



Warmtemonitor 2019

TNO 2020 P11264

Reinoud Segers

Robin Niessink

Robin van den Oever

Marijke Menkveld

25 augustus 2020

In opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)

Contactpersoon: Lex Bosselaar

CBS Den Haag
Henri Faasdreef 312
2492 JP Den Haag
Postbus 24500
2490 HA Den Haag
+31 70 337 38 00
www.cbs.nl

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	8
2.	Warmtevoorziening Nederland	9
2.1	Warmte in totaal energieverbruik	9
2.2	Brandstofmix warmte	12
3.	Warmteleveringen	17
3.1	Grote warmtenetten	17
3.2	Kleine stadsverwarmingsnetten	51
3.3	Stadsverwarming naar sector en aantal woningen op stadsverwarming	52
3.4	Blokverwarming	53
3.5	Stoomlevering	54
4.	Koude	56
4.1	Totaal energieverbruik voor koeling	56
4.2	Koudelevering via netten	56
5.	Referenties	57

Samenvatting

RVO heeft CBS en TNO gevraagd een update te maken van het rapport Warmtemonitor 2017 met cijfers over 2018 en 2019. De gebruikte methoden in deze update zijn identiek aan de versie over 2017. Belangrijke doelen van deze monitoring zijn het volgen van de resultaten van het warmtebeleid van de overheid, ondersteuning bij beleidsontwikkeling en het maatschappelijk debat daarover. Daarnaast leveren de resultaten input voor de Klimaat en Energie Verkenning van PBL en rapportages voor Europa.

Ruim de helft finaal energieverbruik voor warmte

Het totale energieverbruik in Nederland bedraagt ruim 3000 PJ. Daarvan wordt 1858 PJ voor energetische doeleinden gebruikt bij eindverbruikers: industrie, verkeer en vervoer, huishoudens diensten en landbouw. De rest bestaat uit omzettingsverliezen, eigen verbruik van de energiesector en non energetisch verbruik. Van het finale energieverbruik werd in 2019 ruim de helft gebruikt voor warmte, ruim een kwart voor vervoer en de rest, ongeveer 20 procent, voor toepassingen met elektriciteit (anders dan warmte en vervoer).

Analyse van het finaal energieverbruik voor warmte op basis van de CBS-Energiebalans laat zien dat het finaal energieverbruik voor warmte 0,8 procent per jaar daalt ten opzichte van de periode 2000 tot en met 2004, aanmerkelijk sneller dan de daling voor vervoer (0,25 procent) en elektrische toepassingen anders dan warmte (die gelijk is gebleven). Ongeveer de helft van het finaal energieverbruik voor warmte is energieverbruik in de gebouwde omgeving (huishoudens en diensten), 40 procent in de industrie en 10 procent in de landbouw.

Aandeel hernieuwbare warmte in totale warmtevoorziening Nederland stijgt naar 7%

Aardgas is nog steeds verreweg de belangrijkste energiebron voor de warmtevoorziening, al daalt de relatieve bijdrage wel van gemiddeld 82 procent in de periode 2000 tot en met 2004 tot 76 procent in 2019. De bijdrage van hernieuwbare bronnen steeg van ongeveer 2 procent in de jaren na 2000 tot een 7 procent in 2019. De bijdrage van overige energiebronnen (vooral restgassen in de industrie) was ongeveer 17 procent in 2019, ongeveer gelijk aan de periode 2000 tot en met 2004.

Europese definitie district heating is levering van stoom of warm water aan twee of meer klanten

Het totale finale energieverbruik voor warmte is ongeveer 1000 PJ. Daarvan wordt een deel ingevuld door externe levering van warm water of stoom. Externe levering van warmte kan gunstig zijn, omdat op deze wijze technologieën kunnen worden benut die efficiënt zijn op grotere schaal zoals warmtekrachtkoppeling (gelijktijdige elektriciteit en warmteproductie). Het extern benutten van warmte kan ook bestaan uit het benutten van restwarmte. Ook bieden warmtenetten de mogelijkheid om hernieuwbare energiebronnen te benutten, zoals biomassa, geothermie en aquathermie. Om die redenen staat levering van warmte extra in de belangstelling.

Voor het bepalen van warmteleveringen zijn we in dit rapport uitgegaan van de Europese definitie voor 'district heating', bestaande uit levering van warm water in stadsverwarmingsnetten en levering van stoom in industriële netten. In die definitie van 'district heating' gaat het om levering van warm water of stoom via een netwerk dat levert aan 2 of meer klanten. Dat betekent dat een 1 op 1 relaties (bijvoorbeeld een joint-venture die alleen levert aan één fabriek) niet meetelt als district heating.

Grote warmtenetten verwachten groei aantal aansluitingen

Collectieve warmtelevering gericht op de gebouwde omgeving vinden we vooral in een aantal grote steden in een beperkt aantal netten. In deze monitoring hanteren we als definitie voor grote warmtenetten: warmtenetten die jaarlijks meer dan 150 TJ (0,15 PJ) aan warmte leveren aan eindverbruikers. Het betreft warmtelevering door de 6 grote warmteleveranciers: Vattenfall, Eneco, Ennatuurlijk, HVC, Westpoort Warmte en Stadsverwarming Purmerend (SVP). Grote warmtenetten bevinden zich in de grote steden: Amsterdam, Rotterdam, Utrecht, Den Haag maar ook in Almere, Lelystad, Enschede, Breda, Tilburg, Dordrecht, Arnhem, Nijmegen, Leiden, Purmerend, Helmond, Eindhoven en regio Alkmaar. In totaal gaat het in 2018 om 329 duizend aansluitingen en 20,4 PJ warmtelevering. In 2015 rapporteerden we in deze monitoring ca. 300 duizend aansluitingen. De warmteleveranciers verwachten 355 duizend aansluitingen en 22,5 PJ in 2020 en 405 duizend aansluitingen en 24,0 PJ in 2023. De raming voor de grote netten is vergelijkbaar met de projectiecijfers in de vorige versie van dit rapport Monitoring warmte 2017.

De kleine warmtenetten die jaarlijks minder dan 150 TJ leveren, leverden in 2018 in totaal 2,4PJ en hadden 64 duizend aansluitingen. De data over kleine netten is afkomstig uit de laatste rendementsmonitor van de ACM welke loopt tot en met 2018. Vanwege het grote aantal kleine netten met diverse leveranciers, en het ontbreken van detailinformatie over sommige van deze netten is ervoor gekozen om hierover geen projectie op te nemen in dit rapport. Wel kan worden verwacht dat de warmtelevering van deze netten wat zal stijgen in de toekomst, net zoals bij de grote netten. Een geschatte toename richting 2023 ligt in de orde van een paar tienden van PJ's. Als we de totale warmteleveringen van de grote en kleine warmtenetten optellen komen we uit op ongeveer 23 PJ in 2018.

In de energiebalans van het CBS wordt een schatting gemaakt van de verdeling naar sectoren van de warmtenetten voor de gebouwde omgeving. Het grootste deel (ruim 50 procent) gaat naar woningen, 15 tot 20 procent ging naar de landbouw en de rest (25 tot 30 procent) naar de diensten.

Tabel S.1 Overzicht warmtelevering van grote en kleine warmtenetten (. betekent geen data) op basis van gegevens warmteleveranciers over realisatie tot en met 2019 en projectie vanaf 2020

	Warmtelevering in PJ					Warmteleverancier
	2017	2018	2019**	2020	2023	
Utrecht	3,1	3,0	2,9	3,3	3,3	Eneco
Rotterdam	3,3	3,4	3,4	3,6	3,7	Eneco en Vattenfall
B3-Hoek	2,0	1,8	1,6	2,0	2,0	Eneco
Den Haag	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	Eneco
Ypenburg	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	Eneco
Amsterdam Zuid en Oost incl. Amstelveen	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	Vattenfall en Eneco
Amsterdam Noord- en West	0,7	0,9	1,0	1,1	1,4	Westpoort Warmte
Almere	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	Vattenfall
Lelystad	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	Vattenfall
Leidse regio	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	Vattenfall
Arnhem, Duiven en Westervoort	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	Vattenfall
Nijmegen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	Vattenfall
Warmtenet Breda-Tilburg	2,5	2,5	2,4	2,6	2,6	Ennatuurlijk
Enschede	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	Ennatuurlijk
Helmond	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	Ennatuurlijk
Eindhoven	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	Ennatuurlijk
Alkmaar	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	HVC
Purmerend	0,8	0,9	0,8	0,9	1,0	SVP
Dordrecht	*	*	*	0,2	0,2	HVC
Subtotaal grote netten	20,2	20,4	20,4	22,5	24,0	
Kleine netten	2,2	2,4	.	.	.	
Totaal grote en kleine netten	22,4	22,8	.	.	.	

* In 2019 en eerdere jaren was Dordrecht nog geen groot net.

** Voorlopige cijfers

Warmtelevering grote warmtenetten uit biomassa neemt toe

Zo'n 62% van de warmte die wordt geleverd aan de grote netten komt in 2019 van aardgas- en kolen warmtekrachtkoppeling centrales en aardgas gestookte hulpwarmte ketels. Dat was 74% in 2017. Het aandeel hernieuwbare warmte bij grote warmtenetten is gestegen van 17% in 2017 naar 30% in 2019. Een trend is het aansluiten van biomassa-installaties. Het gaat daarbij zowel om het ombouwen van installaties die voorheen alleen elektriciteit produceerden als om nieuwe installaties. Er zijn plannen om nog meer biomassa te gaan toepassen in warmtenetten, maar er is ook steeds meer maatschappelijke discussie of dit wel wenselijk is. De SER adviseert in "Biomassa in balans" de inzet van biograndstoffen voor laagwaardige toepassingen zoals warmte voor gebouwen in de komende jaren af te bouwen. Naar aanleiding van dit SER advies en in afwachting van de kabinetsreactie daarop is de ontwikkeling van biomassa installaties voor warmtenetten bijna volledig tot stilstand gekomen.

Ook voor kleinere warmtenetten is aardgas-wkk de belangrijkste warmtebron. Wat wel verschilt van de grote netten is dat veel kleinere warmtenetten gebruik maken van warmte-koudeopslag en warmtepompen.

Naar schatting ongeveer 450 duizend woningen op stadsverwarming

Het totale aantal woningen op stadsverwarming is geschat op basis van de postcodegebieden waar stadsverwarming zit en op basis van het aantal aansluitingen van de warmtebedrijven in combinatie met een schatting van het aantal woningen op een collectieve stadsverwarmingsaansluiting. Beide methoden komen uit op ongeveer 450 duizend.

Stoomlevering in petajoules meer dan levering warm water in stadsverwarming

In Nederland zijn er volgens de Europese definitie 8 stoomnetten in de industrie, welke te vinden zijn in grote industriële complexen in onder andere Geleen, Delfzijl en Rotterdam. Het aantal stoomnetten in 2018 was net als in 2016 8 stuks met ongeveer 60 klanten. De totale levering van stoom was 37 PJ. Dat is meer dan de levering van warm water via stadsverwarmingsnetten. Net als bij de stadsverwarming komt de meeste stoom uit warmtekrachtinstallaties welke gebruik maken van fossiele brandstoffen, vooral aardgas maar ook restgassen. In 2018 kwam ongeveer 8 procent van de stoom uit warmtekracht met hernieuwbare energie als bron (biogene deel afval en biomassa). Dit aandeel is tussen 2016 en 2017 meer dan verdubbeld, maar 2018 is gelijk aan 2017. Over 2019 zijn nog geen cijfers beschikbaar.

Koudevraag en koudelevering beperkt in omvang

Het elektriciteitsverbruik voor product- en proceskoeling en ruimtekoeling bij eindgebruikers in de gebouwde omgeving, industrie en landbouw is naar schatting een kleine 30 PJ, een kleine 3 procent van het totale energieverbruik voor warmte. Ongeveer 0,6 PJ van de koudevraag wordt ingevuld met koudelevering via netten.

1. Inleiding

Aanleiding

In 2017 is het eerste rapport Monitoring Warmte 2015 verschenen met statistische cijfers tot en met 2015. Twee jaar later, in 2019, is het tweede rapport Warmtemonitor 2017 uitgebracht met statistische cijfers tot en met 2017. RVO heeft CBS en TNO nu gevraagd een update te maken met recentere cijfers voor 2018 en 2019 en een update van de projecties.

Doel

Doel van de monitoring van de warmtevoorziening is het volgen van de resultaten van het warmtebeleid van de overheid en de ontwikkelingen in de markt. De monitoring levert zo ondersteuning bij de ontwikkeling van beleid en maatschappelijke discussie daarover. Ook worden de cijfers uit dit rapport gebruikt voor de Klimaat en energieverkenning van PBL, de Gasmonitor van Stichting Natuur en Milieu en onderzoek van Greenvis naar verduurzaming van warmtenetten. CBS gebruikt inzichten uit dit rapport voor verbetering van data in de eigen centrale database, welke de basis voor de Energiebalans op StatLine en rapportages aan Eurostat en IEA. De hoofdvraag is welke trends zichtbaar zijn in de verduurzaming van de warmtevoorziening als bijdrage aan CO₂-reductie. Welk deel van ons energieverbruik is gerelateerd aan warmte? Hoeveel energie gebruiken de verschillende sectoren voor warmte? Welke rol speelt warmtelevering daarbij? Ook moet deze monitoring antwoord geven op specifieke beleidsvragen rond warmtelevering via warmtenetten: Hoe ontwikkelt zich het aantal aansluitingen en hoeveelheid joules geleverde warmte in stadsverwarmingsprojecten? Hoe ontwikkelt de warmtevraag van woningen met een aansluiting op een warmtenet zich in vergelijking tot woningen met een aansluiting op een gasnet? Welk aandeel van de warmtevoorziening komt uit hernieuwbare bronnen?

Scope

Dit rapport is een derde versie van een structurele monitoring voor de warmtevoorziening in Nederland. Deze monitor geeft kwantitatieve data op basis van historische en recente ontwikkelingen en geeft ook een korte termijn outlook van projecten en verwachte uitbreidingen in de pijplijn.

De monitoring betreft de gehele warmtevoorziening in Nederland, aan alle eindverbruiksectoren (gebouwde omgeving bestaande uit huishoudens en diensten, industrie en landbouw), met alle daarvoor gebruikte energiedragers (gas, warmte en elektriciteit) en alle fossiele en hernieuwbare energiebronnen. Specifiek besteedt de monitor aandacht aan warmtelevering via warmtenetten. Omdat er in de monitor van vorig jaar slechts kleine veranderingen waren in de paragraaf over blokverwarming is besloten deze niet elk jaar te updaten. Dit jaar wordt alleen een samenvatting van de bevindingen van vorig jaar gepresenteerd.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 schetst het aandeel van de warmtevoorziening in het totale energieverbruik van Nederland. Ook geeft Hoofdstuk 2 aan welke energiedragers gebruikt worden in de warmtevoorziening van de eindverbruiksectoren gebouwde omgeving, industrie en landbouw. Hoofdstuk 3 beschrijft de warmtelevering door derden via warmtenetten, stoomnetten en blokverwarming. Hoofdstuk 4 bespreekt de koudevoorziening in Nederland en koudelevering door derden via koudnetten.

2. Warmtevoorziening Nederland

Warmte is vooral nodig voor ruimteverwarming van gebouwen en kassen en voor processen in de industrie. Dit hoofdstuk beschrijft op hoofdlijnen hoe in deze warmtevraag wordt voorzien. Daarbij wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van informatie die aanwezig is in de CBS-energiestatistieken. De methode is beschreven in Hoofdstuk 2 van Monitoring warmte 2015 (ECN en CBS, 2017).

Op een aantal onderdelen wijkt de gekozen methode af van die van Eurostat. Ten eerste mag bij Eurostat niet-verkochte warmtekrachtkoppeling (wkk) warmte niet gerapporteerd worden. In plaats daarvan wordt in de Eurostat statistieken een gedeelte van de inzet van wkk-installaties verschoven naar finaal energieverbruik. Daardoor is finaal energieverbruik van de energiedrager warmte bij Eurostat lager en finaal energieverbruik van wkk-brandstoffen (vooral aardgas, maar ook olierestgas en biomassa) hoger. Ten tweede telt het finaal energieverbruik van mobiele werktuigen zoals landbouwtractoren en grondverzetmachines bij Eurostat niet bij de sector vervoer (zoals in het nationale Nederlandse beleid wel het geval is) en daarmee automatisch bij de energietoepassing warmte in de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie. We hebben gekozen om op deze onderdelen af te wijken van Eurostat, omdat dat beter aansluit bij de nationale context.

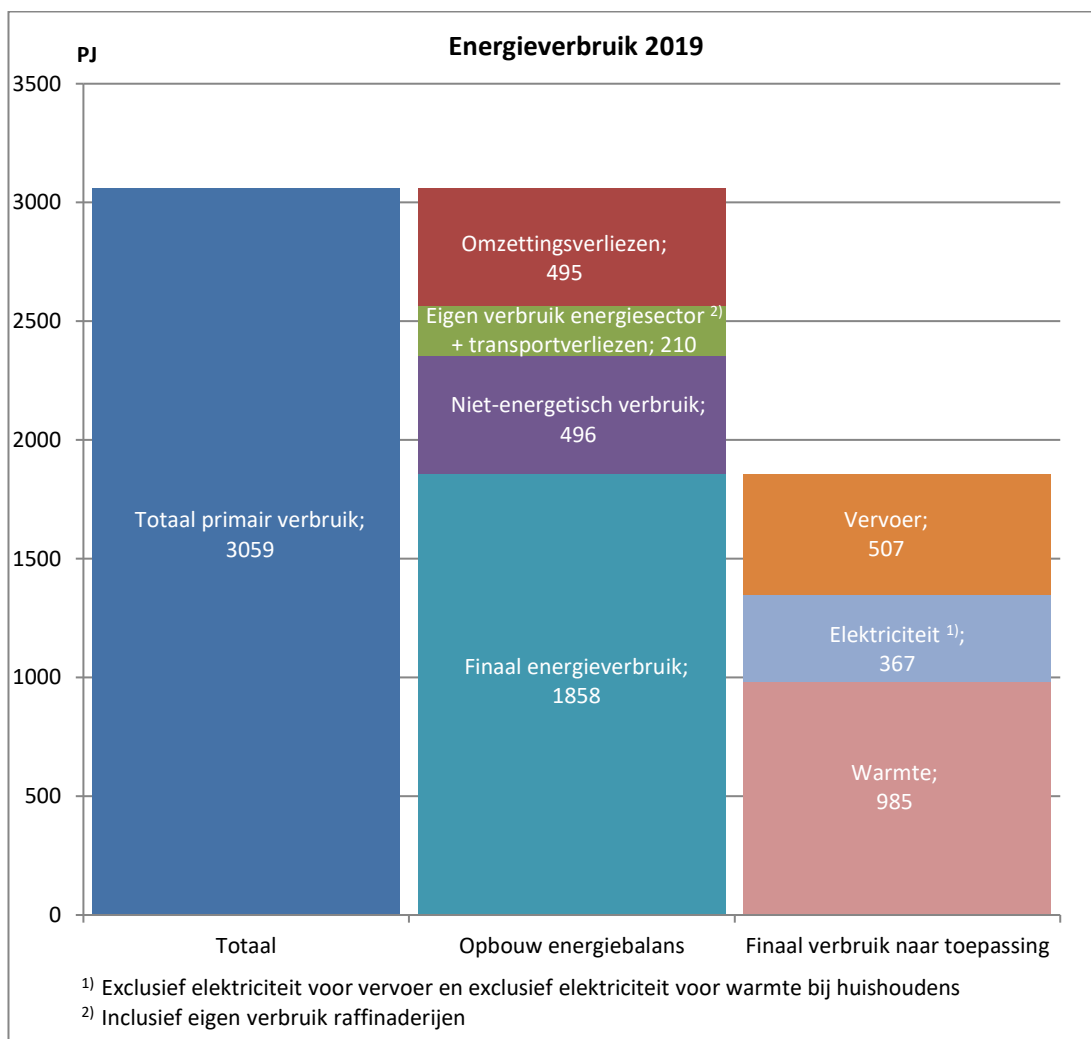
Paragraaf 2.1 beschrijft het energieverbruik voor warmte in relatie tot het totale energieverbruik in Nederland. Paragraaf 2.2 laat zien met welke energiedragers in de warmtevraag wordt voorzien in de eindverbruik sectoren gebouwde omgeving, landbouw (inclusief glastuinbouw) en industrie.

In dit hoofdstuk staan vooral gegevens uit de CBS-Energiebalans centraal voor het verslagjaar 2019. Het gaat daarbij om de cijfers zoals die door CBS gepubliceerd zijn op StatLine juni 2020. Op dat moment hebben de 2018 en de 2019 cijfers de status “nader voorlopig”, aangegeven met twee sterretjes (**) achter het verslagjaar. Het kan zijn dat een aantal cijfers over 2018 en 2019 komend jaar nog iets worden bijgesteld naar aanleiding van nieuwe informatie en nadere analyses.

In dit hoofdstuk worden ook cijfers getoond voor eerdere jaren. Door revisies en correcties kunnen de cijfers in dit rapport iets afwijken van de cijfers in het vorige rapport Monitoring warmte 2017 (ECN en CBS, 2019).

2.1 Warmte in totaal energieverbruik

Het totale primaire energieverbruik in Nederland bedraagt ruim 3000 PJ. Ruim de helft daarvan wordt voor energetisch doeleinden verbruikt door eindgebruikers: industrie, transport, huishoudens, diensten en landbouw. De rest bestaat uit omzettingsverliezen, eigen verbruik van de energiesector en non energetisch verbruik. Ruim de helft van het finaal energieverbruik wordt gebruikt voor warmte, ruim een kwart voor vervoer en de rest, ongeveer 20 procent, voor toepassingen met elektriciteit (anders dan warmte en vervoer). Dit is weergegeven in figuur 2.1.



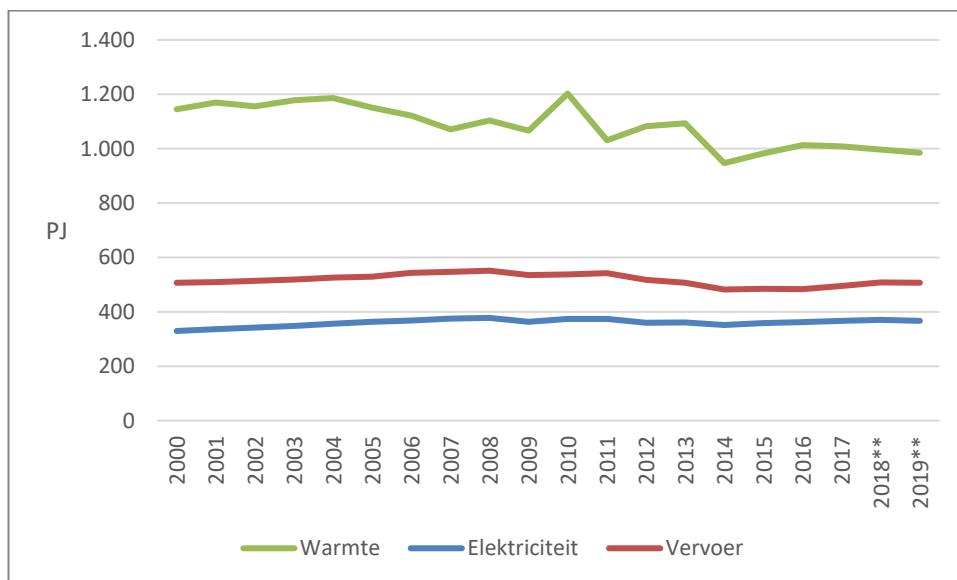
Figuur 2.1 Opbouw energieverbruik 2019. Bron: CBS

Zoals beschreven in Monitoring warmte 2015 zijn een aantal keuzes gemaakt bij het afleiden van bovenstaande figuur uit de Energiebalans: Het finaal energiegebruik voor vervoer is inclusief het energiegebruik van mobiele werktuigen en het finaal verbruik voor elektriciteit is exclusief het elektriciteitsverbruik voor vervoer en het elektriciteitsverbruik voor warmte bij huishoudens.

