

Welke energie gebruikt Utrecht in 2050?

Paul van Seters, Gert Jan Kramer, Wen Liu, Leo Meyer, Bert de Vries, Sander Willemsen

maart 2020

1. Inleiding

Twee sterk van elkaar verschillende Utrechtse organisaties, de energiecoöperatie Energie-U en het Copernicus Instituut voor Duurzaamheid (onderdeel van de Universiteit Utrecht), werkten het afgelopen jaar voor het eerst samen in het kader van de energietransitie in de stad Utrecht. Die samenwerking verliep succesvol en smaakte volgens betrokkenen naar meer. Wat bracht de twee organisaties in eerste instantie tot elkaar? En wat zijn de motieven om tijd en energie te steken in verdergaande samenwerking?

Op 20 juni 2019 organiseerde Energie-U een avond gewijd aan de toekomstige energievoorziening van de stad Utrecht. In parallelsessies kon het publiek luisteren naar zes deskundigen, waaronder een drietal van het Copernicus Instituut: Gert Jan Kramer (over waterstof), Martin Junginger (over biomassa) en Atse Louwen (over zonne-energie). Verder spraken Robin Berg van LomboXnet (over opslag en uitwisseling van energie), Maurice Hanegraaf van TNO (over geothermie), en Joost Brinkman van Rijne Energie (over eigenaarschap van nieuwe energievoorzieningen).

De tekst waarmee deze avond was aangekondigd ging ongeveer als volgt: “Welke energie gebruikt Utrecht in 2050? Het aardgastijdperk is in 2050 echt wel voorbij. Maar draait onze energievoorziening over dertig jaar voornamelijk op waterstof? Heeft geothermie zijn plek veroverd? Is de zon tegen die tijd dominant? Beheersen de windmolens van de polder Rijnenburg het toneel? Speelt biomassa nog een rol? En van wie is al die nieuwe energie dan?”

De focus van deze vragen is dus de energietransitie in Utrecht in de periode tot 2050. Wat is daar concreet de uitdaging? Het Klimaatakkoord van juni 2019 deelt de energietransitie op in de volgende vijf sectoren: 1) gebouwde omgeving, 2) mobiliteit, 3) industrie, 4) landbouw en landbouwgebruik, en 5) elektriciteit. Wij beperken ons hier om praktische redenen tot de eerste sector, de gebouwde omgeving, al zijn er ook raakvlakken met de tweede sector, mobiliteit, en de vijfde sector, elektriciteit.

De afspraken zoals die zijn neergelegd in het Klimaatakkoord van Parijs (2015), het Nederlandse Klimaatakkoord (2019) en de nieuwe Klimaatwet (2019) bepalen dat de gebouwde omgeving in Nederland in 2050 vrijwel volledig CO₂-neutraal moet zijn. Dat betekent, zo staat het letterlijk in het Klimaatakkoord, dat in de komende dertig jaar in ons

land 7 miljoen woningen en 1 miljoen gebouwen van het aardgas af moeten. Utrecht neemt met 350.000 inwoners hiervan ongeveer 2% voor zijn rekening.

Volgens de meest recente gegevens, zoals te vinden in de Utrecht Monitor 2019, telt de gemeente Utrecht thans 153.845 woningen. Over ‘gebouwen’ zegt de Monitor niets. Volgens de site van de gemeente Utrecht zijn in Utrecht van de bijna 154.000 woningen 120.000 woningen aangesloten op aardgas, en daarnaast nog 6000 gebouwen. Utrecht beschikt ook over een van de grootste warmtenetten van Nederland, de voornamelijk op aardgas draaiende Stadsverwarming van Eneco. Daarop zijn 37.500 woningen aangesloten en 1000 gebouwen.

In het Coalitieakkoord van juni 2018 heeft de gemeente Utrecht officieel vastgelegd dat in 2030 minimaal 40.000 woningen of andere gebouwen in de stad aardgasvrij moeten zijn. En in 2050 *alle* woningen en gebouwen. Als die gigantische operatie achter de rug is, dan zal al het gebouwgebonden energieverbruik (verwarming, warm water, installaties) in de stad Utrecht uitsluitend nog gevoed mogen worden door hernieuwbare energie.

