dat het overgrote deel van deze warmtenetten is aangesloten op energiecentrales die als primaire bron aardgas hebben. In de Bijlage A staat het overzicht van deze warmtenetten met meer specifieke kenmerken.

Figuur 1 Overzicht bestaande grootschalige restwarmtenetten en primaire bron



2.2 Toekomstige warmtenetten

In Figuur 2 zijn de gemeentegrenzen van de toekomstige¹ grootschalige warmtenetten (> 2.000 aansluiting) weergegeven, zover nu bekend, inclusief de leverende sector en primaire bron. Meerdere warmtenetten worden op afvalverbrandingsinstallaties aangesloten. In de Bijlage A staat het overzicht van deze warmtenetten met meer specifieke kenmerken.

Figuur 2 Overzicht toekomstige de grootschalige restwarmtenetten en primaire bron



2.3 Toekomstbestendigheid van de warmtenetten

Richting 2030 en 2050 ligt er een CO₂-emissiereductiedoelstelling van 40% in 2030 en bijna 100% in 2050. Het is denkbaar dat bepaalde industrie zich dan niet meer in Nederland bevindt en de industrie die zich er nog wel bevindt fors zal zijn verduurzaamd.

Op dit moment zijn de bestaande restwarmtenetten en worden de geplande restwarmtenetten aangesloten op bedrijven uit de energiesector, de chemische industrie (Sabic), voedings- en genotmiddelen industrie (Campina), staalindustrie (Tata Steel) en de afvalsector.

¹ Van deze netten is bij CE Delft bekend dat er plannen zijn voor de realisatie van een warmtenet.

De globale verwachtingen per industrie/sector zijn:

- De voedings- en genotmiddelenindustrie (hier specifiek Campina) is op dit moment een mondiaal toonaangevende industrie. Het is de verwachting dat deze industrie niet zal verdwijnen richting 2030 en voor 2050 lijkt CCS hier technische mogelijk².
- Ook de staalindustrie is mondiaal toonaangevend. Deze industrie zal naar verwachting niet verdwijnen richting 2030. Voor vergaande CO₂-reductie lijkt CCS hier ook technisch mogelijk³.
- Voor de afvalsector geldt dat er op termijn meer afval gerecycled gaat worden en er naar verwachting minder verbrand wordt. Als dit internationaal doorzet (dus ook in omliggende landen waaruit nu afval geïmporteerd wordt) zal de afvalverbandssector afnemen. Als recycling richting 2050 verder groeit (een belangrijk onderdeel van de ontwikkeling van de circulaire economie) zal de afvalverbranding verder gereduceerd worden. Idealiter blijven installaties met restwarmtelevering in gebruik, maar ook andere factoren (levensduur, economische rentabiliteit, etc.) spelen een belangrijk rol.
- Het beeld voor de chemische industrie is divers. Een aantal bedrijven zal richting 2030 gaan overschakelen op een andere grondstof (biobased en circulaire economie), waarbij ook de processen aangepast gaan worden. Het is de vraag of er bij de aangepaste processen nog eenzelfde hoeveelheid restwarmte vrijkomt. Voor vergaande CO₂-reductie is CCS ook hier technisch mogelijk⁴.
- In de energiesector worden kolencentrales gesloten, waaronder de Amercentrale die restwarmte levert aan een deel van Noord-Brabant. Daarnaast zullen de gas-WKC's voor een deel verdwijnen waarbij een deel bijvoorbeeld vervangen kan worden door bioketels voor de warmtenetten.

² Hierbij is niet gekeken naar de economische rentabiliteit, of het maatschappelijk draagvlak voor CCS.

³ Zie voetnoot 1.

⁴ Zie voetnoot 1.