Een substantieel deel van het primaire energiegebruik (ruim 15 procent) wordt voor niet-energetische toepassingen gebruikt. Dit noemen we het niet-energetisch verbruik. Een voorbeeld daarvan is het maken van plastic uit aardolie door de petrochemie. Een andere belangrijk deel van het energiegebruik (ongeveer een zesde) gaat verloren bij het omzetten van de ene energiedrager in de andere. Dit zijn de omzettingsverliezen. De grootste omzettingsverliezen treden op bij de productie van elektriciteit uit brandstoffen.

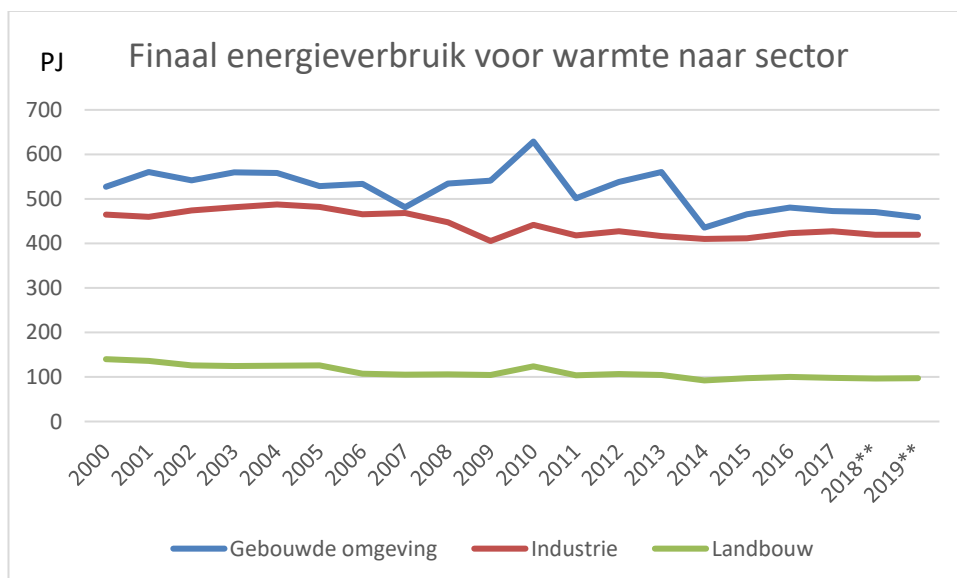
De laatste post in de Energiebalans is het eigen verbruik van de energiesector en de distributieverliezen. Een belangrijk deel van dit eigen verbruik bestaat uit gebruik van energie om warmte te maken voor processen in aardolieraffinaderijen. Raffinaderijen vallen binnen de energiestatistieken onder de energiebedrijven en niet onder eindverbruikers, omdat de hoofdproducten van de raffinaderijen zoals benzine, diesel, kerosine, stookolie en nafta weer door andere sectoren worden verbruikt.

De variatie in de tijd van de bijdrage van warmte aan het totaal energieverbruik wordt op een termijn van enkele jaren vooral beïnvloed door het weer (Figuur 2.2). In het koude jaar 2010 werd 57 procent van het totaal verbruik van energie benut voor warmte. Over de laatste twee decennia is wel een trend zichtbaar naar relatief minder energie voor warmte en relatief meer voor elektrische toepassingen.



Figuur 2.2 Finaal energieverbruik naar toepassing. Bron: CBS

Bijna de helft van het totaal energiegebruik voor warmte wordt gebruikt in de gebouwde omgeving (woningen en diensten), 40 procent in de industrie en 10 procent in de landbouw (Figuur 2.3). Die verhouding is redelijk stabiel in de tijd, waarbij in jaren met koude stookmaanden zoals 2010 relatief veel naar de gebouwde omgeving gaat en in jaren met warme stookmaanden zoals 2014 relatief weinig naar de gebouwde omgeving gaat (Tabel 2.1).



Figuur 2.3 Finaal energieverbruik voor warmte naar sector. Bron: CBS

Tabel 2.1 Finaal energiegebruik voor warmte naar sector

	2015	2016	2017	2018**	2019**
<i>In PJ</i>					
Gebouwde omgeving	465	480	473	471	459
Industrie	412	423	428	420	420
Landbouw	97	100	98	97	97
Afval & water	9	9	9	8	8
Totaal	982	1012	1007	995	985
%					
Gebouwde omgeving	47	47	47	47	47
Industrie	42	42	42	42	43
Landbouw	10	10	10	10	10
Afval & water	1	1	1	1	1
Totaal	100	100	100	100	100

Bron: CBS.

2.2 Brandstofmix warmte

2.2.1 Totaal finaal energieverbruik warmte

Het finaal energieverbruik voor warmte is in 2019 voor 76% procent afkomstig uit de verbranding van aardgas (Tabel 2.2). Het gaat dan voor een groot deel om het verbranden van aardgas in warmteketels voor eigen verbruik, maar ook om warmte afkomstig uit warmtekrachtinstallaties van de warmteverbruiker of van derden. Hernieuwbare energie is in 2019 goed voor 7 procent en overige energiedragers, zoals restgassen uit aardolie en steenkool, zijn goed voor 17 procent.

Nieuwe ten opzichte van de vorige rapportage is dat we nu in rekening hebben gebracht dat een deel van het aardgas van hernieuwbare oorsprong is vanwege het invoeden van groen gas. In 2019 ging het om 0,3 procent van het aardgasverbruik.

Tabel 2.2 Finaal energieverbruik van warmte naar primaire energiebron (%)

	Aardgas, excl. groen gas	Hernieuwbaar, incl. groen gas	Overig ¹⁾
2000	82,8	2,0	15,2
2001	82,5	1,9	15,7
2002	80,9	2,0	17,1
2003	80,6	2,0	17,4
2004	81,0	2,1	16,9
2005	80,6	2,3	17,1
2006	79,9	2,6	17,6
2007	77,8	2,8	19,5
2008	80,0	2,8	17,2
2009	80,9	3,1	16,0
2010	81,8	2,8	15,4
2011	80,0	3,4	16,5

	Aardgas, excl. groen gas	Hernieuwbaar, incl. groen gas	Overig ¹⁾
2012	79,5	3,5	17,0
2013	80,2	3,6	16,2
2014	76,4	4,7	18,9
2015	76,8	5,1	18,1
2016	76,7	5,2	18,2
2017	76,2	5,6	18,2
2018**	75,7	6,1	18,2
2019**	75,6	7,0	17,4

¹⁾ Vooral restgassen uit olie en kolen en ook niet-biogeen afval. Bron: CBS.

In het kader van de EU-Richtlijn Hernieuwbare energie wordt via de rekentool SHARES van Eurostat ook het aandeel hernieuwbare energie in het eindverbruik van warmte berekend. Dit percentage komt voor 2018 uit op 6,1 procent (Eurostat, 2020) en voor 2019 op 6,9 procent. Dit percentage blijkt voor oude jaren hooguit een paar tienden procentpunt te verschillen van de percentages in Tabel 2. Een reden voor het verschil is dat in de Eurostat statistieken anders wordt omgegaan met wkk-warmte die wel nuttig wordt gebruikt maar niet wordt verkocht zoals beschreven in het begin van dit hoofdstuk.

In de nieuwe Richtlijn Hernieuwbare Energie (Europese Unie 2018) is een indicatief doel opgenomen bij artikel 23 waarbij lidstaten er naar moeten streven om het aandeel hernieuwbare warmte met 1,1 procent per jaar te laten toenemen, of 1,3 procent indien ze ervoor kiezen om restwarmte ook mee te tellen. Over de praktische uitwerking van de definitie van restwarmte is nog discussie. Ook het onderscheiden van restwarmte in de bestaande statistieken is nog in ontwikkeling. Vermoedelijk is er zowel in stadsverwarming als bij stoomlevering in de industrie sprake van restwarmte, maar het is vooralsnog onduidelijk om hoeveel restwarmte het gaat.

2.2.2 Gebouwde omgeving

Het finaal energieverbruik voor warmte in de gebouwde omgeving bestaat voor een groot deel uit aardgas, via het verbranden in verwarmingsketels en kachels (Tabel 2.3). De bijdrage uit biomassa is ongeveer 4 procent en betreft het houtverbruik van huishoudens en kent een onzekerheid van 30 procent (zie ook CBS, 2019a). De aangekochte warmte en zelf opgewekte wkk-warmte betreft vooral de warmte uit stadsverwarming waarvan de ontwikkeling op korte termijn in sterke mate afhankelijk is van het weer in het stookseizoen.

Het elektriciteitsverbruik voor warmte betreft het elektriciteitsverbruik voor warmtepompen, maar ook (en op dit moment nog meer) het elektriciteitsverbruik van de pompen van de cv-ketels en elektrische warmteboilers (zie ook Tabel 2.4). Warmtepompen onttrekken warmte uit de bodem of buitenlucht voor verwarming van gebouwen. In de statistieken van Eurostat en het CBS loopt deze onttrokken warmte ook mee in de Energiebalans en komt daarom ook terug in de onderstaande tabel als onderdeel van finaal energieverbruik. De onttrokken warmte wordt berekend door het CBS op basis van de opgestelde capaciteit van de warmtepompen en kengetallen uit Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie. Deze kengetallen zijn een mix van Europese en nationale standaarden, maar de empirische basis is beperkt. De onttrokken warmte uit de omgeving door warmtepompen vertoont een structurele stijging die sinds de laatste jaren versnelt, vooral bij de woningen.

Tabel 2.3 Finaal energieverbruik voor warmte in de gebouwde omgeving in PJ

	2015	2016	2017	2018**	2019**
Aardolie	3	3	4	4	.
Aardgas	411	423	413	407	389
Zonnewarmte	1	1	1	1	1
Biomassa	17	17	17	17	17
Aangekochte warmte plus zelf opgewekte wkk-warmte	19	20	21	22	23
Elektriciteit voor warmte ¹⁾	9	9	10	11	12
Onttrokken warmte uit omgeving door warmtepompen	5	6	7	9	11
Totaal	465	480	473	471	459

Bron: CBS

¹ Het elektriciteitsverbruik voor warmte bij de diensten anders dan door warmtepompen is niet meegenomen, omdat er geen data voor zijn.

Tabel 2.4 Finaal energieverbruik voor warmte in de gebouwde omgeving 2019** in PJ

	Huishoudens	Diensten	Totaal ¹⁾
Aardolie	2	.	.
Aardgas ²⁾	274	115	389
Aardgas voor ruimteverwarming	209	.	.
Aardgas voor warm tapwater	60	.	.
Aardgas voor koken	6	.	.
Zonnewarmte	1	0	1
Biomassa	16	1	17
Aangekochte warmte plus zelf opgewekte wkk-warmte	12	11	23
Aangekochte warmte ³⁾	12	10	21
Zelf opgewekte wkk warmte	0	1	1
Elektriciteit voor warmte totaal	9	3	12
Elektriciteit voor warmtepompen	2	3	5
Elektriciteit voor elektrische warmteboilers	3	.	.
Elektrische radiatoren en elektrische vloerverwarming	0	.	.
Elektriciteit voor pompen verwarmingsketels	4	0	4
Onttrokken warmte uit omgeving door warmtepompen	5	6	11
Totaal ¹⁾	319	140	459

Bron: CBS

¹ Berekend zonder het elektriciteitsverbruik voor warmte bij de diensten

² Inclusief aardgas voor blokverwarming

³ Vooral warmte uit warmtenetten en een paar tienden PJ warmte uit door derden beheerde wkk-installaties.

Ruim 20 procent van het aardgasverbruik van huishoudens wordt gebruikt voor de bereiding van tapwater. Koken verbruikt relatief weinig gas, ca. 2 procent.

Cijfers voor de uitsplitsing van het aardgas- en elektriciteitsverbruik van huishoudens naar toepassing zijn gebaseerd op (ECN, 2013) en het doortrekken van trends. Omdat de laatste studie naar beschikbare informatie niet heel recent is, zijn deze cijfers dus relatief onzeker, maar voldoende nauwkeurig om een idee te hebben van ordegrrootte. Een uitzondering hierop is het elektriciteitsverbruik van de warmtepompen wat is overgenomen uit de CBS statistiek hernieuwbare energie welke jaarlijks een update krijgt op basis van verkochte aantallen warmtepompen. Ook hier zit echter een onzekerheid in, omdat het elektriciteitsverbruik van de warmtepompen niet gemeten

wordt, maar gebaseerd is op kengetallen die een onzekerheid kennen van enkele tientallen procenten (CBS, 2019c). Deze onzekerheid geldt ook voor het biomassaverbruik van huishoudens (CBS, 2019a). Verreweg de belangrijkste post in tabellen 2.3 en 2.4, aardgasverbruik, kent juist een relatief kleine onzekerheid, omdat deze gegevens afkomstig zijn uit analyses van CBS op integrale klantenbestanden van de netbedrijven. De methode voor cijfers over warmtelevering worden toegelicht in paragraaf 3.3.

Warmtepompen zijn één van de mogelijke opties voor de warmtevoorziening van woningen. In 2019 kwam het finaal energieverbruik van warmte door warmtepompen, bestaande uit een deel onttrokken omgevingsenergie en een kleiner deel elektriciteit, een ruime 10 PJ, overeen met ongeveer 2 procent van het totale finale energieverbruik voor warmte in de gebouwde omgeving.

2.2.3 Industrie

Het finaal energieverbruik voor warmte in de industrie verandert van jaar tot jaar als gevolg van conjunctuur en onderhoud of storingen bij grote installaties. Ook in de industrie is het verbranden van aardgas in ketels voor eigen verbruik de belangrijkste bron van verwarming. Echter, andere bronnen hebben relatief een groter aandeel in het finaal energieverbruik dan bij huishoudens. De petrochemische industrie verbrandt veel olierestgassen en de industrie gebruikt veel stoom die zelf wordt opgewekt in wkk-installaties of aangekocht van energiebedrijven (of joint-ventures), andere bedrijven of afvalverbrandingsinstallaties. De laatste jaren zijn veel joint-ventures opgeheven en zijn de betreffende installaties overgenomen door de industrie waardoor het finaal energieverbruik van stoom uit eigen wkk's weer wat stijgt. Het verbruik van kolen- en kolenproducten is stabiel en betreft vooral het verbranden van kolenrestgassen in de staalindustrie.

Biomassa is goed voor ongeveer 1 procent van het finaal energieverbruik voor warmte in de industrie. Dit betreft meestal kleine houtketels in de houtverwerkende industrie, maar ook enkele grote installaties op diverse biogene afvalstromen zoals bij de papierfabriek Parenco of verwerkers van slachtafval.

De aangekochte warmte is afkomstig uit diverse bronnen. De belangrijkste zijn aardgasgestookte warmtekrachtinstallaties. Echter, ook warmte uit olierestgassen speelt een rol.

Afvalverbrandingsinstallaties leverden in 2019 8 PJ stoom aan de industrie en ongeveer 3 PJ van de geleverde stoom kwam uit installaties die (veelal houtige) biomassa stoken.

Tabel 2.5 Finaal energieverbruik voor warmte in de industrie¹⁾ in PJ. Bron: CBS

	2015	2016	2017	2018**	2019**
Kool en koolproducten	20	21	22	23	20
Aardoliegrondstoffen en producten ²⁾	106	119	117	119	107
Aardgas	180	181	187	181	188
Biomassa	5	5	5	6	5
Aangekochte warmte plus zelf opgewekte wkk-warmte	101	98	97	90	99
Aangekochte warmte	94	86	81	75	.
Zelf opgewekte wkk warmte	7	12	16	16	.
Elektriciteit voor warmte	.	.	.	.	.
Niet biogeen afval en stoom uit chemische processen	0	0	1	1	1
Totaal	412	423	428	420	420

¹ Exclusief raffinaderijen

² Vooral restgassen uit olie. De daling in 2019 is voor een groot deel toe te wijzen aan onderhoud.

Gegevens over het elektriciteitsverbruik voor warmte in de industrie zijn zeer beperkt beschikbaar. Onlangs heeft CBS een pilot-onderzoek gedaan naar uitsplitsing van het finaal energieverbruik in enkele sectoren binnen de industrie (CBS, 2019b). Daaruit kwam naar voren dat bij basismetaalindustrie 4 procent van het elektriciteitsverbruik gebruikt wordt voor warmte. Bij tien bedrijven uit de voedingsmiddelenindustrie was dit afgerond 0 procent.

2.2.4 Landbouw

De grootste warmtevraag binnen de sector landbouw is in de glastuinbouw. Het finaal energieverbruik voor warmte in de landbouw bestaat ongeveer voor de helft uit het verbranden van aardgas in warmteketels en voor de andere helft uit warmte uit eigen aardgas gestookte wkk-installaties (Tabel 2.6). De jaarlijkse inzet van deze installaties hangt af van de marktprijzen voor elektriciteit en aardgas. De laatste twee jaar is marktsituatie voor elektriciteitsproductie uit aardgas gunstig, wat zich vertaalt in een hoge inzet van de aardgasgestookte wkk in de landbouw.

Aardwarmte en biomassaketels leveren een groeiende bijdrage aan de warmtevoorziening. In 2019 was het aandeel van deze hernieuwbare bronnen gegroeid tot boven de 10 procent. Een beperkt aantal tuinders is aangesloten op stadsverwarming, onder andere op het Rotterdamse net (B3-hoek) en het Warmtenet Breda-Tilburg.

De totale vraag naar warmte beweegt ook mee met de temperaturen in het stookseizoen, al is de temperatuurafhankelijkheid minder sterk dan in de gebouwde omgeving.

Wat niet in deze tabel staat is de warmte die vrij komt bij de belichting van de kassen. Deze wordt niet geteld als finaal energieverbruik voor warmte, omdat belichting het primaire doel is. Echter, de lampen geven ook veel warmte af.

Tabel 2.6 Finaal energieverbruik voor warmte in de landbouw in PJ

	2015	2016	2017	2018**	2019**
Aardoliegrondstoffen en producten	1	1	1	1	1
Aardgas	44	50	44	39	34
Aardwarmte	2	3	3	4	6
Biomassa	3	3	4	5	5
Aangekochte warmte plus zelf opgewekte wkk-warmte	47	43	47	48	52
Aangekochte warmte	4	4	4	4	4
Zelf opgewekte wkk warmte	43	39	43	44	48
Onttrokken warmte uit omgeving door warmtepompen	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Elektriciteit voor warmte totaal	.	.	.	.	.
Elektriciteit voor warmte warmtepompen	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Elektriciteit voor warmte overig	.	.	.	.	.
Totaal	97	100	98	97	97

Bron: CBS

3. Warmteleveringen

We geven in dit hoofdstuk eerst een beschrijving van de grote warmtenetten in paragraaf 3.1.1, vervolgens geven we in paragraaf 3.1.2 een overzicht van het aantal aansluitingen en de geleverde warmte en in paragraaf 3.1.3 schetsen we de warmtebalans van de grote warmtenetten. In paragraaf 3.2 komen de kleine warmtenetten aan bod. De optelling van grote en kleine warmtenetten geeft het totaal voor warmtenetten gericht op gebouwde omgeving (en glastuinbouw). Paragraaf 3.3 bespreekt het aantal woningen op stadsverwarming. Paragraaf 3.4 beschrijft blokverwarming en in paragraaf 3.5 wordt ingegaan op stoomleveringen aan de industrie.

3.1 Grote warmtenetten

In deze monitoring definiëren we grote warmtenetten als netten die jaarlijks meer dan 150 TJ (0,15 PJ) aan warmte leveren aan eindverbruikers. De totale warmtelevering van de grote netten is ongeveer 10 keer zo groot als de warmtelevering van de kleine netten (zie Tabel 3.1 en 3.3). CBS is, aan de hand van data uit de rendementsmonitor van de Autoriteit Consument en Markt (ACM) nagegaan of er ten opzichte van de vorige rapportage ("Warmtemonitor 2017") nog grote netten zijn bijgekomen. Dit bleek niet het geval. Wel zijn er een aantal netten aan te wijzen die na 2018 naar verwachting doorgroeien tot boven de grens van 150 TJ per jaar. Daarbij valt te denken aan de netten in Dordrecht (komt in 2020 boven de grens uit) en Leeuwarden.

Box 3.1 Toelichting woningequivalenten (weq) en verschil met aantal aansluitingen

Wanneer gesproken wordt over het aantal verbruikers op een warmtenet wordt vaak de term 'woningequivalenten' kortweg weq gebruikt. Deze term maakt het mogelijk om de warmtelevering van netten te kunnen vergelijken. Er zitten namelijk verschillende afnemers op een warmtenet en deze afnemers variëren sterk in warmteverbruik. Het warmteverbruik van grootverbruikers komt overeen met meerdere kleinverbruikers. Zo kan een kantoor bijvoorbeeld hetzelfde verbruik hebben als 50 woningen. Dit staat dan gelijk aan 50 weq. Een weq staat ongeveer gelijk aan een totaal warmteverbruik van ca. 30 GJ per jaar. Maar de verschillende warmteleveranciers hanteren hiervoor verschillende waarden en het kan dus ook 25 of 35 GJ per jaar zijn. De waarde hangt af van een aantal uitgangspunten die per leverancier (gebied) anders kunnen zijn, zoals de verhouding tussen verschillende woningtypen, welke weer invloed heeft op de gemiddelde levering per wooneenheid (woningequivalent).

De rendementsmonitor van de ACM geeft informatie over het aantal aansluitingen per warmtenet. Meestal zit er achter één aansluiting ook één eindverbruiker, maar dat hoeft niet altijd zo te zijn. Het is ook mogelijk dat er meerdere eindverbruikers achter één aansluiting zitten. Dat is bijvoorbeeld het geval bij een centrale aansluiting van appartementen en een centrale aansluiting van een bedrijfsverzamelgebouw. Daarom is het aantal aansluitingen gelijk of net wat lager dan aan het aantal eindverbruikers op een warmtenet.

Het gemiddelde verbruik per kleinverbruikersaansluiting (<100 kW) uit de rendementsmonitor in 2017 en 2018 was 26 GJ.

Nieuw is dat voor diverse grote warmtenetten zogenaamde warmte-etiketten beschikbaar zijn. Dit sluit aan op het Warmtepact tussen Milieuorganisaties en warmtebedrijven uit 2019 en sorteert ook voor op een wettelijke rapportageplicht over de duurzaamheid van warmtenetten. Op dit moment

is nog niet duidelijk welke definities precies gebruikt zijn bij het samenstellen van warmte-etiketten, onder andere bij het gehanteerde begrip restwarmte.

3.1.1 Beschrijving warmtenetten

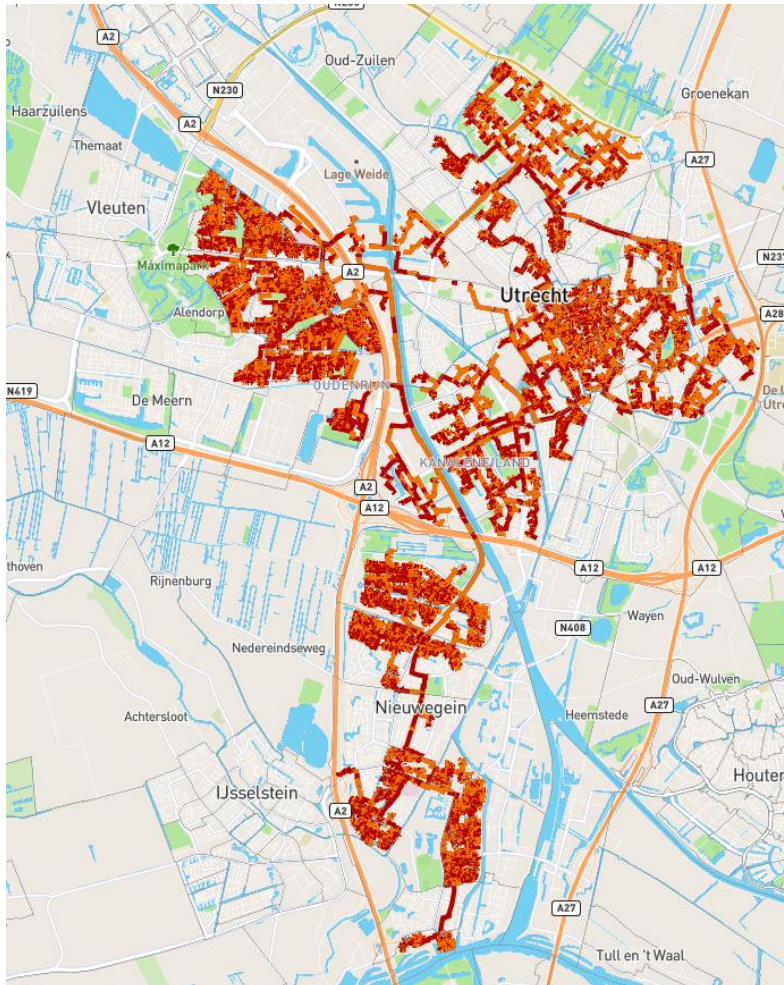
De huidige status en verwachte ontwikkelingen omtrent de grote warmtenetten worden hieronder beschreven. De beschrijvingen geven informatie over de hoofdwarmtebronnen van de warmtenetten, het totale aantal aansluitingen (groot- en kleinverbruik), totale warmtelevering, en de door de warmteleveranciers verwachte ontwikkelingen voor de komende jaren. De kwalitatieve beschrijvingen van de huidige status en de ontwikkelingen komende jaren zijn gebaseerd op uitvraag bij de warmteleveranciers in combinatie met een deskstudie. De cijfers over het aantal aansluitingen en warmtelevering tot en met 2018 zijn afkomstig van data die de ACM primair verzameld heeft bij de warmteleveranciers ten behoeve van de rendementsmonitor. CBS heeft deze data van de ACM ontvangen voor statistische doeleinden. De warmteleveranciers hebben deze cijfers geverifieerd ten behoeve van voorliggende rapportage. Voor 2019 zijn de data rechtstreeks van de warmteleveranciers ontvangen. De gepresenteerde cijfers voor de warmtelevering in 2019 zijn voorlopige cijfers. De cijfers voor 2020 en verdere jaren zijn gebaseerd op de verwachtingen van de warmteleveranciers, d.w.z. op basis van concrete plannen en geplande projecten voor komende jaren rekening houdend met overige relevante ontwikkelingen en beleid.