Terug naar het Klimaatakkoord. Ook daar valt de nadruk op de enorme omvang van de uitdaging: zoals gezegd, in heel Nederland gaat het om in totaal 7 miljoen huizen en 1 miljoen gebouwen die van het aardgas af moeten. Maar het Klimaatakkoord benadrukt “dat de grootste uitdaging van [de transformatie van de gebouwde omgeving] geen technische, financiële of bestuurlijke opgave is, maar een sociale opgave. Dit gaat over mensen. Daarom geven we hier samen vorm aan, met bewoners, huurders, eigenaren, corporaties, bouwers, installateurs, etc.”

Het Klimaatakkoord schetst de contouren van die sociale opgave als volgt: “Dit doen we onder andere met een wijkgerichte aanpak. Warmtenetten of verbouwingen worden op wijkniveau georganiseerd. Praktijkvoorbeelden tot nu toe tonen aan dat dat succesvoller verloopt, naarmate burens daarin meer met elkaar en met de (lokale) overheid samenwerken. Gezamenlijk de juiste afwegingen maken, gezamenlijk de mogelijke ingrepen in de wijk en in de huizen organiseren – voor het gemak en de kosten – en misschien zelfs gezamenlijk de nieuwe (aard)warmtebron of zonnepanelencentrale bezitten. De duurzame transformatie van de gebouwde omgeving is ingrijpend maar biedt ook nieuwe kansen.”

Het Klimaatakkoord bepaalt in nog twee andere opzichten de marsroute van de energietransitie in Utrecht (en in de rest van Nederland). Hierboven zagen we al dat het Klimaatakkoord een nieuw instrument introduceerde: de wijkgerichte aanpak. Die aanpak maakt onderdeel uit van de Transitievisie Warmte die ieder van de 355 gemeenten in Nederland op last van het Klimaatakkoord vóór eind 2021 moet hebben vastgesteld, en die moet aangeven in welke volgorde de gemeente denkt de wijken van het gas af te halen tussen 2021 en 2050.

Daarnaast bevatte het Klimaatakkoord nog een tweede nieuwe instrument: de Regionale Energie Strategie (RES). Nederland is hiervoor opgedeeld in 30 regio’s, en in ieder van die regio’s moeten de gemeentes, de waterschappen en de provincies ook vóór eind 2021 een gezamenlijke energiestrategie vaststellen. Er is een overlap tussen de Transitievisie Warmte en de RES, maar wat de consequenties daarvan precies zijn is op dit moment nog verre van

duidelijk. In ieder geval heeft Utrecht aangekondigd dat het zowel zijn Transitievisie Warmte als zijn bijdrage aan de RES vóór eind 2020 in concept wil hebben afgerond.

Energie-U én het Copernicus Instituut zijn al geruime tijd betrokken bij al deze kwesties, zij het vanuit nogal van elkaar verschillende invalshoeken: Energie-U is een burgerinitiatief en zet zich in voor de burgers van Utrecht en hun belangen en mogelijkheden; het Copernicus Instituut is eerst en vooral bezig met het verrichten van onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en onderwijs. Beide organisaties verkennen thans de mogelijkheden om daarbij samen op te trekken. Wat is de bijzondere rol van burgers en burgerinitiatieven bij de verduurzaming van ons energiesysteem? Wat die van wetenschappelijk onderzoek en onderwijs? Kunnen die twee iets voor elkaar betekenen? Of zelfs elkaar versterken?

Wij starten in de volgende sectie met de vraag hoe de energievoorziening van Utrecht er in 2050 uit kan of zal zien. In de daaropvolgende secties zal de concrete betekenis van de energietransitie in Utrecht voor burgerinitiatieven en voor wetenschappelijk onderzoek nader worden verkend. Wij sluiten af met een sectie over de ambities van Energie-U en het Copernicus Instituut, en met een pleidooi voor verdergaande samenwerking tussen beide organisaties.

2. De energietransitie: het décor

Nederland heeft eerder te maken gehad met een energietransitie in de gebouwde omgeving en in de elektriciteitsvoorziening. In de jaren zestig van de vorige eeuw werd de productie van warmte en van elektriciteit, na de vondst van een enorm aardgasveld in de provincie Groningen, in hoog tempo overgezet van steenkool en aardolieproducten naar aardgas. Deze transitie van steenkool via aardolie(producten) naar aardgas was ‘bergaf’ en ‘top-down’. Individuele gebruikers werden in hoog tempo voorzien van de ‘comfort fuel’ aardgas vanuit een centraal geleide gasinfrastructuur. De elektriciteitsvoorziening schakelde ook over op aardgasgestookte centrales met hoog rendement en leverde elektriciteit vanuit een eveneens centraal geleide infrastructuur. Een zekere mate van decentralisering trad later op met de komst van warmte-kracht-koppeling (WKK) in de industrie en de glastuinbouw.