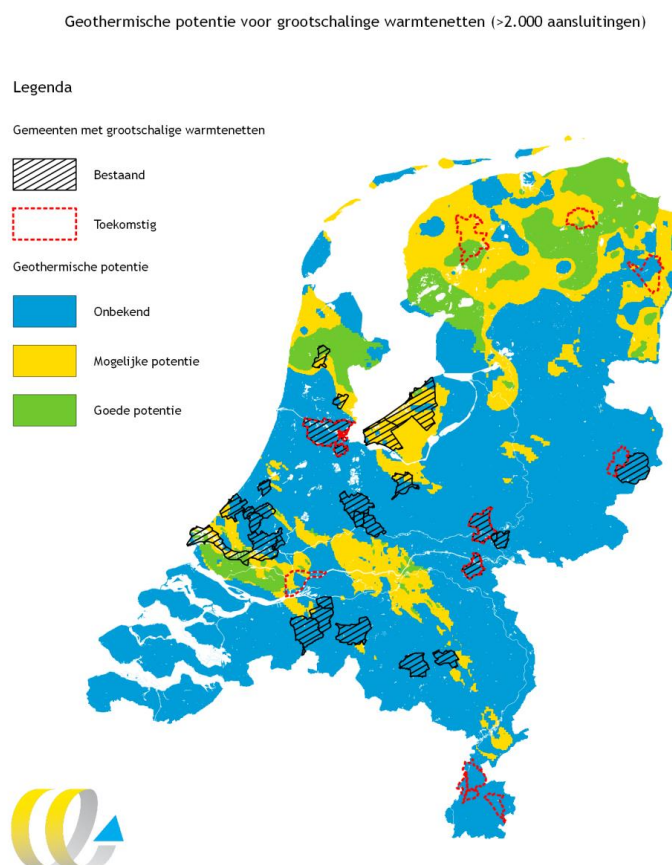
3 Geothermie

In dit hoofdstuk geven we aan wat de mogelijkheden zijn om de warmtenetten te voorzien van warmte uit geothermiebronnen, en welke inspanning daarmee gepaard gaat.

3.1 Geothermie voor huidige en toekomstige warmtenetten

In Figuur 3 zijn de huidige en toekomstige warmtenetten in Nederland weergegeven in relatie tot de huidige kennis over geothermievotentieel in Nederland (> 500 meter) (geothermievotentieelkaart van TNO).

Figuur 3 Geothermisch potentieel voor grootschalige warmtenetten (> 2.000 aansluitingen)



Voor veel plaatsen is de potentie nog onbekend en daarnaast is het onbekend hoelang geothermiebronnen gebruikt kunnen worden. Het platform geothermie zegt hierover: *“De levensduur van een geothermisch doublet wordt ontworpen voor minimaal dertig jaar en vaak voor een langere periode. Er zijn ook technieken om de levensduur van een geothermische centrale te verlengen. De meest gebruikelijke is, dat vanuit de bovengrondse locatie een of meer additionele putten worden geboord, die een ander deel van het reservoir aanspreken.”*

Als we kijken naar de reeds bestaande gebieden op restwarmte die boven of aangrenzend aan geothermiegebieden liggen met 'mogelijke potentie' en/of 'goede potentie' dan gaat het om ruim 230.000 woningen en ruim 5.000 utiliteitsaansluitingen (16 van de 23 gebieden).

Tabel 1 Potentie geothermie bestaande netten

Plaats	Boven geothermie	Aan-grenzend	Goede potentie	Mogelijke potentie
Rotterdam en Capelle aan den IJssel	x		x	
Almere	x			x
Utrecht				
Nieuwegein				
Amsterdam		x		x
Amsterdam (Westpoort Warmte)		x		x
Purmerend	x			x
Tilb., Breda, Oosterh., Made, Waspik en Geertrb.		x		x
Den Haag-Ypenburg en Pijnacker-Nootdorp	x			x
Duiven en Westervoort				
Leiden		x		x
Enschede				
Helmond		x		x
Lelystad	x		x	
Eindhoven				
Arnhem				
Houten		x		x
Amersfoort	x			x
Nijmegen				
Den Haag*	x			x
Den Haag*	x			x
Zoetermeer		x	x	
Heerhugowaard	x		x	

* Verschillende netten.

Van de toekomstige netten is van zeven van de twaalf gebieden bekend dat er goede of mogelijke potentie voor geothermie is. Dit zijn ruim 700.000 woningen.

Tabel 2 Potentie geothermie toekomstige netten

Plaats	Boven geothermie	Aan-grenzend	Goede potentie	Mogelijke potentie
Hengelo				
Leeuwarden	x		x	
Groningen	x		x	
Stadskanaal	x			x
Heerlen				
Nijmegen				
Arnhem				
Amsterdam (uitbreiding)		x		x
Amsterdam (grand design MRA)		x		x
Zuid-Holland (warmterotonde)	x			x
Dordrecht	x		x	
Sittard-Geleen, Beek en Stein (Het Groene Net)				



Kosten voor aansluiting op geothermie

Om in deze gebieden over te gaan op geothermie worden de totale investeringskosten op bijna € 1 miljard geraamd. De jaarlijkse kosten bedragen ruim € 80 miljoen⁵.

Om de toekomstige gebieden waar potentieel voor geothermie zit (zeven van de twaalf gebieden, ruim 700.000 woningen) ook aan te sluiten op geothermie zijn investeringskosten van ruim € 2,8 miljard nodig. De jaarlijkse kosten zijn ruim € 250 miljoen. De kosten voor de aanleg van het net zitten hier niet in.