Utrecht

Het Utrechtse warmtenet is het oudste net in Nederland en ook een van de grootste. Het kan worden gezien als één net dat meerdere vertakkingen heeft. Het beslaat de stad Utrecht, het stadsdeel Leidsche Rijn en Nieuwegein. Eneco is de warmteleverancier en warmteproducent. In 2018 waren er in totaal 56 duizend aansluitingen en bedroeg de warmtelevering 3,0 PJ. De prognose voor 2023 is 58 duizend aansluitingen en een warmteafzet van 3,3 PJ.

De hoofdwarmtebronnen van het warmtenet zijn de aardgasgestookte elektriciteitscentrales (warmtekrachtcentrales) Lage Weide en Merwedekanaal aan weerszijde van het Amsterdam-Rijnkanaal. Vanaf medio 2019 wordt ook warmte geproduceerd door een Bio Warmte Installatie (BWI). De BWI staat naast de bestaande energiecentrale van Eneco op industrieterrein Lage Weide. Op jaarbasis kan de BWI in ca. 20% van de vraag voorzien (Eneco, 2020). Het warmtenet wordt in 2020 grotendeels gevoed met de warmte uit de twee elektriciteitscentrales, voor ca. 20% met warmte uit de BWI en de resterende vraag wordt ingevuld met gasgestookte hulpwarmtecentrales (hulpketels). Volgens de warmte-etiketten van de warmteleveranciers had dit net in 2018 een warmtemix van 92% warmtekrachtcentrales en 8% aardgasgestookte ketels (piek/tijdelijk) (Eneco, 2020d).

Er staat een tweede BWI gepland die naar verwachting vanaf 2021 eveneens 20% van de warmte gaat leveren (Eneco, 2020). De beide BWI's ontvangen SDE+ subsidie. Naast de BWI's lopen er nog een aantal andere projecten waarvan het meest concreet zijn: de warmte uitkoppeling van een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) en een geothermiebron (Eneco, 2020). Het plan voor de RWZI lijkt op dit moment het meest kansrijk, realisatie voor 2022 lijkt mogelijk (Eneco, 2020).



Figuur 3.1 Het warmtenet in Utrecht

De visie voor komende jaren is dat het aandeel warmtelevering met de elektriciteitscentrales (STEGs) en hulpketels zal afnemen, de twee biomassawarmtecentrales (BWI's) samen 40% van de warmte zullen gaan leveren en de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) een kleiner aandeel (ca. 10%). De inzet van de BWI's is volgens plan tijdelijk van aard. Richting 2030 en verder neemt het gebruik van de BWI's verder af en zal deze capaciteit flexibel worden ingezet, en komen er steeds meer verschillende bronnen bij waaronder geothermie en power-to-heat (elektrode boilers en warmtepompen). Daarnaast zullen meerdere warmtebuffers worden ingezet. Een verdere toelichting op de visie voor het Utrechtse warmtenet is te vinden in de Eneco routekaart voor verduurzaming van de warmteproductie (Eneco, 2018).

Rotterdam, Hoogvliet en Capelle aan den IJssel

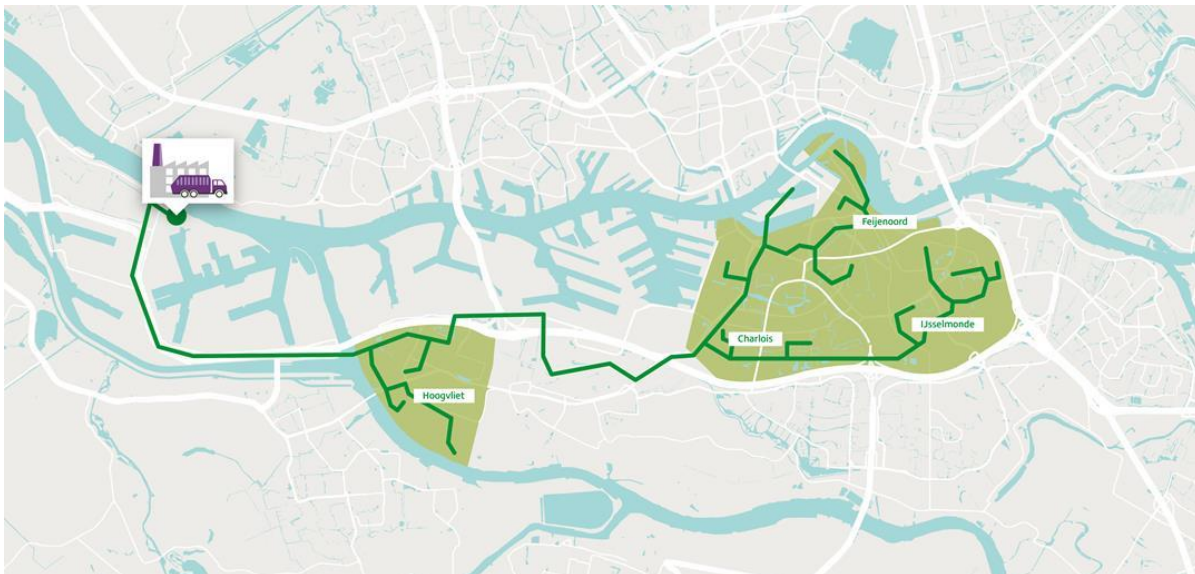
In Rotterdam liggen er warmtenetten aan de noord- en de zuidkant van de Maas (zie Figuur 3.2 en Figuur 3.3). Eneco is de warmteleverancier en de eigenaar van de netten aan de noordkant van de Maas inclusief Capelle aan den IJssel en een klein deel van de zuidkant (o.a. de Wilhelmina pier). Vattenfall is de warmteleverancier aan de zuidkant van de Maas inclusief Hoogvliet.

Sinds het vierde kwartaal van 2013 verzorgt Warmte Bedrijf Rotterdam (WBR) via 'De Nieuwe Warmteweg', een hoofdwarmtetransportleiding met een lengte van 26 km, de levering vanuit de afvalenergiecentrale AVR Rozenburg aan Hoogvliet, Rotterdam Zuid, Rotterdam Noord en Capelle aan den IJssel. Eind 2014 kwam er in Rotterdam een nieuwe hoofdtransportleiding bij: de 'Leiding

over Noord'. Deze leiding maakte het mogelijk om de bestaande netten aan de noordkant van de Nieuwe Maas te voorzien van warmte uit de AVR. Bij de AVR staan drie typen installaties die warmte kunnen leveren: een afvalverbrandingsinstallaties, een biomassa-wkk en installatie voor de verwerking van industrieel afvalwater (AVR, 2020). De Leiding over Noord loopt vanaf de AVR Rozenburg tot het nieuwe 'WarmteStation Galileïstraat' (WSG), welke warmte (door)levert aan Rotterdam en tevens als buffer, hulpketel en boosterstation fungeert. De Leiding over Noord heeft een lengte van bijna 17 kilometer. Eneco is vanaf oktober 2014 warmte gaan afnemen van de AVR, terwijl Vattenfall dit is blijven doen via het Warmte Bedrijf Rotterdam (WBR). Behalve de AVR levert de RoCa-centrale, een gasgestookte centrale (STEG) van Uniper aan de Capelseweg, warmte aan het warmtenet. De Roca wordt in Rotterdam en Capelle aan den IJssel voornamelijk ingezet als hulpketel en levert slechts een zeer beperkt deel van de warmte. De RoCa-centrale levert ook warmte aan afnemers in de B3-hoek (zie stukje over B3-hoek). Verder zijn er in Rotterdam op meerdere plekken hulpketels op aardgas en warmtebuffers aanwezig. Volgens het etiket had het Eneco net in 2018 een warmtemix van 52% AVI, 23% restwarmte, 13% biomassa, 7% gascentrale (RoCa) en 6% gasgestookte ketels (piek/tijdelijk) (Eneco, 2020d). De restwarmte komt van de installatie van AVR voor het verwerken voor industrieel afvalwater en/of van de Shell Raffinaderij. Volgens het warmte-etiket van Vattenfall had het net van Vattenfall in 2019 een warmtemix van 80% AVI, 18% restwarmte en 2% gasgestookte ketels (piek/tijdelijk) (Vattenfall, 2020e). De restwarmte van Vattenfall betreft de warmte die wordt geleverd door de raffinaderij van Shell Pernis.



Figuur 3.2 Warmtenet van Eneco in Rotterdam



Figuur 3.3 Warmtenet van Vattenfall in Rotterdam

Het warmtenet van Eneco in Rotterdam telde 50 duizend aansluitingen in 2018 en de warmteafzet bedroeg circa 3,2 PJ. Voor 2023 prognosticeert Eneco 54 duizend aansluitingen en een toename van de warmteafzet naar 3,3 PJ.

In 2018 had het warmtenet van Vattenfall 5,2 duizend aansluitingen en werd in totaal 0,2 PJ warmte geleverd. In de toekomst zal het warmtenet in Rotterdam-Zuid verder worden verdicht, vooral door een toename van het aantal aansluitingen in de bestaande bouw. Voor 2023 verwacht Vattenfall ca. 9 duizend aansluitingen en een warmteafzet van 0,4 PJ.

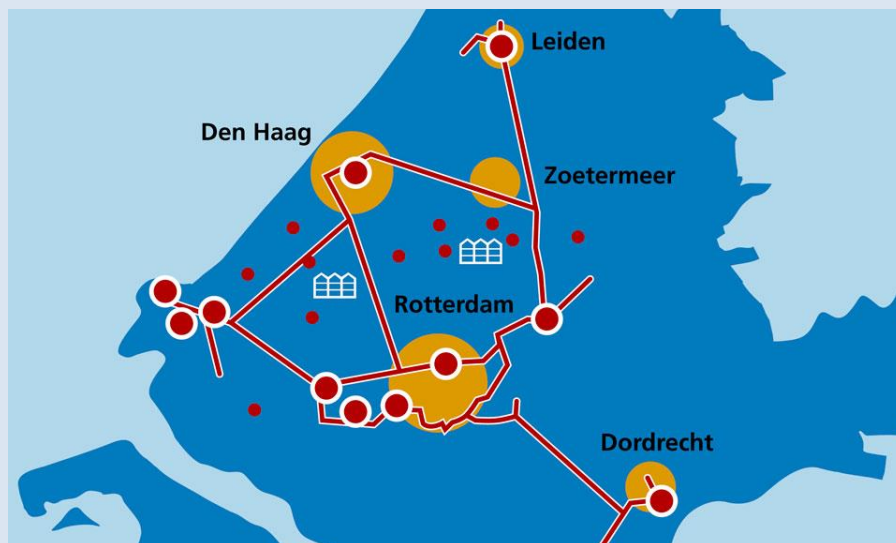
Box 3.2 Warmtetransportnetten Zuid-Holland

In de toekomst wordt het warmtenet van Rotterdam naar verwachting verder uitgebreid in het kader van het regionale project “Warmterotonde Zuid-Holland”. Dit project beoogt de realisatie van een ringnet van leidingen die warmtebronnen in de Rotterdamse haven verbindt met afnemers zoals woningen en gebouwen in Zuid-Holland, maar eveneens de glastuinbouw in het Westland (Provincie Zuid-Holland, 2019; Programmabureau Warmte Koude Zuid-Holland, 2020). Vijf partijen, Havenbedrijf Rotterdam, Gasunie, Provincie Zuid-Holland, Eneco en Warmtebedrijf Rotterdam (WBR), hebben hiervoor een intentieverklaring getekend en werken hier samen aan, onder de naam Warmtealliantie Zuid-Holland (Port of Rotterdam, 2017).

De warmtenetten in de steden Rotterdam, Den Haag, Delft, Leiden en Dordrecht kunnen aan elkaar worden gekoppeld tot een groot warmtenet waarop diverse duurzame en industriële restwarmtebronnen worden aangesloten. Nu leveren de AVR, en sinds 2018 ook de raffinaderij van Shell Pernis (via WBR), warmte aan het warmtenet, maar in de toekomst kunnen ook andere bedrijven in het Rotterdamse havengebied hun restwarmte gaan invoeden. Om dit mogelijk te maken is eerst een uitbreiding van het transportnetwerk richting de restwarmte bronnen nodig. Na 2026 zullen er naar verwachting meerdere bronnen in het havengebied warmte aan het warmtenet kunnen gaan leveren (Eneco, 2020). In de eerste fase van de warmterotonde worden naar verwachting Den Haag en Delft aangesloten.

Voor de koppeling met Den Haag waren er aanvankelijk twee opties. De eerste was om Den Haag van warmte te voorzien door een warmteleiding vanaf de Maasvlakte naar Den Haag te realiseren (zie Figuur 3.5). Deze leiding wordt ook wel de 'Leiding over West' genoemd. De tweede optie was de 'Leiding over Midden' om Den Haag in verbinding te stellen met de Rotterdamse haven (zie Figuur 3.5). Er is inmiddels gekozen voor de Leiding over Midden. Eneco verwacht dat in 2023 de Leiding door het Midden aangelegd is en warmte zal leveren (Eneco, 2020). In 2019 heeft Gasunie het project Leiding door het Midden overgenomen van Eneco. De Leiding door het Midden maakt het straks mogelijk restwarmte uit de haven te leveren aan afnemers in Den Haag, Delft, Rotterdam, Schiedam, Vlaardingen. Het gaat hierbij met name om restwarmte vanuit de industrie. Gasunie noemt het tracé de WarmteLinQ. Een kaart van het tracé en wat informatie over de aanleg is te vinden via de site WarmteLinQ.

Verder staat de aanleg van een warmteleiding (door WBR) vanuit Rotterdam Zuid naar Leiden op de agenda. Deze warmteleiding wordt de 'Leiding over Oost' genoemd (zie ook stukje over Leiden). Een 43 kilometer lange warmtetransportleiding uit Rotterdam zou het warmtenet in de Leidse regio aan deze 'havenwarmte' gaan koppelen. Rotterdam (WBR) wordt vanaf dat moment de nieuwe warmteproducent voor regio Leiden. Vattenfall blijft in deze nieuwe situatie verantwoordelijk voor de distributie en levering van de warmte aan klanten. Momenteel is duidelijk dat aanleg van de leiding over Oost vertraging oploopt. De leiding is minstens enkele jaren vertraagd zo luidt de verwachting. Ter overbrugging van de periode is een contract getekend met Uniper voor (tijdelijke) warmtelevering uit de WKC Leiden (Vattenfall, 2020).



Figuur 3.4 Warmterotonde Zuid-Holland (URL: westlanders.nu)

B3-hoek: Bleiswijk, Bergschenhoek en Berkel en Rodenrijs

Het warmtenet van de B3-hoek beslaat het tuinbouwgebied tussen Bergschenhoek, Berkel en Rodenrijs en Bleiswijk, gelegen in de gemeente Lansingerland. De B3-hoek is eenzijdig verbonden met het net van Rotterdam: er stroomt uitsluitend warmte van Rotterdam naar de B3-hoek en niet andersom. Voor de duidelijkheid worden de netten in Rotterdam en B3-hoek afzonderlijk beschouwd voornamelijk omdat de B3-hoek enkel uit (groot)zakelijke verbruikers bestaat. Eneco en de gemeenten beschouwen deze netten ook als afzonderlijke netten.

In de B3-hoek zijn er circa 100 aansluitingen op het warmtenet en dit aantal is min of meer constant over afgelopen jaren. De warmtelevering aan deze aansluitingen bedroeg 1,8 PJ in 2018. De warmte wordt uitsluitend geleverd aan grootzakelijke verbruikers. Het warmtenet wordt van oudsher gevoed met warmte van de RoCa-centrale van Uniper. Vanaf 2016 krijgt het net ook een deel (ca 20%) van de warmte vanuit de AVR Rozenburg. Naast de RoCa-centrale en AVR wordt sinds 2018 een beperkt deel (ca 5%) van de warmte geproduceerd met biomassa-ketels in Bleiswijk. Tot slot zijn er hulpketels. In 2019 is een deel van de B3-Hoek afgesplitst en gekoppeld aan een geothermiebron (Eneco, 2020). Eneco is hier nog wel de leverancier, maar deze levering is hier niet meegenomen in de cijfers. Volgens de warmte-etiketten van de warmteleveranciers had dit net in 2018 een warmtemix van 67% gascentrale, 14% AVI, 6% biomassa en 13% gasgestookte ketels (piek/tijdelijk) (Eneco, 2020d).

Voor 2023 verwacht Eneco dat er 100 aansluitingen zullen zijn en 2,0 PJ warmtelevering.

Er is recentelijk een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd of warmte uit Uniper's Roca-centrale naar de Zuidplaspolder brengen technisch haalbaar is (Greenport Westholland, 2020). Het tuindersgebied Zuidplaspolder, onderdeel van de Greenport Westholland kan in de toekomst dan warmte van de Roca krijgen. Dit plan zit nog in de haalbaarheidsstudie-fase (Eneco, 2020). Uitbreiding naar Zuidplaspolder zou een significante groei betekenen voor dit net.

Er wordt verder gekeken of het centrale warmtenet met enkele producenten en een veelvoud aan afnemers te transformeren is naar een decentraal 'Warmteweb' met een veelvoud aan afnemers en producenten. Door middel van een Warmteweb wil Eneco de leveringscapaciteit aanvullen met warmte afkomstig uit wkk's en warmtebuffers van de tuinders. Er loopt momenteel een pilotproject met een dagmarkt voor warmtelevering door enkele tuinders. Verdere uitrol hiervan wordt verwacht vanaf 2021 (Eneco, 2020).



Figuur 3.5 Warmtenet in de B3-hoek

Den Haag

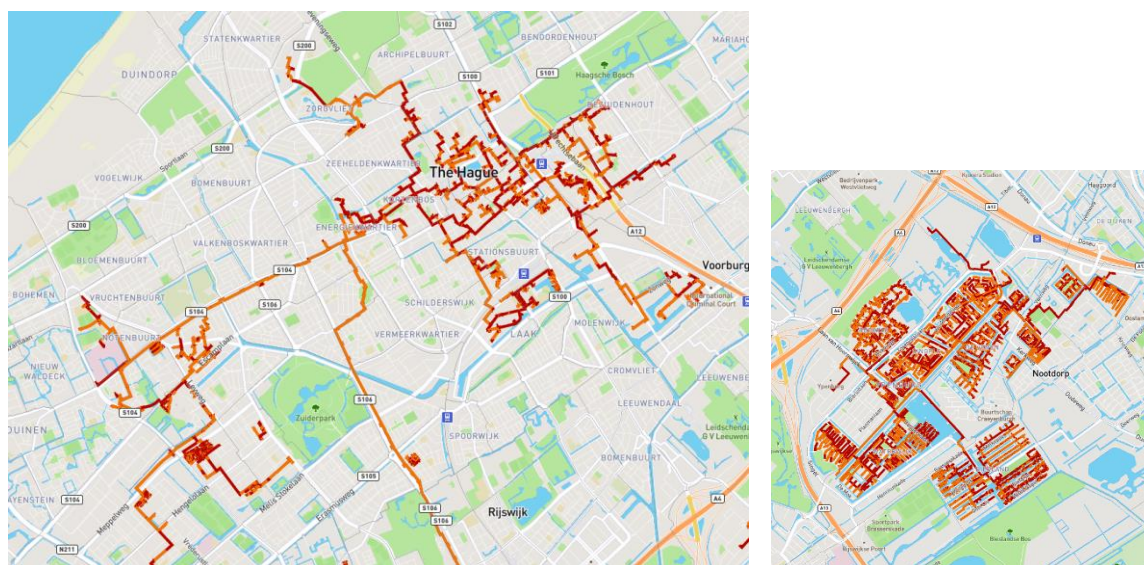
Het Haagse warmtenet is in eigendom van Eneco en wordt momenteel gevoed door de gasgestookte STEG centrale van Uniper in Den Haag. Daarnaast zijn er aardgasgestookte hulpketels. Volgens de warmte-etiketten had dit net in 2018 een warmtemix van 59% WKC, 23% restwarmte en 18% gasgestookte ketels (piek/tijdelijk) (Eneco, 2020d). De restwarmte is ook warmte afkomstig uit de warmtekrachtcentrale.

In 2018 waren er circa 6.300 aansluitingen en leverde het warmtenet 1,1 PJ warmte. Van de totale warmteafzet is ca. 90% bestemd voor zakelijke afnemers. Eneco verwacht dat het aantal aansluitingen in het Haagse warmtenet zal groeien naar circa 14 duizend in 2023. De totale warmtelevering zal naar verwachting toenemen naar 1,3 PJ. Het aantal aansluitingen groeit dus relatief hard, maar de geleverde warmte groeit veel minder hard. Het aantal aansluiting groeit harder dan de warmtelevering, omdat nieuwe aansluitingen nu vooral nieuwbouwwoningen zijn.

Momenteel speelt in de gemeente Den Haag de situatie dat de warmteleverancier heeft aangegeven dat haar centrale economisch niet meer interessant is voor elektriciteitsproductie. Daarmee komt de warmtelevering in het gedrang. Om deze reden is er gezocht naar alternatieve bronnen. De komende jaren wordt naar verwachting de Leiding door het Midden (LdM) gerealiseerd wat Den Haag in

verbinding stelt met het warmtenet in Rotterdam (zie ook Box 3.2). Eneco verwacht dat in 2023 de LdM aangelegd is en warmte zal leveren (Eneco, 2020). Welke warmtebronnen in het Rotterdamse havengebied de warmte zullen gaan leveren aan Den Haag staat momenteel nog niet vast (Eneco, 2020). De huidige STEG zal komende jaren warmte blijven leveren aan het net. De inzet daalt naar verwachting zodra alternatieven beschikbaar komen. Eneco inventariseert momenteel in hoeverre de groeiende vraag ingevuld kan worden met in Den Haag lokaal beschikbare duurzame bronnen inclusief de STEG, en eventueel, hulpketels (Eneco, 2020).