Hier is sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw verandering in gekomen. De eindigheid van voorraden en de politieke afhankelijkheid van buitenlandse leveranciers, en veel later de aardbevingen in Groningen en de grote maatschappelijke onrust daarover, hebben geleid tot een veel prudentere aardgaswinning – om het politiek te formuleren. Daar is de laatste jaren de zorg om de mogelijke gevolgen van klimaatverandering door de uitstoot van koolstofdioxide (CO₂) bij gekomen. Deze factoren samen leiden ertoe dat de gebouwde omgeving in Nederland nu voor een transitie staat naar een koolstofvrije energievoorziening. Deze is echter ‘bergop’ en, in veel opzichten, ‘bottom-up’. Het vereist lokale maatregelen om de warmtevraag te verminderen en het decentraal aanbod van warmte voor collectieve warmtedistributiestructuren en decentrale kleinschalige(r) vormen van elektriciteitsopwekking te organiseren.

Het aanbod van energie zal in toenemende mate komen van elektriciteit uit zonnepanelen en windturbines, en van warmte uit zon (zonnecollectoren) en uit de ondergrond (ultradiepe, diepe en ondiepe geothermie). Die laatste kan worden benut met behulp van warmtewisselaars (gesloten) of met warmte-koude-opslag (WKO), waarmee tot diepten van 250 m koeling resp. warmte kan worden verkregen met temperaturen tussen 5 °C en 30 °C. Deze systemen kunnen met inschakeling van warmtepompen vermogens leveren tot 10 MWth. Een andere mogelijkheid is om koolstofvrij gas te gebruiken, dat is verkregen op grond van elektrolyse van water (waterstof H₂) of verkregen uit chemische synthese, bijvoorbeeld uit biomassa ('groen' gas), onder gebruikmaking van duurzame bronnen.

Dit alles moet plaatsvinden tegen de achtergrond van een inmiddels geprivatiseerde sector van concurrerende aardgas- en elektriciteitsaanbieders. Deze situatie impliceert het vinden van een hernieuwde balans tussen individueel en collectief en tussen 'van bovenaf' en 'van onderop'. De varianten van een duurzame energievoorziening die wij in de volgende secties bespreken worden dan ook gekenmerkt door eigenschappen die zich typisch bevinden op twee verschillende, haaks op elkaar staande assen: centraal versus decentraal en technisch versus sociaal. Nieuwe initiatieven voor de verduurzaming van het energiesysteem zijn of (vooral) *centraal* georganiseerd of (vooral) *decentraal* georganiseerd; en die initiatieven benaderen de energietransitie (vooral) als een *technische* uitdaging of (vooral) als een *sociale* uitdaging.

3. Warmte en elektriciteit in de gebouwde omgeving

Verduurzaming op gebouw-niveau

De vraag naar en het aanbod van warmte en elektriciteit wordt door bewoners en gebruikers doorgaans gezien op *gebouw-niveau* (huis, kantoor, winkel). Verduurzaming houdt dan allereerst in dat maatregelen worden genomen om in het gebouw het gebruik ('de vraag') van warmte en elektriciteit te verminderen door isolatie, (drie)dubbel glas etc. Dit betekent in de huidige situatie vrijwel altijd een verminderde vraag naar aardgas. De optie om aardgas te vervangen door een vorm van waterstof of 'groen' gas blijft in beeld.

Daarnaast is het mogelijk om warmte en elektriciteit te betrekken uit de lokale omgeving. Bij warmte gaat het dan om zonnewarmte via zonnecollectoren voor warmwatervoorziening en om warmte voor verwarming en warmwatervoorziening op basis van omgevingswarmte. Dit laatste kan zijn: aardwarmte (geothermie) en/of warmte uit bodem, lucht en oppervlaktewater met behulp van een warmtepomp. Hierbij zal opslag van warmte en koude (WKO) een rol (moeten) spelen. Bij elektriciteit gaat het voornamelijk om zonnecellen (ook wel aangeduid met photovoltaïsch of PV).