In een klimaatneutrale gebouwde omgeving kan 50% van de Nederlandse woningen aangesloten zijn op een collectieve warmtevoorziening. Als al deze warmtenetten worden aangesloten op een geothermiebron, dan vergt dat een investering in de bronnen van € 15,5 miljard. Omgerekend naar jaarlijkse kosten is dat € 1,4 miljard. Dit is ook exclusief de kosten voor de aanleg van het warmtenet.

In Tabel 3 zijn de uitgangspunten voor deze berekeningen weergegeven. Daarnaast zijn bovenstaande getallen kort samengevat.

Tabel 3 Uitgangspunten kostenraming geothermie

Parameters		Eenheid
Investering geothermie	1.875	EUR/kW
Onderhoudskosten geothermie	2%	-
Aansluitwaarde woningen	8,25	kW/woning
Aansluitwaarde utiliteit	0,05	kW/m ²
Gelijktijdigheidsfactor	0,5	-
Capaciteitsverdeling warmtebron/pekketels	50%	-
Afschrijvingstermijn installaties	25	
Discontovoet	5%	

Tabel 4 Overzicht investeringskosten en jaarlijkse kosten

	Investeringskosten	Jaarlijkse kosten
Bestaande gebieden met potentieel	€ 1 miljard	€ 80 miljoen
Toekomstige gebieden met potentieel	€ 2,8 miljard	€ 250 miljoen
50% van de bestaande woningbouw	€ 15,5 miljard	€ 1,4 miljard

Werkgelegenheidsaspecten geothermie

Op basis van de investeringskosten en O&M-kosten (jaarlijks 2% van de investeringskosten) kunnen de directe brutowerkgelegenheidseffecten ingeschat worden. Er is dus geen rekening gehouden met verschuivingen van arbeidsplaatsen en spin-off-effecten. Hierbij gaan we er vanuit dat de investeringskosten voor 20% bestaan uit arbeidskosten en 80% hardwarekosten. Voor de O&M-kosten gaan we uit van een verhouding van 30-70%.

In Tabel 5 zijn de directe bruto arbeidsplaatsen weergegeven.

Voor de arbeidskosten is een marge van € 65.000-80.000 aangehouden.

Hierdoor ontstaat ook een marge in het aantal arbeidsplaatsen.

⁵ Bij 2% onderhoudskosten, een afschrijvingstermijn van 25 jaar en een discontovoet van 5%.



Tabel 5 Overzicht directe bruto arbeidsplaatsen voor realisatie geothermie

	Arbeitsplaatsen voor de investering	Arbeitsplaatsen voor O&M
Bestaande gebieden met potentieel	2.400-2.900	70-90
Toekomstige gebieden met potentieel	7.100-8.800	210-250
50% van de bestaande woningbouw	38.700-47.600	1.200-1.400



4 Overzichtstabel

In Tabel 6 geven we het overzicht van de toekomstbestendigheid van de huidige en toekomstige restwarmtenetten en de potentie voor geothermie.

Tabel 6 Bestaande warmtenetten met kenmerken

Plaats	Restwarmtebron (sector)	Toekomst	Goede potentie	Mogelijke potentie
Rotterdam en Capelle aan den IJssel	Energiesector en Afval	+/-	x	
Almere	Energiesector	+/-		x
Utrecht	Energiesector	+/-		
Nieuwegein	Energiesector	+/-		
Amsterdam	Energiesector	--		x
Amsterdam (Westpoort Warmte)	Afval	-		x
Purmerend	Energiesector	+/-		x
Tilb., Breda, Oosterh.Made, Waspik en Geertrb.	Energiesector	+/-		x
Den Haag-Ypenburg en Pijnacker-Nootdorp	Energiesector	+/-		x
Duiven en Westervoort	Afval	-		
Leiden	Energiesector	+/-		x
Enschede	Afval	-		
Helmond	Energiesector	+/-		x
Lelystad	Energiesector	+/-	x	
Eindhoven	Energiesector	+/-		
Arnhem	Energiesector	+/-		
Houten	Energiesector	+/-		x
Amersfoort	Energiesector	+/-		x
Nijmegen	Energiesector	+/-		
Den Haag*	Energiesector	+/-		x
Den Haag*	Energiesector	+/-		x
Zoetermeer	Energiesector	+/-	x	
Heerhugowaard	Energiesector	+/-	x	

* Verschillende netten.