In Den Haag (en Delft) wordt momenteel vol ingezet op lokale duurzame bronnen. Dit is met name Geothermie, TEO (aquathermie uit oppervlaktewater), TEA (aquathermie uit afvalwater) en warmteproductie met de RWZI (Eneco, 2020). Een concreet voorbeeld van geothermie is de HAL (Haagse Aardwarmte Leyweg) centrale voor aardwarmte aan de Leyweg in Den Haag Zuidwest. HAL werkt hierbij samen met de gemeente Den Haag, Eneco en Uniper. Het aantal aansluitingen op het HAL warmtenet (momenteel boven de duizend) is groeiende. Verschillende nieuwbouwprojecten zullen komende tijd worden aangesloten (Eneco, 2020). Er wordt op dit moment nog geen aardwarmte geleverd, omdat de bron nog niet operationeel is. De bron gaat naar verwachting (ca 70 TJ) warmte leveren vanaf eind 2020 (Eneco, 2020). De ambitie is om het aantal aansluitingen op het HAL net te laten groeien richting 4.000 nieuwbouw en bestaande woningen (Haagse Aardwarmte Leyweg, 2017). De gemeente is daarnaast van plan om er op termijn meerdere (circa drie) geothermiecentrales bij te laten bouwen voor warmtelevering aan woningen en gebouwen (Gemeente Den Haag, 2018). Verschillende aanvragen voor opsporingsvergunningen zijn gedaan, waaronder een gezamenlijke van Uniper, Eneco en HAL voor geothermische warmte op het Constant Rebequeplein in Den Haag (locatie van de Uniper centrale in Den Haag) (Eneco, 2020).



Figuur 3.6 Het Warmtenet in Den Haag en het (aparte) warmtenet in Ypenburg/Nootdorp (rechts)

Den Haag - Ypenburg

Ypenburg is een wijk in Den Haag en heeft een warmtenet dat niet gekoppeld is aan het oudere net in Den Haag. Het warmtenet Ypenburg levert warmte aan Ypenburg en Nootdorp en wordt gevoed door de aardgasgestookte wkk Ypenburg. Zowel het warmtenet als de warmtekrachtcentrale, welke vanaf 1999 in bedrijf is, zijn eigendom van Eneco. Daarnaast zijn er aardgasgestookte hulpketels.

Er staat sinds 2020 een elektrode boiler in Ypenburg (Eneco, 2020b, c). Een elektrode boiler is in essentie een elektrische boiler die elektriciteit omzet naar warmte. In Ypenburg draait deze op duurzame elektriciteit uit wind en zon en levert deze op momenten wanneer deze elektriciteit beschikbaar is. De installatie heeft een thermisch vermogen van 12MWth en levert op jaarbasis 21 TJ warmte (Eneco, 2020b, c).

In 2018 waren er ruim 10 duizend aansluitingen op dit warmtenet en werd 0,3 PJ warmte geleverd. Eneco verwacht dat het aantal aansluitingen en de warmteafzet tot en met 2023 (vrijwel) gelijk zullen blijven.

De wkk centrale zal op den duur niet meer als hoofdwarmtebron ingezet gaan worden voor dit net. Volgens Eneco zal de centrale in de toekomst aanvullend gaan zijn op een nog te ontwikkelen geothermische bron. Dit is momenteel in onderzoek (Eneco, 2020).

Amsterdam Zuid en Oost incl. Amstelveen

In Amsterdam Zuid en Oost en de Zuidas bevindt zich een groot warmtenet (Figuur 3.7). Vattenfall is de warmteleverancier en eigenaar van het warmtenet. De Diemercentrale (aardgas warmtekrachtcentrale/WKC), die gebruik maakt van een grote warmtebuffer, levert warmte aan de stadsdelen Zuideramstel/Zuidas, Buitenveldert, Stadionbuurt, Zuidoost, Amstelkwartier, De Omval, IJburg en Zeeburgereiland. Ook wordt warmte geleverd aan afnemers in Diemen, Amstelveen en Almere. De Diemercentrale is de hoofdbron. In Amsterdam Zuid en Oost staan op een viertal locaties Hulp Warmte Centrales (HWC's) met aardgasgestookte ketels die een beperkt deel van de warmte leveren. Volgens de warmte-etiketten van de warmteleveranciers had het Vattenfall net in 2019 een warmtemix van 98% WKC en 2% gasgestookte ketels (piek/tijdelijk) (Vattenfall, 2020e). Het etiket voor Amsterdam ZO is exclusief de kleine wkk netten (meer toelichting op deze kleine WKK wkknetten volgt verderop). Het aandeel hulpketels is laag door zachte winters en de hoofdbron heeft een optimale beschikbaarheid voor energieproductie door goede "sparkspread" (verschil gasprijs en elektriciteitsprijs) en een grote warmtebuffer.

Eneco is warmteleverancier in Amstelveen. De warmtelevering aan Amstelveen bedraagt circa 5% van de totale warmtelevering door dit net (exclusief warmtelevering aan Almere). Ook Almere ontvangt warmte van Vattenfall vanuit de Diemercentrale maar wordt in dit rapport als een apart net beschouwd.

Voor het centrum, de Stationsbuurt en delen van Diemen is Vattenfall ook de warmteleverancier. Deze netten zijn echter niet fysiek verbonden met de Diemercentrale maar worden voorzien van warmte door kleinschalige aardgasgestookte wkk's in combinatie met hulpketels. Deze netten zijn niet meegenomen in de in dit rapport getoonde cijfers voor het warmtenet Amsterdam Zuid en Oost. Vattenfall is gestart om deze kleine wkk netten geleidelijk aan de sluiten op de grote warmtenetten in Amsterdam, zodat de kleine wkk installaties vervolgens uit bedrijf genomen kunnen worden. Inmiddels is het gebied Oostelijke Eilanden aangesloten op het warmtenet van de Diemercentrale. Vattenfall verwacht dat dit nog doorloopt gedurende komende jaren en dat er zowel wordt aangesloten op de Diemercentrale als op het warmtenet van West Poort Warmte

(WPW) in Amsterdam Noord- en West (Vattenfall, 2020). Echter, ook op andere locaties wordt het warmtenet in Amsterdam Zuid en Oost verder uitgebreid.

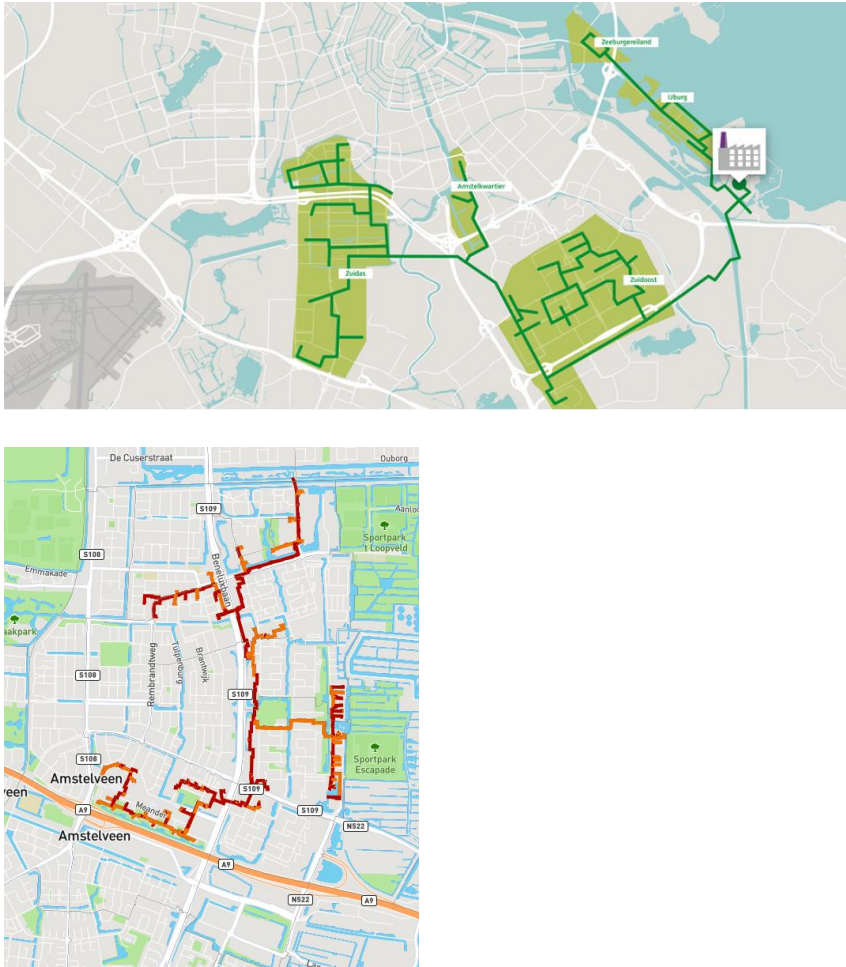
Een van de huidige projecten is de 'Kleine Ring' of 'South Connection'. Dit is de verbinding van het warmtenet van de Diemercentrale aan dat van Westpoort Warmte (in Amsterdam Noord en West). Hiermee kan er meer warmte uit afvalverbranding in worden gezet voor het warmtenet en wordt een hogere totale broncapaciteit (potentiele warmteleveringscapaciteit) gerealiseerd. Daarmee kan het aantal aansluitingen de komende jaren verder groeien. Naar verwachting is deze koppeling in 2021 gereed (Vattenfall, 2020). Onderdeel in dit project is de realisatie van een grote HWC (hulpwarmtecentrale). De HWC kan zowel in de piek- als back-up warmte voorzien van Westpoort Warmte en Amsterdam Zuid en Oost. De fysieke koppeling van de warmtenetten bevindt zich in het HWC gebouw. Voordat de koppeling zover is wordt er in 2020 eerst een TWC (tijdelijke warmte centrale) in bedrijf genomen. De Kleine Ring is onderdeel van de ontwikkeling van een regionaal warmtenet in de Metropoolregio Amsterdam (zie toelichting in Box 3.3).

Er is een plan voor de bouw van een biomassacentrale in Diemen. De verwachting is dat deze in de tweede helft van 2023 operationeel is (Vattenfall, 2020). De grootte van de centrale is 100 MWth. Naar schatting kan deze biomassacentrale zo'n 35% van de totale warmtevraag van het Diemercentrale net (inclusief Almere) leveren. De huidige WKC-centrales Diemen 33 en Diemen 34 zullen dan samen met deze nieuwe centrale de warmte gaan leveren voor het net, aangevuld met hulpwarmtecentrales voor piek- en onderhoudsmomenten. De inzet van de biomassacentrale is tijdelijk van aard en moet gezien worden als een tussenstap op weg naar een duurzaam warmtenet (Vattenfall, 2020c). Voorgaande is echter nog onzeker. Vanwege de maatschappelijke discussie over biomassa heeft Vattenfall de hiervoor genoemde plannen voorlopig in de ijskast gezet¹. Vattenfall verwacht een definitief besluit te kunnen nemen na volgend jaar zomer, ondertussen blijven ze wel doorwerken aan de voorbereidingen voor dit project. Duurzame bronnen waarop wordt ingezet op langere termijn zijn geothermie, aquathermie, waterstof (H₂) inzet in de WKC's en restwarmte uit datacenters. Zodra deze bronnen beschikbaar komen zal de rol van biomassa kleiner worden.

De mogelijkheden voor warmtelevering met datacenters en aquathermie worden momenteel verkend. Het zijn mogelijke bronnen voor 2025 of later (Vattenfall, 2020c). Volgens Vattenfall zijn er al eerste plannen, maar is vooralsnog de mogelijke bijdrage aan de warmtelevering moeilijk in te schatten (Vattenfall, 2020).

In 2018 had het grote warmtenet in het gebied Amsterdam Zuid en Oost inclusief het warmtenet in Amstelveen 19 duizend aansluitingen en werd 1,7 PJ warmte geleverd. De prognose voor het warmtenet is 32 duizend aansluitingen en 2,2 PJ warmtelevering in 2023. Dit is gebaseerd op een uitbreiding van het aantal aansluitingen bij nieuwbouwwoningen, bestaande bouw en het koppelen van de kleinschalige netten in de bestaande bouw die nu een wkk als bron hebben.

¹ <https://nos.nl/artikel/2338467-vattenfall-zet-plan-voor-biomassacentrale-voorlopig-in-de-ijskast.html>



Figuur 3.7 Het warmtenet van de Diemercentrale in Amsterdam Zuid en Oost. Het gearceerde deel geeft het leveringsgebied van Vattenfall aan. De onderste afbeelding toont het warmtenet in Amstelveen.

Amsterdam Noord en West

In de regio Amsterdam Noord en West wordt warmte geleverd door warmtebedrijf Westpoort Warmte.. Dit is een samenwerkingsverband (joint venture) tussen Afval Energie Bedrijf Amsterdam (AEB), waarvan gemeente Amsterdam de eigenaar is, en Vattenfall. Westpoort Warmte levert warmte aan de gebieden Westpoort, Nieuw-West, Noord en Houthaven. Ook de nieuwbouw op het Zeeburgereiland, gelegen aan de oostkant van de stad krijgt warmte van Westpoort Warmte. De hoofdwarmtebron van dit net is echter de Diemercentrale van Vattenfall. De Orgaworld Greenmills installatie levert warmte aan het warmtenet welke verkregen wordt door verbranding van biogas (bedoeld voor de opwek van elektriciteit en warmte) in een anaerobe vergistingsfabriek (Orgaworld, 2019).

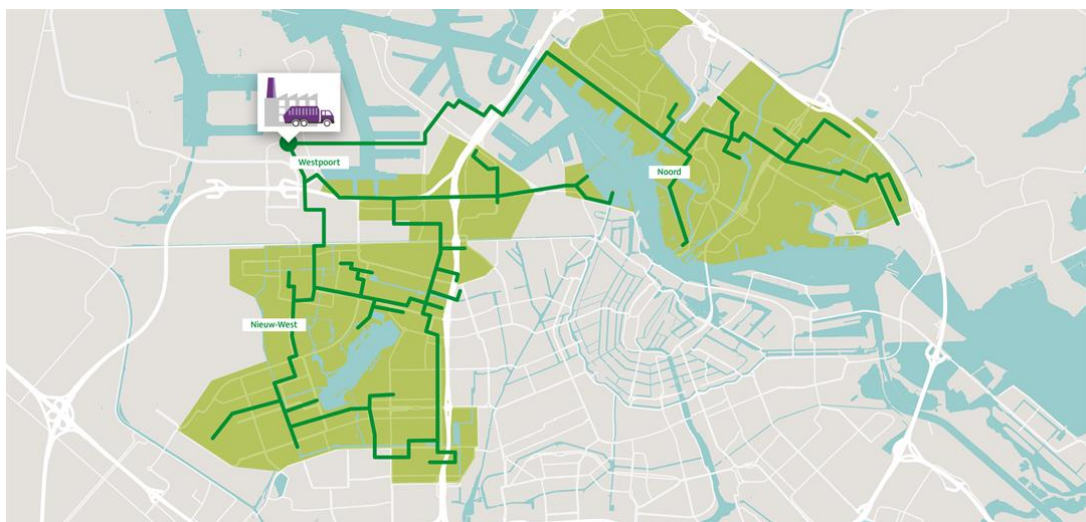
In 2019/2020 is er een biovergassingsinstallatie van Bio Energy Netherlands bijgekomen, welke staat op het terrein van AEB Amsterdam. De installatie draait op resthout en heeft een capaciteit van 10 MW, waarvan 80% wordt ingezet voor warmte en 20% voor elektriciteit². Deze installatie is nog niet in bedrijf en levert dus momenteel nog geen warmte aan het net. In bedrijf name is voorzien voor medio 2020 (Vattenfall, 2020).

² <https://bioenergynetherlands.nl>

Daarnaast wordt in opdracht van AEB een nieuwe bio-energiecentrale gebouwd, de 'AEB BEC', waarin hout verbrand gaat worden om warmte te produceren. AEB BEC krijgt een vermogen van 32 MWth en daarnaast een elektrisch vermogen van 8 MWe. Naar verwachting zal de centrale vanaf de tweede helft van 2020 warmte gaan leveren aan het net (Vattenfall, 2020).

In de maanden juni-oktober 2019 hebben de verbrandingslijnen van AEB grotendeels stilgelegen vanwege organisatorische problemen. Er is uit voorzorg back-up capaciteit (100 MWth) opgesteld in de vorm van diesel units. Deze hebben alleen in test-bedrijf gerund. Alle warmte kon nog steeds geleverd worden vanuit de AVI, ook toen er (tijdelijk) maar 2 AVI-verbrandingslijnen beschikbaar waren (Vattenfall, 2020). Het uit bedrijf nemen van de verbrandingslijnen van de AVI viel grotendeels buiten het stookseizoen (periode met een lagere warmtevraag). Er was nog voldoende capaciteit vanuit AEB beschikbaar (Vattenfall, 2020).

Volgens het warmte-etiket van Vattenfall had dit net in 2019 een warmtemix van 94% AVI, 2% gasgestookte ketels (piek/tijdelijk) en 4% elektriciteitscentrale (Vattenfall, 2020e). Deze elektriciteitscentrale betreft de levering van de Diemercentrale aan Zeeburgereiland. Orgaworld maakt in het etiket onderdeel uit van de AVI warmte.



Figuur 3.8 Het warmtenet van Westpoort Warmte in Amsterdam Noord en West. Het gearceerde deel geeft het leveringsgebied van Vattenfall aan.

In 2018 waren er 15 duizend aansluitingen en bedroeg de warmteafzet 0,9 PJ. De verwachting is dat er in 2023 28 duizend aansluitingen op het warmtenet zullen zijn en dat de warmtelevering dan 1,4 PJ bedraagt. De groei komt naar verwachting met name door aansluiting van bestaande bouw.

Een van de uitbreidingsgebieden voor dit net op langere termijn is het gebied Amsterdam Noord met als doel om 20.000 huishoudens op het net van de AEB te hebben aangesloten in 2030. Daartoe is in het project Noorderwarmte een warmtetransportleiding (16 km) aangelegd om daarmee warmtelevering vanuit o.a. de AVI van het AEB mogelijk te maken naar Amsterdam Noord (Vattenfall, 2020d). Het betreft zowel bestaande bouw als nieuwbouw.

Almere

Almere heeft een warmtenet waarvan Vattenfall de eigenaar, producent en leverancier is (Figuur 3.9). Door middel van een 8,5 km lange transportleiding, die onder het IJmeer doorgaat, wordt er

warmte getransporteerd vanuit de Diemercentrale (aardgas WKC) naar Almere Poort, Almere Stad en Almere Noorderplassen. In Almere staan op een tweetal HWC locaties aardgasgestookte hulpketels. Op het terrein van de Diemercentrale staat eveneens een grote warmtebuffer. Deze buffer neemt de warmtelevering over als de centrale tijdelijk uit staat bijvoorbeeld in geval van lage elektriciteitsprijzen bij veel beschikbare elektriciteit uit hernieuwbare bronnen zoals wind en zon.

In de wijk Noorderplassen West levert een zonnecentrale, welke bestaat uit 520 grondgebonden zonnecollectoren met een totaal oppervlak van 7000 m², warmte (CBS en TNO, 2019). De jaarlijkse warmtelevering komt overeen met de warmtelevering aan ongeveer 300 woning-equivalenten. De zonnecentrale is daarmee goed voor levering van ca. 10% van de warmtevraag van de wijk Noorderplassen West.

Volgens de warmte-etiketten van de warmteleveranciers had dit net in 2019 een warmtemix van 96% WKC, 4% gasgestookte ketels (piek/tijdelijk) en 0,3% zonnewarmte (Vattenfall, 2020e).



Figuur 3.9 Het warmtenet in Almere. Het gearceerde deel geeft het leveringsgebied van Vattenfall weer.

In 2018 had het warmtenet 51,6 duizend aansluitingen en werd in totaal 1,9 PJ warmte geleverd. Het warmtenet is de laatste jaren gegroeid in aantal aansluitingen, vooral vanwege nieuwbouw in Almere Poort. In Almere omvat de aansluiting van bestaande bouw op het warmtenet tot nu toe grotendeels enkele appartementencomplexen in Almere Stad. Er is zicht op de aansluiting van meer nieuwbouw in Almere Poort, en op nieuwbouw op het terrein van de Floriade, die vanaf 2022 in Almere (bij het Weerwater) zal worden gehouden (CBS en TNO, 2019). Dit kunnen deels ook lokale duurzame netten worden. Voor 2023 is de projectie 57 duizend aansluitingen met een warmteafzet van 2,0 PJ.

Vattenfall overweegt om een biomassacentrale van 100 MWth te laten bouwen op locatie van de Centrale Diemen voor de levering van warmte aan Amsterdam en Almere (laatste nieuws is dat dit stil ligt, zie toelichting bij stukje over Amsterdam Zuid en Oost). Voor de verdere toekomst overweegt Vattenfall verder om waterstof (H₂) als brandstof in te gaan zetten in de warmtekrachtcentrales en/of hulpwarmtecentrales en om geothermie en restwarmte uit datacenters in te gaan zetten.

Door Vattenfall wordt ten behoeve van de verdere verduurzaming onderzoek gedaan naar de mogelijkheid voor zogenaamde hybride warmtenetten. Dit is een vorm van levering waarin het bestaande hoge temperatuur warmtenet en een warmte-koude-opslag (WKO) systeem worden gecombineerd³ (Vattenfall, 2020). Deze combinatie van systemen komt vooral goed tot zijn recht als de warmtevraag hoger is dan de koude vraag, veelal woningbouwprojecten met, al dan niet, een deel utiliteit. De WKO wordt daarbij uitgelegd op de koude behoefte, de warmte van de WKO wordt daarbij ingezet voor ruimteverwarming en voorverwarming voor tapwater, aangevuld met restwarmte uit het bestaande stadswarmtenet. Regeneratie van de WKO bron is door de grotere warmte- dan koudebehoefte en door de aanwezige energiebalans tussen de warme en koude bron niet nodig. De warmtapwatervraag wordt ook geleverd door het bestaande stadswarmtenet, individuele warmtepompen in de woningen, om tapwater van 60°C te maken, zijn daardoor niet nodig.

³ <https://www.vattenfall.nl/producten/stadsverwarming/co2-reductie/almere/>

Box 3.3 Warmtenet Metropoolregio Amsterdam (MRA)

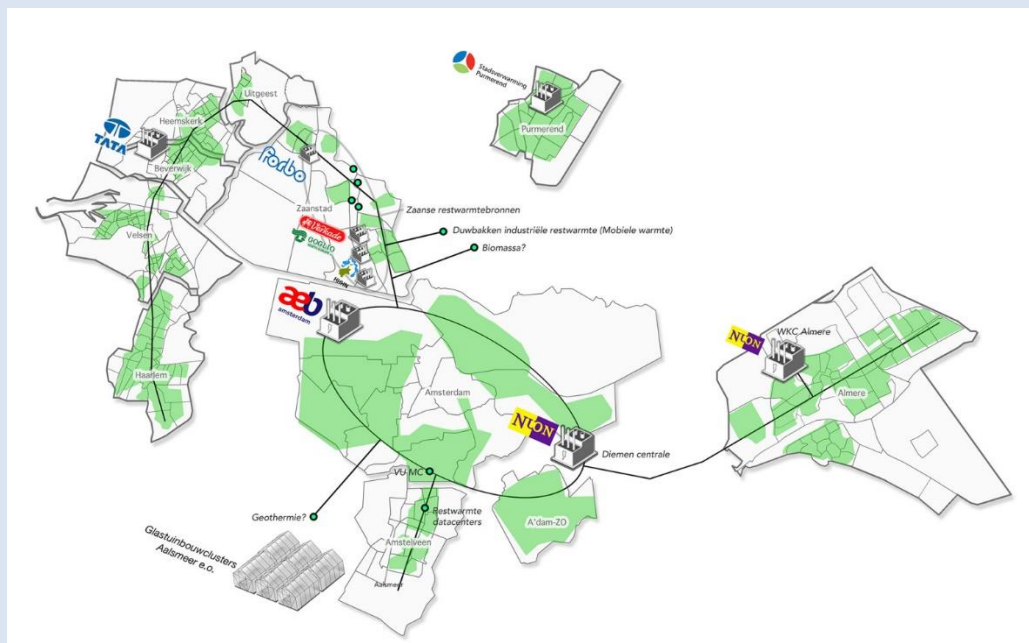
In de Warmtevisie van gemeente Almere wordt de samenwerking met de Metropool Regio Amsterdam (MRA) als belangrijk gezien in de toekomstige verduurzaming van het warmtenet (Warmtevisie Almere, 2017). De verduurzaming van het net in Almere gaat hand in hand met de ontwikkelingen in de MRA, en op de korte termijn in het bijzonder de ontwikkelingen in Amsterdam Zuid en Oost.

Het uiteindelijke doel van het programma van de MRA is een grootschalige regionale hoofdinfrastructuur voor warmte te realiseren, van IJmuiden tot Almere en van Zaandam tot het kassengebied in Aalsmeer. Een impressie van het eindbeeld is weergegeven in Figuur 3.10.