Tabel 7 Bestaande warmtenetten met kenmerken

Plaats	Restwarmtebron (sector)	Toekomst	Goede potentie	Mogelijke potentie
Hengelo	Afval	+/-		
Leeuwarden	Voedings- en genotsmiddelenindustrie	+	x	
Groningen	Geothermie	+	x	
Stadskanaal	Onbekend			x
Heerlen	Geothermie	+		
Nijmegen	Afval	+/-		
Arnhem	Afval	+/-		
Amsterdam (uitbreiding)	Afval en energiesector	+/-		x
Amsterdam (grand design MRA)	Staalindustrie, geothermie, afval en energiesector	+		x
Zuid-Holland (warmterotonde)	Afval en energie-sector	+/-		x
Dordrecht	Afval	+/-	x	
Sittard-Geleen, Beek en Stein (Het Groene Net)	Chemische industrie	+/-		



Bijlage A Warmtenetten

A.1 Bestaande warmtenetten

Tabel 8 Bestaande warmtenetten met kenmerken

Plaats	Geleverde warmte 2013 (TJ)	Aansluitingen (woningen)	Aansluitingen (overig)	Primaire bron	Restwarmte-bron (sector)	Specifiek
Rotterdam en Capelle aan den IJssel	4.070	46.297	1.500	Gas en Aval	Energiesector en Afval	RoCa-centrale E.On en AVR Rozenburg
Almere	2.100	45.872	700	Gas	Energiesector	Diemencentrale Nuon
Utrecht	3.600	39.000	1.650	Gas	Energiesector	Lage Weide en Merwedekanaal centrale Nuon
Nieuwegein	660	14.200	150	Gas	Energiesector	Lage Weide en Merwedekanaal centrale Nuon
Amsterdam	1.700	13.374	207	Gas	Energiesector	Diemencentrale Nuon
Amsterdam (Westpoort Warmte)	900	7.500	170	Afval	Afval	AVI van AEB
Purmerend	1.370	24.700	1.000	Gas	Energiesector	WKC Purmerend Nuon
Tilburg, Breda, Oosterhout, Made, Waspik en Geertruidenberg	3.380	38.865	795	Steenkool	Energiesector	Amercentrale Essent
Den Haag-Ypenburg en Pijnacker-Nootdorp	440	13.712	80	Gas	Energiesector	WKC Ypenburg Eneco
Duiven en Westervoort	440	8.954	200	Afval	Afval	AVI Duiven van AVR
Leiden	890	9.681	200	Gas	Energiesector	WKC Leiden van E.On
Enschede	590	5.963	200	Afval	Afval	AVI van Twence
Helmond	260	6.386	N/A	Gas	Energiesector	WKC Helmond Essent
Lelystad	240	5.018	51	Gas en biomassa	Energiesector	BMC Lelystad en WKC Nuon
Eindhoven	190	4.255	N/A	Gas en biomassa	Energiesector	WKC Eindhoven en BMC Essent
Arnhem	370	4.049	77	Gas	Energiesector	WKC Kleefse Waard Nuon
Houten	150	3.800	18	Gas	Energiesector	WKC Vijfwal Eneco
Amersfoort	110	3.230	-	Gas	Energiesector	WKC Vathorst Eneco
Nijmegen	150	3.192	4	Gas	Energiesector	Ketels en WKC Marienburg Nuon
Den Haag*	1.480	4.163	353	Gas	Energiesector	Den Haag centrale E.On
Den Haag*	120	2.889	14	Gas	Energiesector	WKC Wateringseveld Eneco
Zoetermeer	87	2.773	N/A	Gas	Energiesector	WKC Oosterheem Eneco
Heerhugowaard	69	2.197	N/A	Gas	Energiesector	WKC van HVC

* Verschillende netten.



A.2 Toekomstige warmtenetten

Tabel 9 Bestaande warmtenetten met kenmerken

Plaats	Geleverde warmte 2013 (TJ)	Aansluitingen (woningen)	Aansluitingen (overig)	Primaire bron	Restwarmte-bron (sector)	Specifiek
Hengelo		5.533		Afval	Afval	WKC AkzoNobel, stoom van afvalverbranding
Leeuwarden				Gas	Voedings- en genotsmiddelen -industrie	Campina
Groningen		11.000		Geotherm.	Geothermie	Zernike
Stadskanaal				Onbekend	Onbekend	Onbekend
Heerlen				Geotherm.	Geothermie	Mijnwater
Nijmegen		14.490		Afval	Afval	AVI ARN in Weurt
Arnhem		13.530		Afval	Afval	AVR Duiven
Amsterdam (uitbreiding)				Afval en gas	Afval en energiesector	AEB en Diemencentrale
Amsterdam (grand design MRA)		330.000		Gas, afval, geotherm.	Staalindustrie, geothermie, afval en energiesector	Tata Steel, geothermie, AVI's en gascentrales
Zuid-Holland (warmterotonde)		350.000		Afval en gas	Afval en energiesector	AVR en RoCa
Dordrecht		10.000		Afval	Afval	AVR
Sittard-Geleen, Beek en Stein (Het Groene Net)		5.000	60	Gas	Chemische industrie	Olefins 4 van Sabic