Het productievermogen van de Diemencentrale is beperkt, wat het aansluiten van een groter aantal bedrijven en woningen limiteert. De leveringscapaciteit zal op korte termijn worden vergroot door het net van Amsterdam West- en Noord te koppelen. Naar verwachting is dit in 2021 gereed (Vattenfall, 2020). Er ontstaat zo een gekoppelde WPW – Amsterdam Zuid en Oost – Almere netinfrastructuur die vervolgens verder kan worden uitgebreid met nieuwe aansluitingen en bronnen.

In het kader van de warmtevisie Almere (2017) zijn de potentiële lange termijn (2040) bronnen geïnventariseerd. Productie van basislast warmte voor het warmtenet in de MRA kan met behulp van de volgende bronnen (Warmtevisie Almere, 2017):

- AEB centrale (250 MW)
- Tata Steel (75-200 MW)
- Geothermie (0-200 MW)
- Diemercentrale (260 MW)
- Lokale biomassa of biogas warmtecentrales
- Lokale restwarmtebronnen van lage temperatuur bronnen met warmtepompen
- Lokale restwarmtebronnen van groengas wkk's.



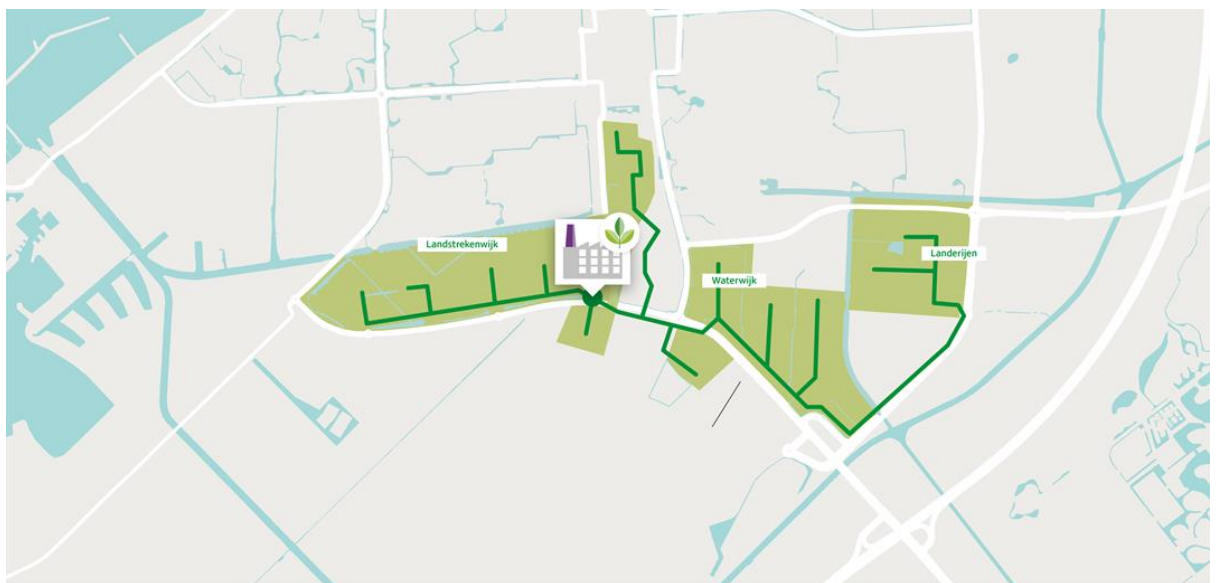
Figuur 3.10 Warmtenet potentiekaart voor de MRA (Warmtevisie Almere, 2017)

Lelystad

Lelystad beschikt over een warmtenet (Figuur 3.11) dat wordt gevoed door de biomassa-warmtekrachtinstallatie Lelystad. Vattenfall is eigenaar en warmteleverancier van het warmtenet. De biomassa die hiervoor ingezet wordt zijn houtchips uit onderhouds- en snoeiwerk in de regio Flevoland. Een kleine aardgasgestookte wkk leverde tot aan 2018 warmte aan Lelystad. Deze aardgas-wkk is in 2018 geleidelijk uit bedrijf genomen bij het in bedrijf komen van biomassa-warmteketels van Primco eind 2018. Het bedrijf Primco is de schakel tussen boseigenaren, bosbeheerders en de houtindustrie en levert ook snoeihout en houtafval voor energiecentrales. De Primco-ketels, die gestookt worden met houtchips, zijn gelegen naast de bestaande biomassacentrale van Vattenfall. Er zijn verder twee HWC locaties in Lelystad, waarvan één met aardgas gestookte ketels en de andere met aardgas en deels synfuel (een dieselbrandstof op synthetische basis) gestookte ketels (Vattenfall, 2020). Volgens de warmte-etiketten van de warmteleveranciers had dit net in 2019 een warmtemix van 92% biomassa en 8% gasgestookte ketels (piek/tijdelijk) (Vattenfall, 2020e).

In 2018 telde het warmtenet 4,8 duizend aansluitingen en werd in totaal 0,2 PJ warmte geleverd. Voor de komende jaren is dit beeld hetzelfde. Voor 2023 verwacht Vattenfall geen stijging van het aantal aansluitingen en de warmteafzet.

Ennatuurlijk heeft in Lelystad ook een (qua aantal aansluitingen kleiner) warmtenet dat warmte geleverd krijgt door Primco. Deze aansluitingen en warmtelevering zijn niet meegenomen in de hier getoonde cijfers.



Figuur 3.11 Warmtenet Lelystad. Het gearceerde deel geeft het leveringsgebied van Vattenfall aan.

Leidse regio

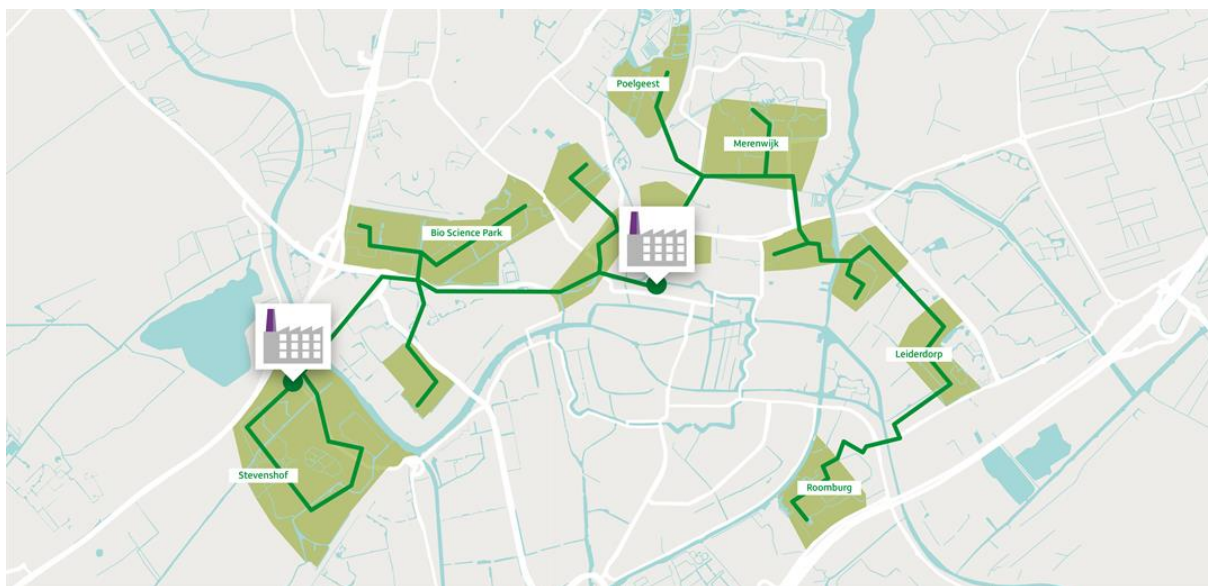
Het warmtenet in regio Leiden voorziet de wijken Stevenshof, Roomburg en Nieuw-Leyden volledig van warmte; alle gebouwen in deze wijken zijn aangesloten op het warmtenet waarvan Vattenfall de leverancier en eigenaar is. Ook levert Vattenfall warmte aan het Bio Science Park, de wijk Poelgeest in Oegstgeest en aan een aantal flats en bedrijven op De Baanderij in Leiderdorp.

De hoofdwarmtebron is de warmtekrachtcentrale (WKC) Leiden (STEG en stoomketels), in de volksmond “De Lichtfabriek” welke in eigendom is van Uniper. Daarnaast levert de hulpwarmtecentrale (HWC) Stevenshof van Uniper ten tijde van piekvraag en onderhoud hulpwarmte. Beide warmtebronnen worden gestookt op aardgas. Volgens de warmte-etiketten van de warmteleveranciers had dit net in 2019 een warmtemix van 80% WKC en 20% gasgestookte ketels (piek/tijdelijk) (Vattenfall, 2020e).

De STEG-centrale in Leiden is inmiddels verouderd en daarom is door Vattenfall gezocht naar een duurzame oplossing voor de lange termijn voor de warmtelevering vanaf 2020. Daartoe is er in 2017 een contract getekend voor levering van industriële restwarmte uit het Rotterdamse havengebied vanaf 2020 (Vattenfall, 2020). Een 43 kilometer lange warmtetransportleiding uit Rotterdam zou het warmtenet in de Leidse regio aan deze ‘havenwarmte’ koppelen. Deze leiding wordt de ‘Leiding over Oost’ genoemd. Warmtebedrijf Rotterdam (WBR) wordt vanaf dat moment de nieuwe warmteproducent voor regio Leiden. Vattenfall blijft in de nieuwe situatie verantwoordelijk voor de distributie en levering van de warmte aan klanten. Momenteel is duidelijk dat aanleg van de leiding over Oost vertraging oploopt (diverse berichten hierover zijn verschenen in het Leidsch Dagblad en Energiea). De leiding is minstens enkele jaren vertraagd zo luidt de verwachting (Vattenfall, 2020). Ter overbrugging van de periode is een contract getekend met Uniper voor (tijdelijke) warmtelevering uit de WKC Leiden (Vattenfall, 2020). De WKC blijft dus voorlopig de bron.

In 2018 had het warmtenet 9 duizend aansluitingen en werd in totaal ca. 0,7 PJ warmte geleverd. Voor komende jaren wordt een toename verwacht van het aantal aansluitingen. Voor 2023 is de projectie 10,6 duizend aansluitingen en een levering van 0,7 PJ.

In Oegstgeest is recentelijk een verkennende studie naar aquathermie uitgevoerd. Het is een studie van Energiek Poelgeest waaraan Vattenfall heeft meegewerkt om te onderzoeken of er een mogelijkheid is om naast de restwarmte uit Rotterdam een kleine aquathermie bron in te takken op een lokaal punt in het warmtenet. De studie laat zien dat aquathermie technisch mogelijk is, alhoewel dit een relatief dure optie is. Vattenfall is in gesprek met Energiek Poelgeest, de omliggende gemeenten Leiden en Oogstgeest en het Hoogheemraadschap over een mogelijk vervolgtraject. Met 1 MWth aquathermie kunnen ca. 1000 woningen voor > 50% in hun warmtevraag worden voorzien, aangevuld met warmte uit de reguliere warmtelevering (Vattenfall, 2020).



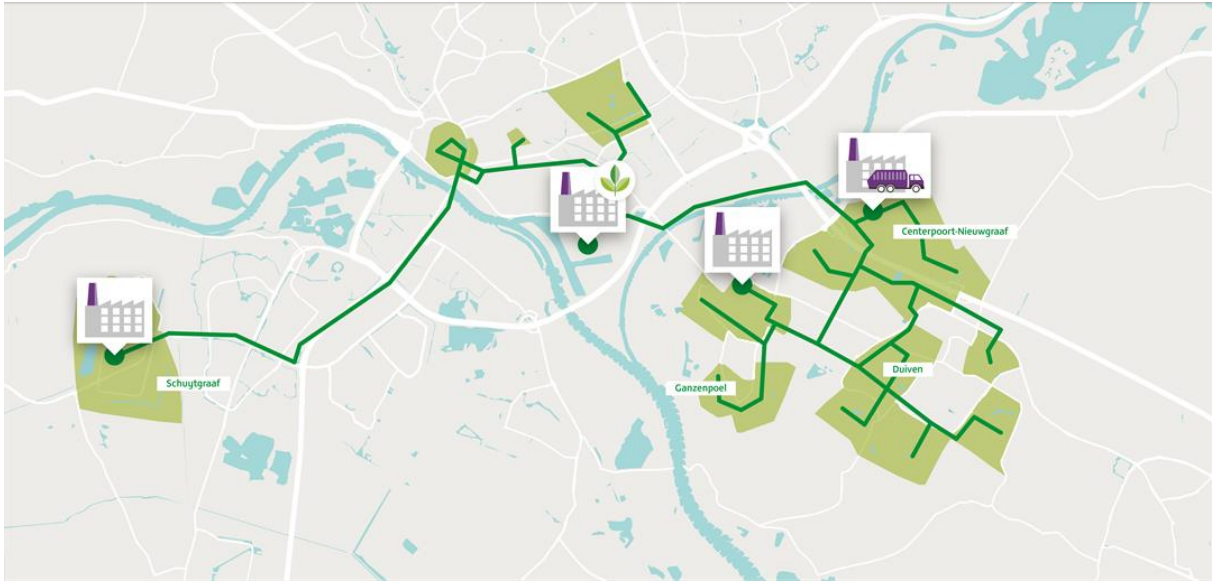
Figuur 3.12 Warmtenet regio Leiden. Het gearceerde deel geeft het leveringsgebied van Vattenfall weer.

Arnhem, Duiven en Westervoort

In Arnhem, Duiven en Westervoort bevindt zich een gekoppeld warmtenet (Figuur 3.13). Vattenfall is eigenaar en warmteleverancier. Eind 2014 zijn de warmtenetten van Arnhem en Duiven/Westervoort aan elkaar gekoppeld. De hoofdbron is AVR Duiven, een afvalenergiecentrale, welke beschikt over een warmtebuffer. Op het bedrijventerrein Kleefsewaard in Arnhem is in 2017 de aardgasgestookte warmte-installatie van Veolia gekoppeld aan het warmtenet om te kunnen worden ingezet als piek/back-up installatie. In de tweede helft van 2019 is een nieuwe biomassacentrale van Veolia in bedrijf gekomen die warmte kan leveren aan het warmtenet (Vattenfall, 2020). Deze heeft een vermogen van 14,9 MWth⁴. Daarnaast beschikt Vattenfall over hulpwarmtecentrales (HWC's); de HWC Westervoort en HWC Schuytgraaf. De HWC Westervoort kan zowel op aardgas als op gasolie worden gestookt. Sinds 2017 wordt er in plaats van gasolie ssynfuel+ gebruikt, een dieselbrandstof op synthetische basis. De HWC Schuytgraaf wordt eveneens gestookt op zowel aardgas als ook ssynfuel+ (Vattenfall, 2020).

Volgens Vattenfall is bovenstaande de huidige situatie, maar hoeven sommige bronnen geen/weinig warmte te leveren omdat ze alleen als hulpketel voor piek/back-up warmte worden ingezet (Vattenfall, 2020). Volgens de warmte-etiquetten van de warmteleveranciers had dit net in 2019 een warmtemix van 98% AVI warmte en 2% gasgestookte ketels inclusief ssynfuel (piek/tijdelijk) (Vattenfall, 2020e).

⁴ <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/projecten/sde1600496-biomassa>



Figuur 3.13 Warmtenet in Arnhem, Duiven en Westervoort. Het gearceerde deel geeft het leveringsgebied van Vattenfall aan.

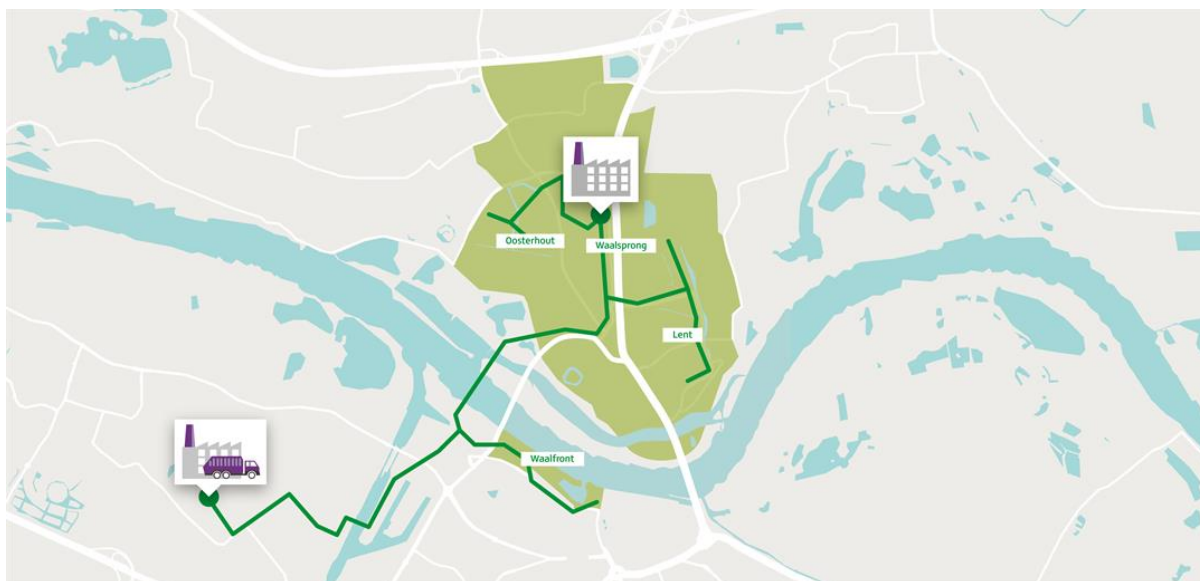
In 2018 had het warmtenet 15 duizend aansluitingen en werd in totaal 0,7 PJ warmte geleverd. Voor 2023 is de verwachting dat er 17,5 duizend aansluitingen zijn en een warmteafzet van 0,9 PJ. Voor de toekomst zijn er mogelijkheden voor de aanleg van een 'Noordtak' richting Burgers' Zoo en Rijnstate om het aantal aansluitingen te vergroten.

Nijmegen

Sinds eind 2014 levert afvalenergiecentrale ARN in Weurt warmte aan woningen in het Waalfront en de Waalsprong in Nijmegen. Het warmtenet in Nijmegen is een apart warmtenet; het is niet gekoppeld met het warmtenet in Arnhem, Duiven en Westervoort. Volgens de warmte-etiquetten van de warmteleveranciers had dit net in 2019 een warmtemix van 96% AVI warmte en 4% aardgasgestookte ketels (piek/tijdelijk) (Vattenfall, 2020e).

Het warmtenet in Nijmegen is sinds aanleg flink gegroeid en valt inmiddels qua warmtelevering onder de grote warmtenetten. Dat wil zeggen dat het inmiddels meer dan 150 TJ (0,15 PJ) per jaar levert. In 2018 had het warmtenet bijna 6 duizend aansluitingen en werd ca 0,2 PJ warmte geleverd. Naar verwachting groeit dit net de komende jaren door. Het gebied Waalfront is later gekoppeld aan het warmtenet. De aanstaande uitbreiding van dit net bevindt zich voornamelijk in het gebied Waalsprong (Vattenfall, 2020). Naar verwachting zullen er ca. 9 duizend aansluitingen zijn in 2023 met een warmtelevering van 0,3 PJ.

Nijmegen heeft een ambitieniveau om in 2045 aardgasvrij te zijn en aansluiten op het warmtenet speelt daarin een belangrijke rol (Warmtevisie Nijmegen, 2018). De capaciteit van de huidige bron, de ARN, is echter beperkt. Er wordt in de komende jaren ingezet op een combinatie van uitbreiding van de beschikbare capaciteit van de ARN én op nieuwe warmtebronnen waaronder geothermie en aquathermie (warmte uit oppervlaktewater) (Vattenfall, 2020).



Figuur 3.14 Warmtenet Nijmegen. Het gearceerde deel geeft het leveringsgebied van Vattenfall aan.

Warmtenet Midden- en West-Brabant (Breda-Tilburg)

Het warmtenet Midden- en West-Brabant (Breda-Tilburg) is het grootste warmtenet in de provincie Noord-Brabant in termen van aantal aansluitingen en warmtelevering. Het warmtenet levert warmte aan Tilburg, Breda en Oosterhout en aan het kassengebied in Made en Waspik. Ennatuurlijk is eigenaar en leverancier van het warmtenet.

Het warmtenet wordt momenteel voor het grootste deel voorzien van warmte die wordt uitgekoppeld uit de Amercentrale van RWE in Geertruidenberg. Daarnaast worden enkele hulpketels op aardgas en bio-olie gebruikt. Er wordt ook nog een klein deel warmte (1 a 2 MW) geleverd door een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) met een op biogas van Brabantse Delta in Breda (CBS en TNO, 2019).

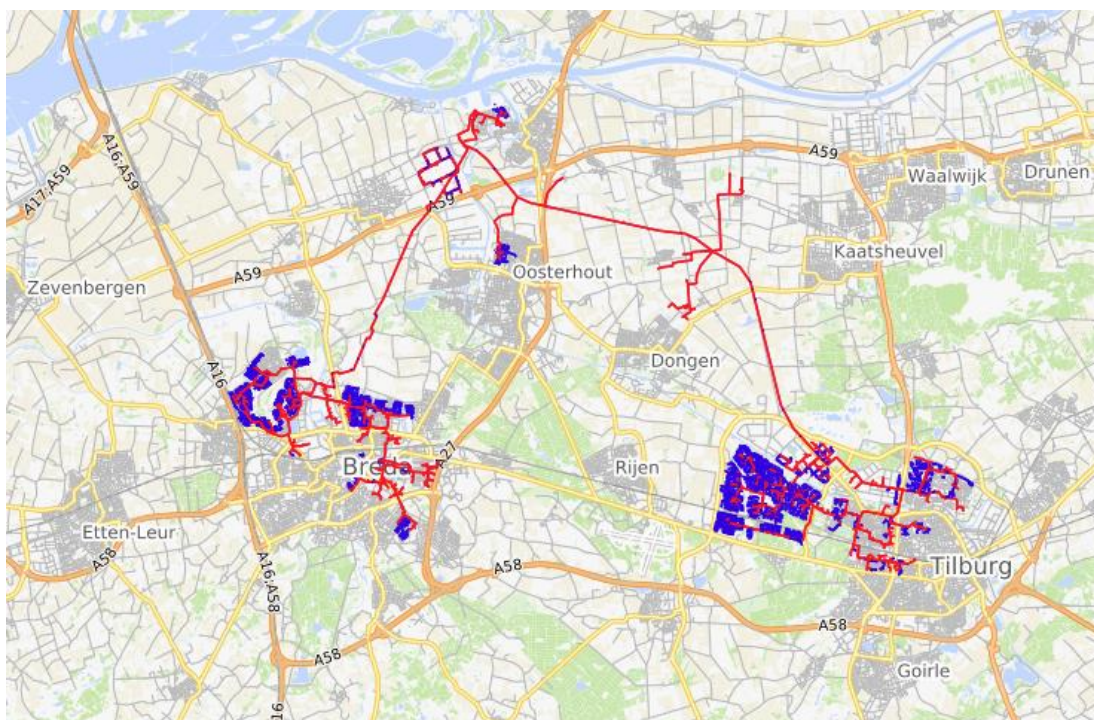
De Amercentrale is een kolencentrale waar sinds een paar jaar biomassa wordt mee gestookt. Volgens de warmte etiketten bestond de warmtemix in 2019 uit 31% biomassa, 53% restwarmte uit kolen, 11% aardgas hulpketels en 5% bio-olie ketels (Ennatuurlijk, 2020b). Deze restwarmte betreft warmte uit de Amercentrale. De biomassa bestond in 2019 voor een groot deel uit houtpellets. De herkomst van de houtpellets per centrale is niet bekend. Wel volgt uit CE (2020) dat twee derde van de in kolencentrales verstoekte houtpellets uit de EU kwam en de rest uit Europese landen, buiten de EU, Noord-Amerika en een klein deel Zuid-Amerika.

De verwachting is dat het percentage biomassa de komende jaren zal toenemen naar 100%. Dit heeft te maken met de Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie. In 2025 dient de Amercentrale op 100% biomassa te draaien (Ennatuurlijk, 2020). De verwachting van RWE is dat deze centrale in ieder geval ver voor 2025 een 80% biomassacentrale zal zijn. In 2017 is SDE+ subsidie toegekend voor een periode van acht jaar, waarmee de overstap naar biomassa wordt gefaciliteerd. RWE onderzoekt een overstap naar bagasse (suikerrietresten) uit Brazilië⁵.

Er wordt niet alleen gekeken naar de verduurzaming van de warmteproductie van de Amercentrale. Ook wordt er gekeken en onderzoek verricht naar overige duurzame bronnen. Voor 2024 is het doel om 25% van de warmte van het net duurzaam op te wekken. Daarvoor is een overeenkomst

⁵ <https://www.dvhn.nl/economie/Energierus-RWE-dreigt-overheid-en-wil-geld-zien-voor-Eemshavencentrale-24735272.html>

gesloten met provincie Noord-Brabant, regionale gemeenten, netbeheerder Enexis en andere belanghebbenden. Doel is om tot 2024 door te groeien naar 30 MW_{th} lokale duurzame warmteproductie. De volgende warmtebronnen zijn op dit moment in ontwikkeling: biomassacentrale Plukmade, aardwarmte (geothermie) Plukmade, restwarmte Agristo Tilburg, zonthermisch veld Breda (Ennatuurlijk, 2020). Huidige verkennende studies richten zich op het potentieel van geothermie, seizoensopslag in de ondergrond, een mogelijke verbinding met industriegebied Moerdijk, verkenningen aanlanding Wind op Zee in Geertruidenberg en het restwarmte potentieel in Dongen en Tilburg-Noord (Ennatuurlijk, 2020).



Figuur 3.15 Het warmtenet Midden- en West-Brabant (Breda-Tilburg)

In 2018 waren er in totaal 35,2 duizend aansluitingen op het gehele warmtenet en werd in totaal 2,5 PJ warmte geleverd. In 2023 verwacht Ennatuurlijk 36,9 duizend aansluitingen op het warmtenet en 2,6 PJ warmte te leveren. De verwachting voor 2030 is 45 duizend aansluitingen en 2,8 PJ levering. Er is sprake van een afname van de gemiddelde warmtevraag per afnemer door klimaatverandering en energiebesparing. Daardoor neemt het aantal aansluitingen relatief gezien sneller toe dan de warmtelevering.

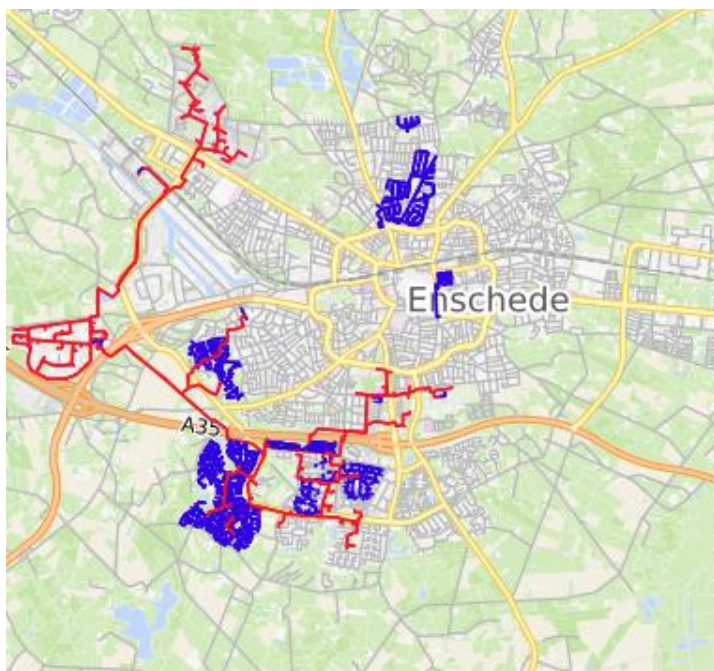
Op meerdere locaties wordt het warmtenet Midden- en West-Brabant komende jaren uitgebreid. Zo is begin 2020 gestart met de aanleg van Warmtesingel Breda. Dit is een vijf kilometer lange leiding die het warmtenet aan de ene kant van de stad komende jaren gaat verbinden met het warmtenet aan de andere kant. Deze uitbreiding betekent potentieel een extra vijfduizend woningen en honderd bedrijven op het warmtenet (Ennatuurlijk, 2020c).

Enschede

In Enschede had Ennatuurlijk tot voor kort vier warmtenetten, namelijk het grote net (nu de Warmtebaan) en de kleinere netten Tattersal, Roombeek en Deppenbroek. De netten liggen verspreid over de stad en sommige delen zijn met elkaar verbonden (zie Figuur 3.16). Alleen het grote net levert meer dan 150 TJ per jaar en wordt hier meegeteld bij de grote netten.

De afvalverbrandingsinstallatie (AVI) van Twence was vanaf 2010 tot 2018 de hoofdwarmtebron van het warmtenet. In mei 2018 is een hout gestookte biomassa-energiecentrale op locatie van Twence omgebouwd tot een centrale die naast elektriciteit ook warmte levert aan het warmtenet. Deze biomassacentrale levert op jaarbasis ongeveer driekwart van de warmte. Volgens het warmte-etiketbestond de warmtemix in 2019 uit 24% AVI warmte, 72% biomassa en 4% warmte uit biogas (Ennatuurlijk, 2020d). De AVI vult de warmtelevering van de biomassacentrale dus voor het grootste gedeelte aan. De warmte uit biogas komt van een biovergister van Twence.

Ennatuurlijk is in april 2018 begonnen met de aanleg van 'Warmtebaan Enschede'. Dit betreft een uitbreiding van het bestaande warmtenet met 8 kilometer. Op termijn zou met de Warmtebaan aan minstens 50% van de stad warmte geleverd kunnen worden (Ennatuurlijk, 2020e). In Tattersall (deel van de wijk De Bothoven) en de wijk Roombeek wordt van oudsher warmte geproduceerd door een gasgestookte warmtekrachtkoppeling aangevuld met gasketels. Door het aansluiten van de twee bestaande warmtenetten in Tattersall en Roombeek op de Warmtebaan in Enschede worden een extra 1.800 woningen en 16 bedrijven van AVI warmte voorzien (CBS en TNO, 2019). In september 2019 is Tattersall aangesloten (Ennatuurlijk, 2020). Roombeek wordt naar verwachting in september 2020 aangesloten (Ennatuurlijk, 2020). Ook Deppenbroek, een ander net wordt in september 2020 aangesloten op de Warmtebaan.



Figuur 3.16 Warmtenet in Enschede

In 2018 werden door middel van het grote net in Enschede 4,7 duizend aansluitingen voorzien van 0,5 PJ warmte. Er wordt een sterke groei verwacht door de koppeling van bestaande netten via de Warmtebaan. Voor 2023 is de verwachting dat er 7,6 duizend aansluitingen zullen zijn en er 0,6 PJ warmte geleverd zal worden. De prognose voor 2030 is 11 duizend aansluitingen en 0,9 PJ warmtelevering.

Twence levert ook warmte (stoom) aan het industriële bedrijf Nouryon in Hengelo. De restwarmte van dat bedrijf wordt geleverd aan het warmtenet in Hengelo. We beschouwen dit als een afzonderlijk net dat kleiner is dan 150 TJ warmtelevering en daarom in deze paragraaf niet wordt beschreven.

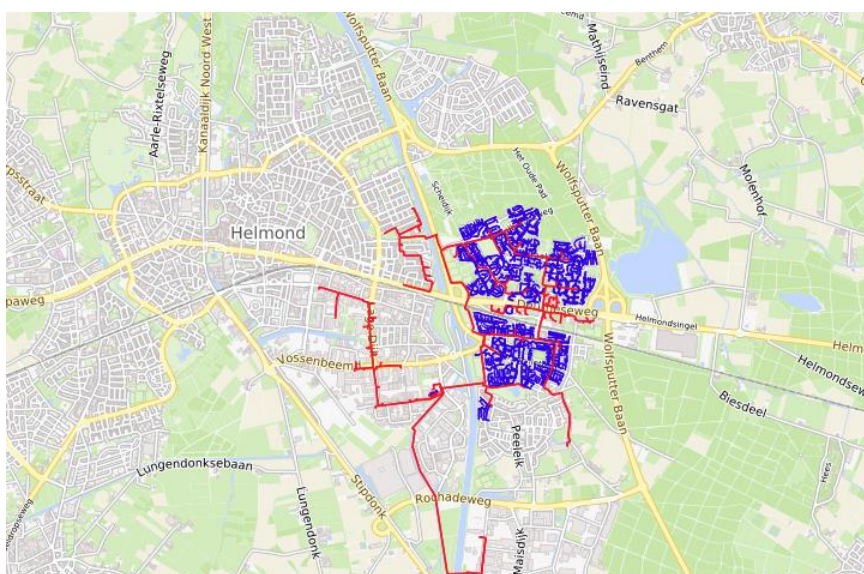
Helmond

In Helmond ligt een warmtenet met Ennatuurlijk als warmteleverancier en producent. Het warmtenet beslaat de gebieden Rijpelberg (volledig), Brouwhuis (Noord), Helmond Oost (voornamelijk flats) en Hoogeind (industrie). Het gros (98%) van de warmte wordt geproduceerd door de warmtekrachtcentrales (WKC) Helmond. Deze bestaat uit twee gasgestookte stoom- en gasturbines (STEG eenheden). De rest van de warmte (2%) wordt door aardgasgestookte hulpketels geleverd. De warmtemix in 2019 bestaat volgens het warmte-etiket uit 100% aardgas (Ennatuurlijk, 2020e).

Omdat de STEG centrale inmiddels verouderd is, is de gemeente Helmond in samenwerking met de provincie Noord-Brabant en Ennatuurlijk de opties voor alternatieve warmtebronnen in kaart aan het brengen. Ennatuurlijk heeft een uitgewerkt plan om een van de STEG eenheden te vervangen door een hout gestookte biomassa warmteketel (hout reststromen van lokale oorsprong). De overgebleven STEG en de hulpketel op aardgas fungeren vervolgens als pieklast en back-up. Deze nieuwe biomassa warmteketel zou naar verwachting 66% van de warmte voor zijn rekening nemen, de overgebleven STEG 32% en de hulpketel 2% (Ennatuurlijk, 2020f; Ennatuurlijk, 2020). Hiermee kan een aanzienlijke verbetering van de duurzaamheid wordt gerealiseerd. Echter is deze ontwikkeling on hold gezet vanwege de huidige discussies rond biomassa. Het gemeentebestuur onderzoekt de mogelijkheid van alternatieve warmtebronnen in combinatie met isolatie van woningen (Eindhovens Dagblad 2020).

Alternatieven waar momenteel naar wordt gekeken zijn aquathermie en restwarmtebronnen (Ennatuurlijk, 2020). Geothermie (aardwarmte) is een van de opties die werd verkend, maar deze is inmiddels afgefallen.

In 2018 werden circa 6,4 duizend aansluitingen voorzien van 0,2 PJ aan warmte. Ennatuurlijk verwacht een groei naar 7 duizend aansluitingen in 2023 en 0,3 PJ levering. De projectie voor 2030 is 12 duizend aansluitingen en 0,5 PJ levering. Ennatuurlijk geeft wel aan dat de prognoses onzeker zijn geworden door het stil zetten van de ontwikkelingen rond biomassa.

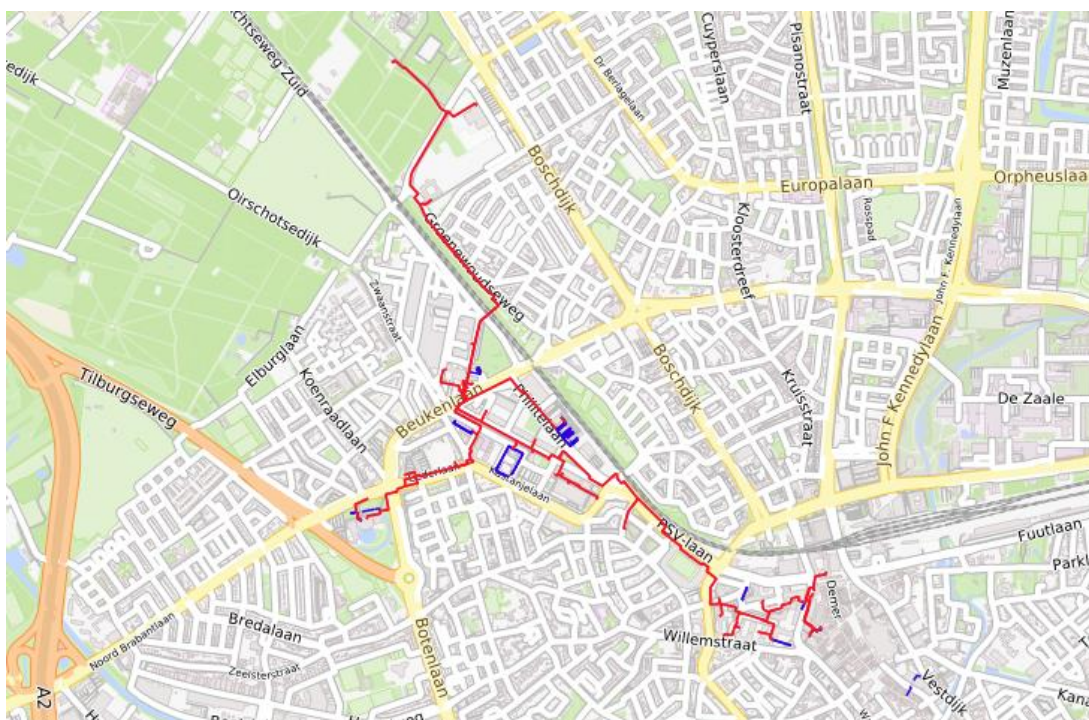


Figuur 3.17 Warmtenet Helmond

Eindhoven

In Eindhoven liggen twee warmtenetten: het oude net in Eindhoven dat tot voor kort werd gevoed door een aardgasgestookte wkk en een recenter net in de wijk Meerhoven. De netten zijn niet met elkaar verbonden. Het oudere net levert meer dan 150 TJ warmte terwijl het net in Meerhoven, wat een hoger aantal aansluitingen heeft, dat niet doet. Alleen het net in Eindhoven wordt daarom meegenomen bij de grote warmtenetten.

Het warmtenet in Eindhoven werd van oudsher gevoed door de wkk(STEG) centrale Eindhoven, maar sinds het begin van 2016 wordt een biomassacentrale op Strijp-T als hoofdwarmtebron gebruikt (Ennatuurlijk, 2020). Deze biomassacentrale is in eigendom van Ennatuurlijk en gebruikt lokaal verzamelde houtsnippers (Ennatuurlijk, 2020g). Volgens het warmte etiket bestond de warmtemix in 2019 uit 52% biomassa en 48% aardgas (Ennatuurlijk, 2020g). Het aandeel aardgas is daarmee relatief hoog. Dit heeft ermee te maken dat er destijds geen warmtebuffer is gerealiseerd, waardoor minder warmte uit biomassa benut kan worden. In de zomer levert de biomassacentrale geen warmte aan het net omdat de centrale niet kan draaien op het gevraagde vermogen passende bij de lagere warmtevraag in de zomertijd. De hulpketels op aardgas staan op de locatie van de uit gebruik genomen STEG. In 2018 had dit net 2,4 duizend aansluitingen en werd er 0,2 PJ warmte geleverd. Voor 2023 verwacht Ennatuurlijk voor het warmtenet Eindhoven 6,6 duizend aansluitingen en 0,3 PJ aan warmteafzet. De projectie voor 2030 is 11 duizend aansluitingen en een warmtelevering van 0,4 PJ.



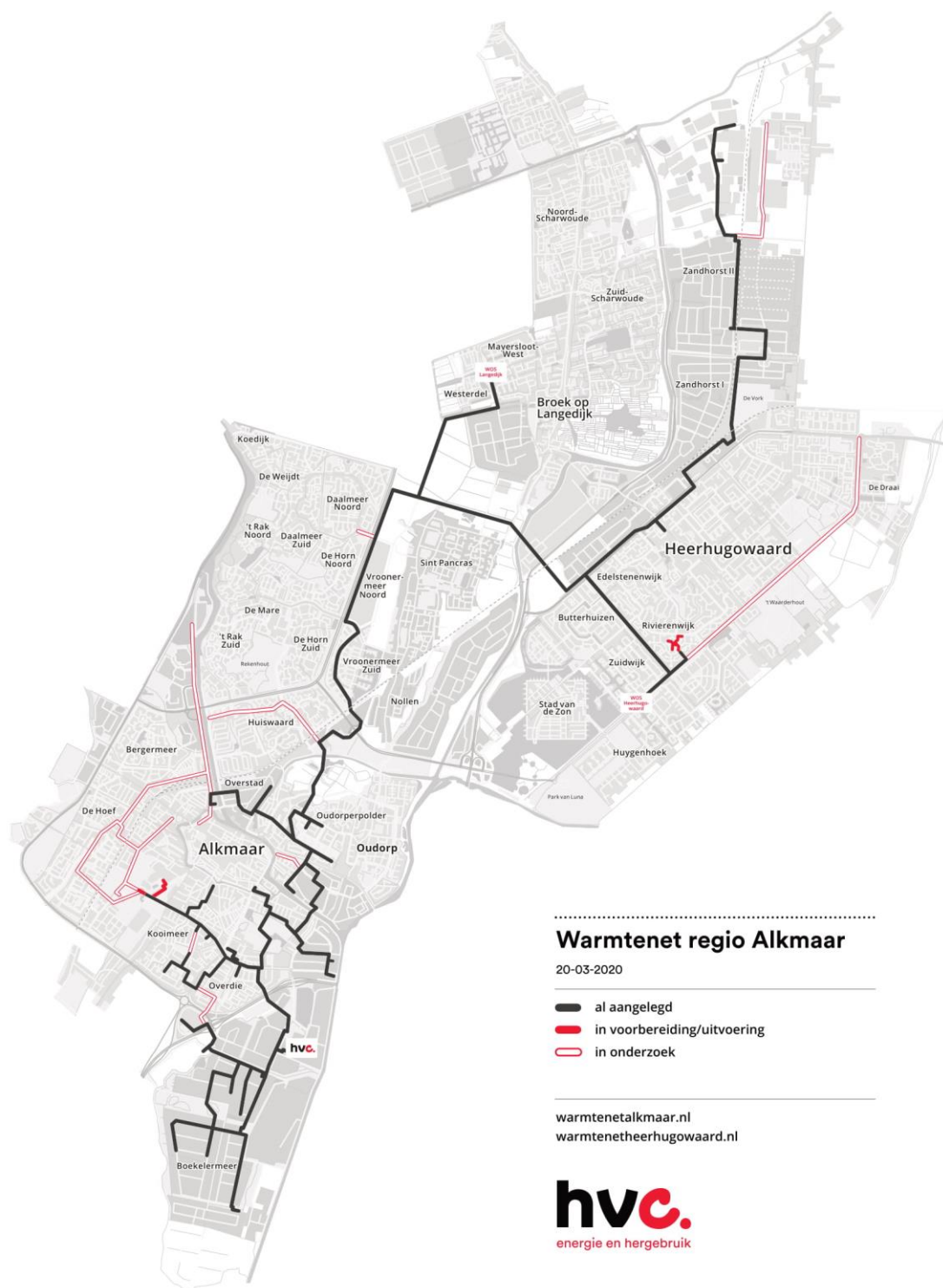
Figuur 3.18 Het warmtenet in Eindhoven. Het aparte warmtenet in Meerhoven staat niet in de figuur.

Regio Alkmaar

De aanleg van het warmtenet van HVC in de regio Alkmaar is in 2004 gestart op initiatief van de gemeente Alkmaar en de HVC groep. De afvalverbrandingsinstallatie (AVI) van HVC (HuisVuilCentrale) in Alkmaar, die elektriciteit en warmte produceert uit restafval, was tot het eind van 2017 de hoofdwarmtebron van dit net. Eind 2017 is het warmtenet in de regio Alkmaar aangesloten op de bio-energiecentrale (BEC) van HVC. Vanaf begin 2018 is de BEC, die wordt gestookt met biomassa de hoofdbron van het warmtenet. Dit is grotendeels afvalhout dat niet gerecycled kan worden, maar ook andere soorten biomassa waaronder gedroogd slib (100% biomassa). De AVI van HVC wordt momenteel ingezet als aanvullende warmtebron (HVC, 2020). Verder staan er nog aardgas gestookte hulpketels in Heerhugowaard en Langedijk. Volgens de warmte-etiquetten van de warmteleveranciers had dit net in 2019 een warmtemix van 79% BEC warmte, 19% AVI warmte en 2% gasgestookte ketels (piek/tijdelijk) (HVC 2020b).

In 2016 is het warmtenet doorgetrokken vanuit De Nollen naar Vroonermeer om deze woningen te kunnen voorzien van warmte. Daarnaast zijn de bestaande netten in Broek op Langedijk en Heerhugowaard gekoppeld aan het warmtenet van HVC. Dit waren voorheen apart netten gevoed met kleinschalige aardgasgestookte WKK eenheden. Sinds de koppelingen valt het warmtenet in regio Alkmaar onder de grote warmtenetten. Verder is in 2018 de leiding doorgetrokken naar het tuinbouwgebied Alton ten noorden van Heerhugowaard. Deze tuinders krijgen inmiddels ook warmte geleverd (CBS en TNO, 2019). In 2018 waren er 5,4 duizend aansluitingen op het gekoppelde net en werd 0,25 PJ warmte geleverd.

In de toekomst (na 2025) zal er naar verwachting een geothermie-installatie (12 MWth) operationeel zijn in de regio Alkmaar. Naar verwachting bedraagt het aandeel geothermie in de jaarlijkse warmtelevering vanaf dat moment 20%. Zodra levering van geothermie-warmte is gerealiseerd, gaat dit samen met de BEC de basislast leveren. De AVI zal dan met name als back-up installatie gaan fungeren. (HVC, 2020).



Figuur 3.19 Warmtenet in regio Alkmaar (Alkmaar, Broek op Langedijk, Heerhugowaard en Heiloo). Status 2019.

Het warmtenet en de uitbreidingsplannen zijn weergegeven in Figuur 3.19. Het warmtenet maakt volgens prognoses van HVC een groei door. Naar verwachting zal het warmtenet in 2023 9,5 duizend aansluitingen voorzien van 0,6 PJ warmte. In 2030 verwacht HVC 16,5 duizend aansluitingen en een

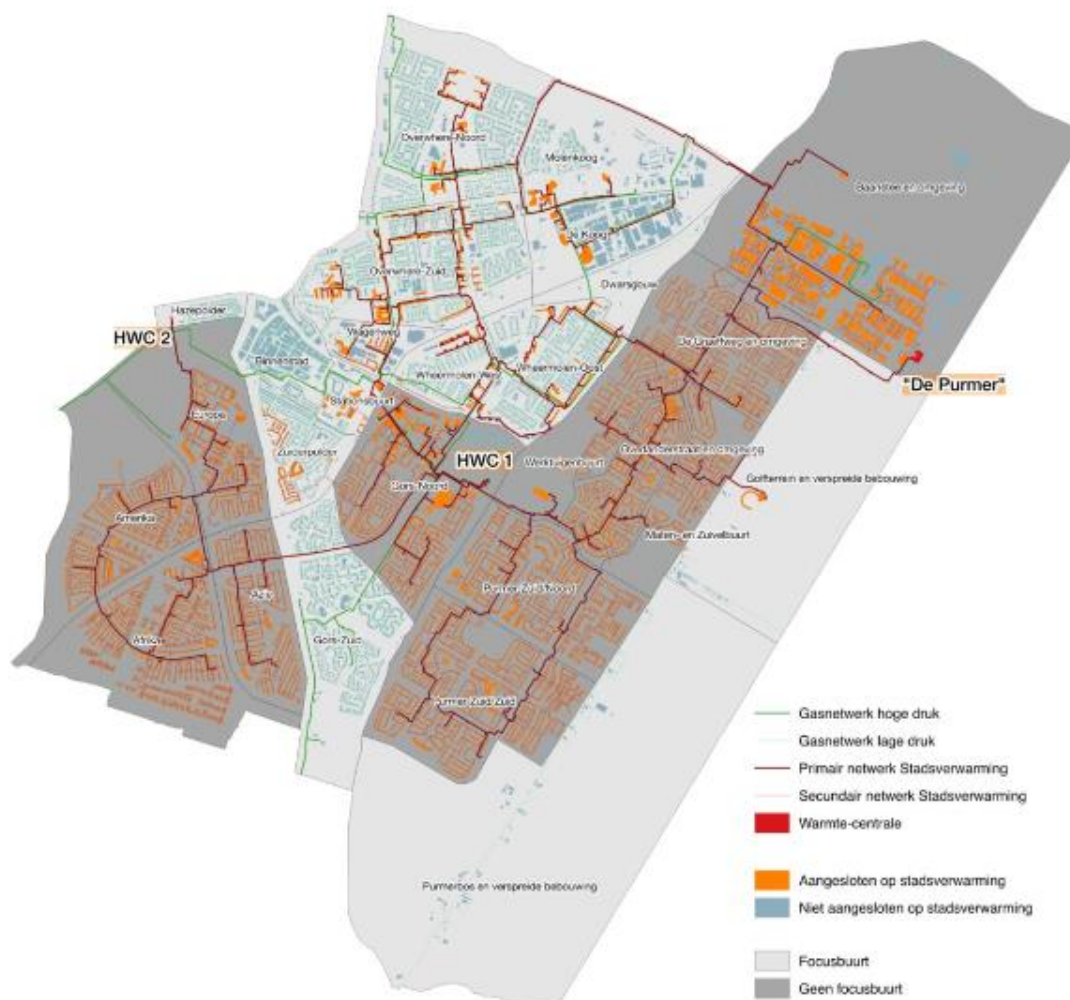
warmtelevering van 1,1 PJ. Het merendeel van de groei (ca 80%) betreft aansluiting van bestaande bouw (HVC, 2020).

Purmerend

In Purmerend ligt een warmtenet dat aan circa driekwart van de woningen in Purmerend warmte levert, het hoogste percentage in Nederland. Daarnaast levert het warmtenet warmte aan gebouwen en bedrijven. Stadsverwarming Purmerend (SVP) is eigenaar, warmteleverancier en warmteproducent. SVP is een lokaal warmtebedrijf waarvan de gemeente aandeelhouder is. Begin juli 2014 is de aardgasgestookte wkk, die sinds 1988 warmte produceerde voor stadsverwarming in Purmerend, uit gebruik genomen. Vanaf dat moment is SVP warmte gaan leveren met behulp van BioWarmteCentrale (BWC) de Purmer. De BWC draait op houtsnippers afkomstig van onderhoud van de bossen van Staatsbosbeheer. Daarnaast zijn er twee aardgas gestookte hulpwarmtecentrales (HWC's) voor levering op de piekvraag en onderhoudsmomenten. Doorgaans leveren de HWC's ongeveer 25% van de warmte op jaarbasis (SVP, 2020). Volgens het warmte-etiket was het aandeel biomassa 71,6% in 2019 (SVP, 2020b).

Als gevolg van groei van het aantal klanten en om het aardgasverbruik voor de bestaande HWC's terug te dringen loopt er een aanbesteding voor een tweede BioWarmteCentrale (10 MW_{th}) die naar verwachting vanaf 2022 warmte zal gaan leveren (SVP, 2020). De brandstof (feedstock) zal hetzelfde zijn als voor de huidige BWC (SVP, 2020). Voor de periode daarna wordt de inzet van geothermie (2026) (Segers et al., 2019) en aquathermie (2027) voorzien. Daarnaast wordt eventueel het aantal buffers in het net uitgebreid en wordt power-to-heat, zonneboilers en het gebruik van duurzame gassen als waterstof en biogas onderzocht om richting 2030 het aardgasverbruik verder te reduceren (SVP, 2020; Segers et al., 2019).

In 2018 waren er 26,3 duizend aansluitingen op het warmtenet en werd 0,9 PJ warmte geleverd. De verwachting is dat het aantal aansluitingen toeneemt maar dat tegelijkertijd door met name klimaatverandering en isolatie de gemiddelde warmtevraag per aansluiting zal dalen. Dit leidt tot de verwachting dat de komende jaren de totale warmtelevering beperkt toeneemt, naast de toename van de piekvraag in de winter (SVP, 2020). Voor 2023 is de verwachting dat het aantal aansluitingen zal stijgen naar 30 duizend met een totale warmteafzet van 1,0 PJ. Voor 2030 verwacht SVP 32 duizend aansluitingen en 1,1 PJ warmtelevering. Het merendeel van nieuwe aansluitingen in de periode 2020-2023 betreft nieuwbouw maar ook ca. 20% bestaande bouw die overschakelt op stadsverwarming.



Figuur 3.20 Warmtenet in Purmerend (Gemeente Purmerend, 2017). De figuur geeft de gebieden in Purmerend aan die aangesloten zijn op het warmtenet.

3.1.2 Aantal aansluitingen en geleverde warmte

Overzicht grote warmtenetten

Tabel 3.1 toont de overzichtstabel met het totale aantal aansluitingen (van groot- en kleinverbruikers) en warmtelevering per net. In 2018 waren er 329 duizend aansluitingen en werd 20,4 PJ warmte geleverd.

In 2016 is de totale warmtelevering van de grote netten het hoogste binnen de historische periode 2016-2019 hetgeen verklaard kan worden door een hogere warmtelevering van het warmtenet Breda-Tilburg in dat jaar. De piek daar is veroorzaakt door een administratieve handeling die ervoor heeft gezorgd dat een deel van de warmte-afzet van de jaren voorafgaand aan 2016 pas later zijn geregistreerd. De geregistreerde afzet in 2016 is derhalve niet representatief voor de werkelijk geleverde warmte in dat jaar. Volgens Ennatuurlijk is de daadwerkelijke warmtelevering in 2017 en 2018 niet significant lager dan in 2016. Als de warmtelevering voor dit net in 2016 ook op 2,5 PJ gehouden wordt is in te zien dat de totale levering van alle grote netten samen vrijwel constant is tussen 2016 en 2018.

Prognose

Voor de prognose is het ook van belang in te schatten welke warmtenetten in de komende jaren wel tot de grote warmtenetten zullen gaan behoren. Daartoe hebben we een aantal kansrijke warmtenetten hieronder geïnventariseerd.

Leeuwarden

In Leeuwarden heeft Ennatuurlijk twee warmtenetten: Camminghaburen en De Zuidlanden. In totaal wordt in Leeuwarden zo'n 75 TJ warmte per jaar geleverd aan zo'n 1.800 huishoudens en 8 bedrijven (Ennatuurlijk, 2020g). In Camminghaburen wordt zo'n 50 TJ geleverd en zo'n 25 TJ aan De Zuidlanden. Volgens het warmte-etiket had Camminghaburen in 2019 een warmtemix van 100% aardgas met als bronnen een wkk aangevuld met gasgestookte hulpketels (Ennatuurlijk, 2020g). De Zuidlanden heeft in 2019 een warmtemix van 1% biogas uit koeienmest en 99% aardgas (Ennatuurlijk, 2020g). Het aandeel biogas was in 2019 aan de lage kant vanwege technische problemen met de biogasinstallatie. Doorgaans is dit aandeel biogas hoger.

Er zijn plannen tot flinke uitbreiding van het warmtenet in Leeuwarden. Ennatuurlijk wil de netten koppelen tot een ringnet. Geothermie (aardwarmte) maar ook industriële restwarmte worden als toekomstige bronnen gezien. Momenteel werkt Ennatuurlijk samen met Shell, EBN en de Friese bouwgroep Dijkstra Draisma aan de ontwikkeling van de eerste aardwarmtebron. Begin 2021 moet de eerste proefboring plaatsvinden. Indien geothermie in Leeuwarden doorgaat zal de productie van het warmtenet in Leeuwarden naar verwachting de 150 TJ passeren in 2023 (Ennatuurlijk, 2020). Een projectie voor dit net is nog niet gemaakt, vandaar dat dit net niet is meegenomen in de tabel met de projecties (tabel 3.1).

Dordrecht

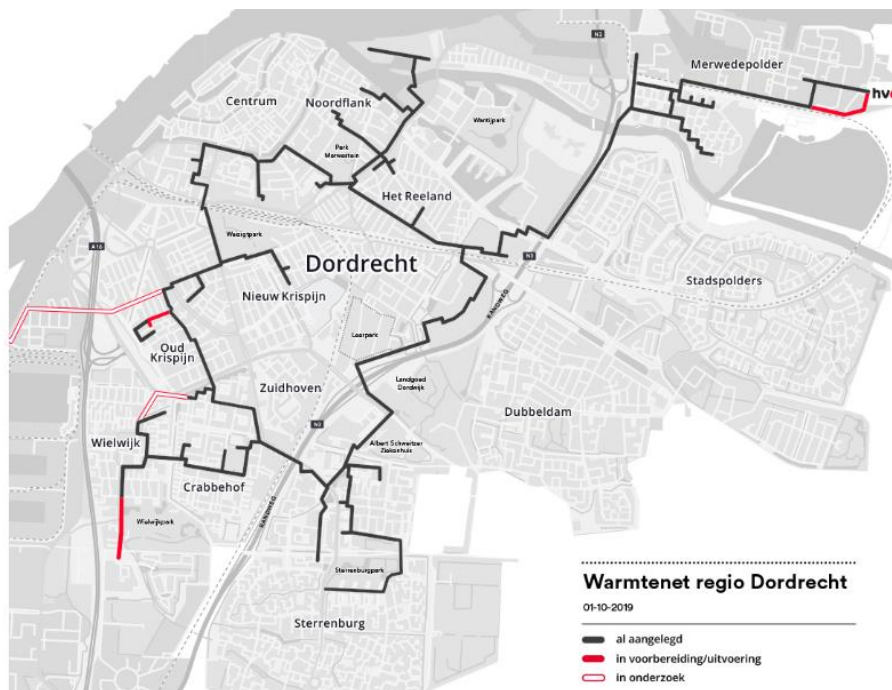
In deze monitor wordt het warmtenet in Dordrecht in historische jaren niet meegenomen bij de grote warmtenetten, omdat dit net in die jaren nog niet boven de grens van 150 TJ warmtelevering per jaar valt. In 2018 waren er 1,2 duizend aansluitingen en 0,11 PJ warmtelevering. De komende jaren zal dit naar verwachting sterk toenemen. Dit warmtenet is aangelegd in 2014. Dordrecht benut de warmte van de afval-energiecentrale (afvalverbrandingsinstallatie/AVI) van HVC voor het verwarmen van huishoudens en bedrijven in de directe omgeving. Volgens de warmte-etiketten van de warmteleveranciers had dit net in 2019 een warmtemix van 89% AVI warmte en 11% gasgestookte ketels (piek/tijdelijk) (HVC 2020b).

Volgens de prognose van HVC zal dit warmtenet snel groeien. Vanaf 2020 wordt meer dan 0,15 PJ warmte geleverd per jaar. Voor 2023 is de verwachting dat er 3,1 duizend aansluitingen zullen zijn met 0,2 PJ warmtelevering. Het merendeel van de groei (ca 80%) betreft aansluiting van bestaande bouw (HVC, 2020). In 2030 kan gerekend worden op 6,6 duizend aansluitingen en 0,4 PJ warmtelevering (HVC, 2020). Dit net is meegekomen in de projectie-tabel (tabel 3.1) vanaf 2020.

In Dordrecht zal vanaf 2021 naar verwachting ook warmte uit een slibverwerker geleverd worden (8MWth) (HVC, 2020). Dit komt in plaats van warmte uit aardgasketels, er resteert voor aardgas dan nog een aandeel van 1% (HVC, 2020). Het aandeel van de AVI neemt dan af tot net iets onder de 70% (HVC, 2020).

Het net van Dordrecht zal worden uitgebreid naar Sliedrecht, Papendrecht, HI Ambacht en Zwijndrecht. In Sliedrecht zijn al enkele honderden woningen aangesloten en in 2020 komen daar nog bijna 1.000 woningen bij. Deze zullen in de toekomst voorzien worden van warmte uit een geothermie-centrale. Later worden deze gekoppeld aan het net in Dordrecht. In Zwijndrecht komt

een TEO installatie (warmte uit oppervlaktewater) voor bestaande woningen (nu gepland voor 750 woningen). In Hendrik-Ido-Ambacht komt een TEO installatie voor ca. 1.000 bestaande en nieuwbouwwoningen. In Papendrecht worden bestaande woningen aangesloten op een warmtenet welke gevoed gaan worden door een geothermiebron (HVC, 2020).



Figuur 3.21 Warmtenet Dordrecht. Status 2019.

Ede

In Ede liggen twee warmtenetten. Een warmtenet dat in handen is van Vattenfall en een apart warmtenet van Warmtebedrijf Ede (onderdeel van MPD Groene Energie) genaamd 'Het groene warmtenet'. Beide behoren qua warmtelevering niet tot de grote warmtenetten volgens de definitie in dit rapport (meer dan 150 TJ per jaar).

Het warmtenet van Vattenfall ligt in de Edese wijk Kernhem A. De warmte is afkomstig uit 'Het groene warmtenet' van Warmtebedrijf Ede met hierop aangesloten drie bio-energie installaties van Warmtebedrijf Ede waarin lokale en regionale resthoutstromen (houtsnippen) worden benut. Warmtebedrijf Ede wil in de nabije toekomst ook andere duurzame bronnen waaronder restwarmte uit de industrie en restwarmte van datacenters, zonnewarmte en aardwarmte op het warmtenet aansluiten (Warmtebedrijf Ede, 2019b).

Volgens de warmte-etiketten van de warmteleveranciers had dit net in 2019 een warmtemix van 93% biomassa en 7% gasgestookte ketels (piek/tijdelijk) (Vattenfall, 2020e). Het warmtenet van Vattenfall in Ede telt momenteel (in 2020) 1,4 duizend aansluitingen voor woningen en bedrijven (Vattenfall, 2020b). Voor Vattenfall is Ede geen uitbreidingsgebied (Vattenfall, 2020b). De grotere ambities voor uitbreiding van stadswarmte in Ede liggen bij het warmtenet van Warmtebedrijf Ede (Warmtebedrijf Ede, 2019a).

In totaal krijgen in 2020 bijna 20 duizend woningenequivalenten (weq) in Ede warmte geleverd (Warmtebedrijf Ede, 2019b). Dat is inclusief de warmtelevering aan Vattenfall voor de wijk Kernhem A. Belangrijk om erbij te vermelden is dat er één bio-stoomleverantie aan een industriële

onderneming is, die vaak wordt omgerekend naar woning-equivalenten. Wij zien in deze monitoring de stoomlevering als apart van het warmtenet (het is ook een aparte leiding). Vandaar dat dit warmtenet in deze monitor niet wordt meegenomen bij de grote netten.

Prognose aantal aansluitingen en warmtelevering grote netten

Op basis van verwachtingen van de warmteleveranciers groeit het totale aantal aansluitingen op grote netten van 329 duizend in 2018 naar 355 duizend aansluitingen in 2020, en naar 405 duizend aansluitingen in 2023. De warmtelevering neemt toe van 20,4 PJ in 2018 naar 22,5 PJ in 2020, en naar 24,0 PJ in 2023. De raming voor de grote netten is vergelijkbaar met de projectiecijfers in de vorige versie van dit rapport Monitoring warmte 2017. De data over kleine netten is afkomstig uit de laatste rendementsmonitor van de ACM welke loopt tot en met 2018. Vanwege het grote aantal kleine netten met diverse leveranciers, en het ontbreken van detailinformatie over sommige van deze netten is ervoor gekozen om hierover geen projectie op te nemen in dit rapport. Wel kan worden verwacht dat de warmtelevering van deze netten wat zal stijgen in de toekomst, net zoals bij de grote netten. Een geschatte toename richting 2023 ligt in de orde van een paar tienden van PJ's.

Over de periode 2018-2023 neemt het aantal aansluitingen van de grote netten samen in totaal toe met 50 duizend aansluitingen (23%) terwijl de warmtelevering met 16% toeneemt. Hierbij merken we op dat sprake is van een afname van het gemiddelde warmteverbruik door energiebesparing (met name door isolatie), maar ook als gevolg van warmere winters (een korter stookseizoen).

Tabel 3.1 Overzicht aantal aansluitingen en warmtelevering van de grote warmtenetten met projectie (statistiek t/m 2019, projectie vanaf 2020)

	Aantal aansluitingen (x 1.000)						Warmtelevering in PJ						Warmteleverancier
	2016	2017	2018	2019**	2020	2023	2016	2017	2018	2019**	2020	2023	
Utrecht	53,4	55,2	56,1	54,4	54,0	58,0	2,9	3,1	3,0	2,9	3,3	3,3	Eneco
Rotterdam	52,7	54,4	55,4	55,9	56,7	63,4	3,4	3,3	3,4	3,4	3,6	3,7	Eneco en Vattenfall
B3-Hoek	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2,1	2,0	1,8	1,6	2,0	2,0	Eneco
Den Haag	5,3	5,5	6,3	6,6	9,0	13,8	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	Eneco
Ypenburg	10,1	10,1	10,2	10,2	10,1	10,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	Eneco
Amsterdam Zuid en Oost incl. Amstelveen	16,1	17,7	19,0	25,0	26,3	31,6	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	Vattenfall en Eneco
Amsterdam Noord- en West	10,7	12,1	15,1	17,4	19,0	28,2	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,4	Westpoort Warmte
Almere	49,4	50,2	51,6	52,4	52,9	57,0	1,9	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	Vattenfall
Lelystad	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	Vattenfall
Leidse regio	8,5	8,9	9,0	9,3	9,8	10,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	Vattenfall
Arnhem, Duiven en Westervoort	14,1	14,6	15,2	15,7	16,1	17,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	Vattenfall
Nijmegen	4,3	5,2	5,9	6,3	6,7	9,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	Vattenfall
Warmtenet Breda-Tilburg	34,3	34,6	35,2	35,7	36,2	36,9	3,1	2,5	2,5	2,4	2,6	2,6	Ennatuurlijk
Enschede	4,4	4,4	4,7	5,0	7,0	7,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	Ennatuurlijk
Helmond	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	7,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	Ennatuurlijk
Eindhoven	1,8	2,3	2,4	2,6	3,6	6,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	Ennatuurlijk
Alkmaar	4,6	4,9	5,4	5,7	6,5	9,5	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	HVC
Purmerend	25,8	25,9	26,3	26,9	28,2	30,0	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	1,0	SVP
Dordrecht	*	*	*	*	1,6	3,1	*	*	*	*	0,2	0,2	HVC
Totaal	306,8	317,3	329,0	340,4	355,0	405,0	20,8	20,2	20,4	20,4	22,5	24,0	

* In 2019 en eerdere jaren was Dordrecht nog geen groot net.

** Voorlopige cijfers

Algemene opmerking: Vanwege afrondingsverschillen komen de totalen (onderaan) niet noodzakelijkerwijs overeen met de som van de individuele netten.

3.1.3 Aanbod van warmte

Net als in de vorige rapportage heeft het CBS het aanbod van warmte uit de grote warmtenetten in kaart gebracht op basis van informatie uit de bestaande energiestatistieken productiemiddelen elektriciteit, hernieuwbare energie, klantenbestanden, aangevuld met informatie van de warmtebedrijven.

Tabel 3.2 Warmtelevering aan grote stadsverwarmingsnetten in PJ

	2016	2017	2018	2019
<i>Aanvoer warmte</i>				
Aardgas en steenkool	21,7	20,4	18,9	17,0
wkk (inclusief hulpketels op locatie aardgas-wkk) ¹⁾	19,9	19,0	17,6	15,8
aardgas hulpketels niet op locatie aardgas-wkk	1,8	1,4	1,3	1,3
Huishoudelijk afval	5,4	5,8	4,7	5,0
Biogeen	2,9	3,1	2,5	2,6
Niet biogeen	2,5	2,7	2,3	2,4
Biomassa	1,5	1,6	3,9	5,6
Totaal	28,6	27,7	27,6	27,6
<i>Warmteverlies</i>	7,8	7,5	7,1	7,2
<i>Warmtelevering</i>	20,8	20,2	20,4	20,4
<i>% Hernieuwbaar</i>	16%	17%	23%	30%

1) Inclusief restwarmte uit fossiele bronnen

Bron: CBS

Het aandeel hernieuwbare warmte bij grote warmtenetten is gestegen van 16% in 2016 naar 30% in 2019. In het aanbod van warmte zijn warmtekrachtcentrales op fossiele brandstoffen dominant. Wel wordt de bijdrage van deze centrales langzaam minder. In 2017 is in Heerhugowaard en Broek op Langedijk de aardgas gestookte warmtekrachtinstallaties vervangen door warmte uit de afvalverbrandingsinstallatie en biomassacentrale in Alkmaar. In 2019 is de biomassawarmtecentrale van Eneco in Utrecht opgestart en in het net van Breda en Tilburg neemt het biogene aandeel toe door het toenemen van biomassa meestook in de hoofdbron van de warmte: de Amercentrale.

Een andere trend die we zien is dat de levering van warmte uit bestaande installaties voor verbranding van afvalhout in Alkmaar, Enschede en Rotterdam sterk toegenomen is in 2018 en 2019. Deze installaties zijn opgestart in 2008 en produceerden destijds alleen elektriciteit, omdat ook alleen daarvoor subsidie was. Inmiddels is de subsidieregeling (SDE) aangepast en is er ook subsidie voor warmte uit biomassa. Als gevolg daarvan zijn deze installaties omgebouwd en leveren ook warmte en minder elektriciteit. Deels gaat deze warmtelevering uit biomassa ten koste van de warmtelevering uit de afvalverbrandingsinstallaties die op dezelfde locatie staan.

Het gebruik van hulpketels die niet op de locatie van de aardgas-wkk staan neemt wat af. Het CBS heeft geen separaat zicht op het verbruik van hulpketels welke staan opgesteld bij de aardgas-wkk installaties. Deze warmteproductie daarvan wordt meegeteld bij warmteproductie van de aardgas-wkk installaties.

Restwarmte is opgenomen onder fossiele bronnen. De informatie is niet apart publiek beschikbaar vanwege het geringe aantal leveranciers van restwarmte en omdat het CBS de data nog niet compleet heeft, maar uit de warmte-etiketten is wel af te leiden dat het in 2018 ging om ongeveer 1 PJ.

Het warmteverlies is ongeveer een kwart van de warmte geleverd aan het warmtenet, overeenkomend met een derde van de warmte geleverd door de warmtenetten. Tussen de warmtenetten is veel variatie in warmteverlies. De belangrijkste factor (maar zeker niet de enige) daarbij is de verhouding tussen grote klanten en kleine klanten. Het meeste warmteverlies zit in de haarvaten van een warmtenet en een warmtenet met veel grote klanten heeft relatief weinig dunne leidingen en daardoor minder warmteverlies. Het warmteverlies lijkt af te nemen (tabel 3.2), maar de data zijn niet nauwkeurig genoeg om met zekerheid te zeggen dat er sprake is van een afname.

3.2 Kleine stadsverwarmingsnetten

Onder kleine warmtenetten verstaan we alle gebiedsgebonden netten welke primair bedoeld zijn voor het leveren van warmte aan gebouwen en welke niet vallen onder de grote netten. Gebiedsgebonden wil zeggen dat er sprake moet zijn van levering aan meerdere gebouwen. Ook volgens de Europese definitie van district heating geldt de voorwaarde van levering aan meerdere gebouwen.

Levering vanuit een collectieve aardgas gestookte ketel aan meerdere appartementen binnen één gebouw wordt beschouwd als blokverwarming op aardgas. Dit is onderwerp van paragraaf 3.4. Levering vanuit hernieuwbare energie-installaties binnen één gebouw beschouwen we niet expliciet in dit rapport. In de energiestatistieken worden deze systemen (vaak wko met warmtepompen) wel meegenomen, maar wordt het onderscheid tussen systemen in eigendom van de energieverbruiker en in eigendom van een energieleverancier niet gemaakt.

CBS heeft de kleine netten in beeld gebracht door gebruik te maken van data uit de rendementsmonitor van de ACM, inclusief aanvullende informatie van warmteleveranciers voor die gevallen dat er kleine netten bij een groot net geteld waren (zonder dat er sprake is van een fysieke connectie). De data uit de laatste rendementsmonitor loopt tot en met 2018. De totale levering van warmte met de kleine warmtenetten was ongeveer 2 PJ en bestond voor het grootste deel uit netten gevoed door een aardgas gestookte warmtekrachtinstallatie (veelal een aardgasmotor). Warmtekoudeopslag (wko), in combinatie met warmtepomp, leverde ongeveer een kwart van de warmte en biomassa was ongeveer goed voor 10 procent (Tabel 3.3). De gegevens over wko zijn hierbij relatief wel onzeker, omdat in de databron geen onderscheid wordt gemaakt tussen gebiedsgebonden en gebouwgebonden levering. Dit onderscheid heeft het CBS afgeleid uit de naam en nazoeken via informatie beschikbaar op internet.

Voor de kleine warmtenetten is geen informatie beschikbaar over de inzet van hulpketels. Het is daardoor minder goed mogelijk om het aandeel hernieuwbare energie van de kleine netten te kwantificeren.

Het aantal kleine warmtenetten kan niet precies afgeleid worden uit de data van de ACM, omdat zeker voor kleinere netten het onderscheid tussen gebiedsgebonden warmtelevering en gebouwgebonden warmtelevering lastig te maken is. Denk hierbij bijvoorbeeld aan winkelcentra. Ook worden soms meerdere kleine netten samen genomen in de rapportage aan de ACM. Op basis van de gemaakte analyse komen we op tussen de 100 en 200 kleine netten.

Tabel 3.3 Levering van warmte door kleine warmtenetten

	2015	2016	2017	2018
<i>Aansluitingen x1000</i>				
Aardgas WKK	37,2	35,4	36,4	37,3
WKO	12,9	13,4	14,1	14,3
Biomassa	5,7	6,1	6,8	7,3
Overig	2,6	2,9	4,8	5,0
Totaal	58,3	57,8	62,1	64,0
<i>Warmte in PJ</i>				
Aardgas WKK	1,3	1,3	1,3	1,4
WKO	0,5	0,6	0,6	0,6
Biomassa	0,2	0,2	0,2	0,2
Overig	0,1	0,1	0,1	0,1
Totaal	2,0	2,1	2,2	2,4

Bron: CBS

3.3 Stadsverwarming naar sector en aantal woningen op stadsverwarming

Als we de totale warmteleveringen van de grote en kleine warmtenetten uit paragraaf 3.1 en 3.2 optellen komen we uit op ongeveer 23 PJ warmtelevering de laatste jaren. Deze 23 PJ komt ongeveer overeen met 25 PJ leveringen van warm water aan de gebouwde omgeving en de landbouw zoals beschreven in paragraaf 2.2.

De cijfers in paragraaf 2.2 zijn afkomstig uit de CBS Energiebalans. Deze energiebalans bevat nog niet de nieuwste inzichten over de warmtenetten zoals beschreven in 3.1.3 over hulpketels en warmteverliezen. Echter, de effecten van deze nieuwste inzichten op totale levering van warmte (meer door hulpketels en minder door hogere distributieverliezen) heffen elkaar voor een groot deel op. Wat ook speelt is dat de warmtelevering aan de diensten berekend wordt als restpost van de warm waterbalans.

In de CBS Energiebalans staan ook gegevens over de verdeling van de warmteleveringen over de sectoren. Het gaat dan om de som van stoom en warm water. Bij warmteleveringen aan woningen, diensten en landbouw gaat het (bijna) volledig om warm water en dan met name via warmtenetten. Het grootste deel van de warmteleveringen aan deze drie sectoren (ongeveer 50 procent) gaat naar woningen, 15 tot 20 procent gaat naar de landbouw en de rest naar de diensten (35 tot 40 procent).

Het cijfer voor de landbouw komt van Wageningen Economic Research (2019) die dit heeft opgevraagd bij betrokken warmtebedrijven.

Het cijfer voor de woningen is gebaseerd op het aantal woningen in stadsverwarmingsgebieden zonder gasaansluiting maal het gemiddeld verbruik per woning (gebaseerd op gasverbruiken van vergelijkbare woningen qua woningtype, bouwjaar en oppervlakteklasse, door het CBS afgeleid uit de klantenbestanden van de netbedrijven). Het cijfer voor woningen bevat een aantal onzekere factoren: hoeveel woningen in stadsverwarmingsgebieden worden op een andere wijze dan via een warmte- of gasnet verwarmd, hoe kan het warmteverbruik van een woning op stadsverwarming het beste gerelateerd worden aan vergelijkbare woning op aardgas?

Het cijfer voor de diensten is de restpost en is daarmee relatief onzeker, temeer daar de warmteproductie door aardgashulpketels die niet staan bij een aardgas-wkk nog niet worden meegenomen in de CBS energiebalans en bij de distributieverliezen voor warmte nog met een

verliespercentage van 15 procent wordt gerekend, in plaats van de (ruim) 25 procent volgens de laatste inzichten.

In data vanuit de netten zoals beschreven in 3.1 en 3.2 is geen directe informatie beschikbaar over de sectoren waaraan warmte wordt geleverd. Wel is er uit de data verzameld voor de ACM rendementsmonitor informatie over het aantal aansluitingen en een onderscheid tussen groot- en kleinverbruik (met 100 kW als grens). Het totaal aantal aansluitingen van de grote en kleine warmtenetten samen was ongeveer 400 duizend in 2018, waarvan ca. 390 duizend kleinverbruikers. In termen van aantallen zullen dit vooral aansluitingen bij woningen zijn, maar onder de 100 kW zullen hier ook aansluitingen bij bedrijven bij zitten. Dit zijn er echter niet zoveel. We kunnen er van uitgaan dat het om ongeveer 375 duizend woningen gaat. Aan de andere kant komt het ook voor dat achter een zwaardere aansluiting meerdere woningen zitten. Volgens de warmtemeetbedrijven (NLVVE) zijn dat er ongeveer 50 duizend (ECN en CBS, 2017). Bij elkaar zijn dat dan circa 425 duizend woningen op stadsverwarming.

Volgens CBS was in 2017 5,6 procent van de woningen aangesloten op stadsverwarming en in 2019 5,9 procent (CBS, 2020). Er zijn ten tijde van het schrijven van dit rapport nog geen cijfers bij CBS bekend over 2018 betreffende het percentage woningen op stadsverwarming. Bij de bepaling van deze cijfers voor 2017 en 2019 is het CBS uitgegaan van alle woningen zonder gasaansluiting in stadsverwarmingsgebied zoals gedefinieerd door de postcodelijst van de ACM uit 2016. Het totaal aantal woningen eind 2018 was ongeveer 7,8 miljoen, wat betekent dat er dan 460 duizend woningen met stadsverwarming zouden zijn. Het WoON-onderzoek 2018 komt uit op een aandeel woningen met stadsverwarming van 5 procent (Stuart-Fox et al., 2019). Gegeven het steekproefkarakter van dit onderzoek is een extra cijfer achter de komma weinig betekenisvol.

Beide schattingen van het aantal woningen op stadsverwarming komen uit op ongeveer 450 duizend en liggen dicht bij elkaar gegeven de onzekerheden die er nog zijn. Een voorbeeld van een onzekerheid is het aantal woningen in een stadsverwarmingsgebied dat op een andere wijze dan via gas of stadsverwarming verwarmd wordt. Ook is het onzeker bij hoeveel aansluitingen < 100 kW het gaat om niet-woningen en hoeveel woningen zijn aangesloten op aansluitingen > 100 kW.

3.4 Blokverwarming

Gezien de geringe veranderingen bij blokverwarming die in voorgaande monitor zijn vastgesteld is besloten om deze paragraaf niet elk jaar te updaten. Daarom wordt dit jaar slechts een samenvatting van de resultaten van vorig jaar gepresenteerd. De methode, databeschrijving en verdere duiding zijn terug te vinden in de Warmtemonitor 2017.

3.4.1 resultaten

De totale levering van aardgas aan blokverwarmingscomplexen was ongeveer 16 PJ in 2017. Dat is iets meer dan de 12 PJ levering van warmte aan woningen met stadsverwarming. Ook het aantal woningen op blokverwarming is net wat meer dan het aantal woningen op stadsverwarming. Wel is de trend dat het aantal woningen op stadsverwarming groeit en op blokverwarming daalt.

Tabel 3.4 geeft het meest actuele overzicht van blokverwarming naar grootteklasse van het complex. De veranderingen ten opzichte in 2017 ten opzichte van 2015 zijn beperkt.

Tabel 3.4 Blokverwarming op aardgas naar grootteklasse van het complex

	Aantal complexen		Aantal woningen	
	2015	2017	2015	2017
<i>Aantal woningen</i>				
tot en met 25	3.361	3.300	50.051	49.034
26 tot en met 50	2.393	2.352	89.468	87.774
51 tot en met 75	1.283	1.261	79.912	78.463
76 tot en met 100	770	734	67.301	64.145
101 tot en –met 150	714	700	86.777	85.075
151 tot en met 200	294	287	50.402	49.205
Vanaf 201	206	204	62.570	62.150
Totaal	9.021	8.838	486.481	475.846

Bron: CBS

3.5 Stoomlevering

Niet alleen warm water voor de gebouwde omgeving maar ook stoom voor de industrie kan via netten van de producent naar één of meerdere verbruikers getransporteerd worden. Stoom is veel lastiger over grote afstanden te transporteren dan warm water en de lengte van stoomnetten is doorgaans hooguit een paar kilometer. Stoomnetten bevinden zich bij grote industriële clusters in Nederland, zoals Chemelot in Geleen of het industriegebied bij Delfzijl. Ook in de Rotterdamse haven zijn een paar industrieclusters waar stoomuitwisseling plaats vindt.

3.5.1 Beschrijving van enkele stoomnetten

Stoomnetwerk Chemelot in Geleen

USG Industrial Utilities levert aan het hele industriepark Chemelot ca. 950 ton stoom per uur (USG, 2019). Uitgaande van 3 GJ per ton stoom en 7000 uur per jaar komt dit overeen met 20 PJ. Hiervan is ruim de helft afkomstig van de fabrieken op de site. USG Industrial Utilities ontvangt deze stoom en distribueert deze op geschikte wijze naar de afnemers. De overige stoom - ongeveer 330 ton per uur - wordt door USG Industrial Utilities zelf gemaakt. De opgewekte stoomdrukken variëren van 18 tot 140 bar. Eenduidige kwantificering is lastig, omdat er ook veel hergebruik van stoom plaats vindt.

Stoomnetwerk in Delfzijl

Op het industrieterrein Delfzijl liggen diverse bedrijven die samenwerken op het gebied van stoom, gefaciliteerd door het havenbedrijf Groningen dat stoomleidingen aanlegt. Van oudsher is de warmtekrachtcentrale Delesto een belangrijke bron van stoom voor Nouryon (voorheen AKZO) en andere bedrijven (AKZO, 2014). Daarbij gaat het om stoom met verschillende druk- en temperatuurniveaus. Rond 2010 is een nieuwe afvalverbrandingsinstallatie (EEW) gebouwd op het

industrieterrein die stoom levert aan meerdere bedrijven en recentelijk is deze installatie uitgebreid voor levering van meer stoom (Petrochem, 2019). Daarnaast is in 2017 de ombouw van de bio-elektriciteitscentrale Golden Raand naar een bio-wkk centrale gereed gekomen en levert deze centrale stoom aan Nouryon (Nieuwsblad van het Noorden, 2017).

3.5.2 Kwantificering van warmtestromen in stoomnetten

Voor het beschrijven van stoomlevering hanteren we de definities zoals die gebruikt worden voor de Europese District Heating rapportage. Deze rapportage wordt gemaakt in het kader van de Europese Energiebesparingsrichtlijn. De Europese lidstaten leveren via deze rapportage sinds verslagjaar 2016 jaarlijks data aan Eurostat. Levering van stoom valt onder de Europese definitie van stoomnetten als deze gaat via een netwerk dat levert aan 2 of meer klanten. Dat betekent dat 1 op 1 relaties, bijvoorbeeld een joint-venture die alleen levert aan een fabriek, niet telt als district heating. Volgens de definitie in deze richtlijn telt stoomlevering in de industrie dus ook onder District Heating, ondanks dat de term 'district' en ook de Nederlandse vertaling 'stadsverwarming' niet direct aan industriële clusters doet denken.

Het CBS heeft de stoomnetten gedefinieerd zoals beschreven in District Heating rapportage Eurostat/EED (CBS, 2018b). Het aantal stoomnetten in 2018 was 8 stuks met ongeveer 60 klanten. De totale levering van stoom via stoomnetten was 37 PJ. Dat is meer dan de levering van warmwater via warmtenetten. Net als bij warmte voor de grote warmtenetten komt de meeste stoom uit wkk-installaties gestookt op fossiele brandstoffen, vaak aardgas maar soms ook restgassen. Verder komt er stoom uit wkk van afvalverbrandingsinstallaties. Ongeveer de helft daarvan telt als hernieuwbare energie, omdat het afval voor ongeveer de helft van biogene oorsprong is. Ook is er levering van stoom uit biomassa-wkk.

De stoomlevering via netten was in 2018 iets hoger dan in 2016 en 2017. De toename kwam vooral uit fossiele wkk.

De totale warmteaanvoer door de industrie was in 2018 75 PJ volgens de CBS Energiebalans. Ongeveer het dubbele van levering via netten. Deze andere leveringen betreffen vooral leveringen via 1 op 1 relaties (bijvoorbeeld via een joint venture) die niet voldoen aan de Europese Definitie van District Heating.

Tabel 3.5 Levering van stoom aan stoomnetten in 2017 en 2018 in PJ

	2017	2018
wkk-installaties met inzet van niet-hernieuwbare brandstoffen	22,6	24,3
wkk-installaties met inzet van hernieuwbare brandstoffen	2,9	2,9
Warmteketels met inzet van niet-hernieuwbare brandstoffen ¹	9,9	9,6
Warmteketels met inzet van hernieuwbare brandstoffen	0	0
Totaal	35,4	36,8

¹ Inclusief stoom uit exogene chemische reacties.

4. Koude

4.1 Totaal energieverbruik voor koeling

Het grootste deel van de koudebehoefte wordt ingevuld door koelmachines die staan op de plek waar koude nodig is. In het vorige rapport hebben we een beschrijving gegeven van de hoeveelheid elektriciteit die daarmee gemoeid is op basis van een rapport van KWA (2016). Het gaat in totaal om ongeveer 27 PJ elektriciteit in 2015, wat relatief weinig is ten opzichte van het totale finale energieverbruik voor warmte wat rond de 1000 PJ ligt (zie figuur 1 uit hoofdstuk 2).

Er is geen nieuwe informatie over het totale elektriciteitsverbruik voor koude beschikbaar. Wel heeft CBS een rapport gepubliceerd over een uitsplitsing van het energieverbruik naar toepassing voor enkele subsectoren uit de industrie, de staalindustrie en de voedingsmiddelenindustrie. De staalindustrie gebruikt nauwelijks energie voor koeling en bij de voedingsmiddelenindustrie was het aandeel elektriciteit voor koeling voor de 10 ge-enquêteerde relatief grote bedrijven 2 procent (CBS, 2019b). Dat is een stuk lager dan de studie van KWA welke uitkomt op 27 procent. Vermoedelijk zijn de 10 ge-enquêteerde bedrijven niet representatief voor de hele sector, maar interpretatieverschillen over de afbakening van elektriciteitsverbruik voor koeling zouden ook een kunnen spelen.

Vooraf in grote kantoorgebouwen en ziekenhuizen wordt ook gekoeld via warmtekoudeopslag systemen. De totale onttrekking van koude uit de bodem (welke gelijk is aan de afgevoerde warmte) via wko systemen was de laatste jaren ongeveer 2 PJ (CBS, 2020a).

4.2 Koudelevering via netten

De grote warmteleveranciers in Nederland leveren niet alleen warmte, maar ontwikkelen op relatief beperkte schaal ook koudenetten om koude te leveren. Op basis van informatie verzameld voor de rendementsmonitor van de ACM en navraag bij enkele leveranciers is een update gemaakt van de kwantificering van de koudelevering via netten zoals beschreven in de vorige rapportage.

Binnen de Europese Richtlijn voor gebouwen is er sprake van een koudenet als er distributie plaatsvindt van een gekoelde vloeistof vanuit een centraal (productie)punt door een leidingnet voor meerdere gebouwen, ten behoeve van het koelen van ruimtes. Deze definitie volgen we.

Koudelevering via netten (die meerdere gebouwen bedienen) was in 2015 tot en met 2016 goed voor 0,5 PJ en in 2018 goed voor 0,6 PJ afgevoerde warmte (vaak koude genoemd). Het aantal geïdentificeerde koudenetten was 20. De meeste koude komt daarbij uit hernieuwbare bronnen (bodem of oppervlaktewater), een veel kleiner deel komt uit compressie-koelmachines op elektriciteit.

De grootste koudenetten zijn die van Vattenfall in Amsterdam. In de vorige rapportage (CBS en TNO, 2019) zijn diverse individuele koudenetten besproken.

5. Referenties

AVR (2020) Jaarbericht. Klimaat in de hoofdrol. [https://www.avr.nl/nl/nieuws/jaarbericht-2019-\(AV\)klimaat-in-de-hoofdrol](https://www.avr.nl/nl/nieuws/jaarbericht-2019-(AV)klimaat-in-de-hoofdrol)

CBS en TNO (2019) Warmtemonitor 2017. Segers, R. Van den Oever, R., Niessink, R, Menkveld, M. (2019). <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2019/23/warmtemonitor-2017>

CBS (2019a) Houtverbruik huishoudens WoON-onderzoek 2018 <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2019/41/houtverbruik-huishoudens-woon-onderzoek-2018>

CBS (2019b) Disaggregation of the Statistics on final energy consumption <https://www.cbs.nl/en-gb/background/2019/42/final-energy-consumption-in-the-industry-sector>

CBS (2019c) Hernieuwbare Energie in Nederland 2019. <https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2019/40/hernieuwbare-energie-in-nederland-2018>

CBS (2020a) StatLine: Aardwarmte en bodemenergie; onttrekking van warmte en koude.

CBS (2020b) StatLine: Energieverbruik particuliere woningen; woningtype en regio's

CE (2020) Convenant duurzaamheid biomassa Jaarrapportage 2019 en mid-term evaluatie

ECN en CBS (2017) Monitoring warmte 2015, Menkveld, M., Matton, R., Segers, R., Vroom, J. en Kremer, A. ECN-E--17-018.

Eindhovens Dagblad (2020) [Stadsverwarming in Helmond gaat niet op biomassa draaien.](#)

Eneco (2018). Routekaart verduurzaming Stadswarmte Utrecht/Nieuwegein, Januari 2018, Versie 2.0. <https://nieuws.eneco.nl/download/508398/routekaartverduurzamingstadswarmteutrecht.pdf>

Eneco (2020). Persoonlijke communicatie met Eneco

Eneco (2020b) Persbericht Eneco plaatst eerste elektrodeboiler van Nederland in Haagse Wijk Ypenburg. <https://nieuws.eneco.nl/eneco-plaatst-eerste-elektrodeboiler-van-nederland-in-haagse-wijk-ypenburg/>

Eneco (2020c) Persbericht Eneco Elektrodeboiler WKC Ypenburg. <https://www.eneco.nl/over-ons/wat-we-doen/in-de-praktijk/elektrodeboiler-wkc-ypenburg/>

Eneco (2020d). Warmte etiketten 2018 <https://www.eneco.nl/warmte-etiket/>

Ennatuurlijk (2020). Persoonlijke communicatie met Ennatuurlijk

Ennatuurlijk (2020b). Warmtenet Breda <https://ennatuurlijk.nl/warmtenetten/breda>

Ennatuurlijk (2020c). Warmtesingel Breda <https://ennatuurlijk.nl/warmtesingel-breda>

Ennatuurlijk (2020d). Warmtenet Enschede <https://ennatuurlijk.nl/warmtenetten/Enschede>

Ennatuurlijk (2020e). Warmtebaan Enschede <https://ennatuurlijk.nl/warmtebaan-enschede>

Ennatuurlijk (2020f). Warmtenet Helmond <https://ennatuurlijk.nl/warmtenetten/helmond>

Ennatuurlijk (2020g). Warmtenet Eindhoven <https://ennatuurlijk.nl/warmtenetten/eindhoven>

Ennatuurlijk (2020h). Warmtenet Leeuwarden <https://ennatuurlijk.nl/warmtenetten/leeuwarden>

Eurostat (2020). SHARES 2018, summary result.

Gemeente Den Haag (2018). Den Haag aardgasvrij
<https://duurzamestad.denhaag.nl/wat-doet-de-gemeente/schone-energiebronnen/>

Gemeente Purmerend (2017). Routekaart – naar een aardgasvrij Purmerend in 2035

Greenport Westholland (2020). Verkenning warmte uit Rotterdam voor Zuidplaspolder (8 april 2020)
<https://greenportwestholland.nl/verkenning-warmte-uit-rotterdam-voor-zuidplaspolder/>

Haagse Aardwarmte Leyweg (2017). Haagse Aardwarmte Leyweg. Persbericht 12 oktober 2017
<http://haagse aardwarmte.nl/page/2/>

HVC (2020). Persoonlijke communicatie met HVC groep

HVC (2020b). Warmte etiketten HVC <https://www.hvcgroep.nl/sites/default/files/2020-05/Warmte-etiket%202019.pdf>

KWA (2016). Het elektrisch energieverbruik en het warmteaanbod van koelinstallaties voor een veertigtal bedrijfssectoren. In opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. KWA Bedrijfsadviseurs B.V., Amersfoort.

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2019), Integraal Nationaal Energie- en Klimaatplan.

NEN (2020) NTA 8800 Energieprestatie van gebouwen – bepalingmethode

Orgaworld (2019). Amsterdam: Greenmills anaerobe vergistingsfabriek
<https://orgaworld.nl/meer-over-ons-bedrijf/onze-locaties/amsterdam-greenmills>

Petrochem (2019) [Extra biostoom voor chemie Delfzijl](#)

Port of Rotterdam (2017). Warmte Alliantie Zuid-Holland aan de slag met warmtenet.
<https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/warmtealliantie-zuid-holland-aan-de-slag-met-warmtenet>

Programmabureau Warmte Koude Zuid-Holland (2020). Warmterotonde Zuid-Holland.
<https://warmopweg.nl/warmterotonde/>

Provincie Zuid-Holland (2019). Warmterotonde Zuid-Holland.
<https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/energie/productie-duurzame/warmte-warmterotonde/>

Stuart-Fox, M. Kleinepier, K. en Gopal, K. (2019). Energie besparen in de woningvoorraad: inzichten uit de Energiemodule WoON 2018, ABF. r2019-0053MS | 19195-WON.

SVP (2020). Persoonlijke communicatie met SVP

SVP (2020b). Warmte etiket SVP 2019 <https://www.stadsverwarmingpurmerend.nl/over-warmte/>

Vattenfall (2020). Persoonlijke communicatie met Vattenfall

Vattenfall (2020b): *CO₂ reductierapporten*.
<https://www.vattenfall.nl/producten/stadsverwarming/co2-reductie/>

Vattenfall (2020c). Informatie pagina biomassa Centrale Diemen
<https://www.vattenfall.nl/producten/stadsverwarming/biomassa/>

Vattenfall (2020d). Informatiepagina Noorderwarmte. <https://www.vattenfall.nl/duurzame-energie/stadswarmte/noorderwarmte/>

Vattenfall (2020e) Warmte etiketten stadsverwarming 2019
<https://www.vattenfall.nl/producten/stadsverwarming/warmte-etiket-2019/>

Wageningen Economic Research (2019) Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2018.

Warmtebedrijf Ede (2019a) Persoonlijke communicatie met Warmtebedrijf Ede (datum: april 2019)

Warmtebedrijf Ede (2019b). Warmtebedrijf Ede. <https://warmtebedrijfede.nl>

Warmtevisie Almere (2017). Warmtevisie gemeente Almere.
https://www.almere.nl/fileadmin/files/almere/bestuur/beleidsstukken/Beleidsnota_s/06c_BL_Warmtevisie_WARMTEVISIE.pdf

Warmtevisie Nijmegen (2018). Warmtevisie gemeente Nijmegen – in het kort. <https://nijmegen-oost.nl/files/nijmegen-oost.nl/uploads/files/714708/Warmtevisie-Nijmegen-korte-versie-181213.pdf>