Bij het gebruik van deze technieken speelt de zich snel ontwikkelende Informatie- en Communicatietechnologie (ICT) een prominente rol. Met name bij gebruik van warmtepompen en elektrische voertuigen, eventueel in combinatie met zonnecellen, kan het vraagpatroon voor elektriciteit van buiten de woning sterk verschuiven. Deze zaken zijn dan ook volop aan de orde bij de ontwikkeling van de 10.000 nieuwe woningen in de

Merwedekanaalzone, waarvoor de plannen door de gemeente onlangs naar buiten zijn gebracht.

Welke maatregelen kunnen en zullen worden genomen, en in welke volgorde en tegen welke kosten, verschilt per situatie. Voor huishoudens is vooral van belang wat bewoners zelf ervan vinden. Belangrijke vragen zijn: gaat het om huur- of koopwoningen? hoe staat het met de beschikbare tijd en kennis? en wat zijn het ervoor beschikbare inkomen en de financiële mogelijkheden? Voor zover de bewoners zelf de maatregelen (moeten of willen) nemen, zijn vooral betrouwbare informatie over technische mogelijkheden alsook kosten en financiering van belang. Bij woningen van woningbouwverenigingen en Verenigingen van Eigenaren (VvE) en ook bij huurwoningen is onderlinge afstemming van belang.

Verduurzaming op grotere schaal

Er

kan ook op *grotere schaal dan het individuele gebouw* worden gekeken. Dan wordt op niveau van enkele woningen, een straat of een buurt, of voor (een groep van) grote(re) gebouwen de warmte- en elektriciteitsvoorziening georganiseerd. Het gaat dan ofwel om gezamenlijk aanpakken van individuele woningen ofwel om koppelingen tussen woningen en gebouwen in geïntegreerde projecten. Het eerste wordt vooral gedaan om kostenverlagingen te realiseren. In Utrecht zijn al diverse zonnecelprojecten tot stand gekomen. Buurtstroom, in 2016 gestart onder de vlag van Energie-U, maar sinds 2017 georganiseerd als zelfstandige energiecoöperatie, heeft de afgelopen twee jaar in Utrecht en omgeving (Bunnik, Werkhoven, IJsselstein) negen projecten gerealiseerd, en heeft aanvang 2020 een aantal projecten in voorbereiding. Zie <https://www.energie-u.nl/buurtstroom/>.

Het tweede heeft meestal als doel om grootschalige warmte te benutten. Een voorbeeld is het plaatsen van een (middel)grote warmtepomp of het benutten van een aardwarmtebron – eventueel in combinatie met een WKO – voor bij elkaar gelegen gebouwen, winkels en huizen. Een interessant voorbeeld hiervan in Utrecht is de warmtepomp die Eneco en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden gaan bouwen in Overvecht (de opening van ‘de grootste warmtepomp van Nederland’ staat gepland voor 2021). Deze warmtepomp gaat zoveel warmte onttrekken aan rioolwater dat daarmee 10.000 huishoudens van warm water kunnen worden voorzien.

Er ontstaan op deze manier interessante koppelingen tussen de vraag naar warmte, elektriciteit en mobiliteit op gebouw- en wijkniveau. Een prominent voorbeeld daarvan in Utrecht is het bedrijf *We Drive Solar*, van Robin Berg, pas enkele jaren geleden gestart als buurtinitiatief in Lombok, onder de naam LomboXnet. Zie in dit verband ook een recent initiatief op Utrecht Science Park: https://www.dub.uu.nl/nieuws/ruim-dertig-extra-laadpalen-voor-elektrischeautos-het-usp?utm_medium=email. Dergelijke koppelingen behoren ook tot de ambities van Energie-U bij de ontwikkeling van het Zonnepark Meijewetering, de eerste zonneweide in Utrecht (2000 panelen). Zie <https://www.energie-u.nl/meijewetering/>.

Verduurzaming op nog grotere schaal

Het is ook mogelijk om op (nog) grote(re) schaal de warmtelevering ter hand te nemen. Dit kan in de vorm van een grootschalig warmtedistributienet, waarvoor de warmte wordt

geleverd vanuit aardwarmte uit diepteboorings, uit met ‘groen’ gas of waterstof gestookte eenheden of uit centrale warmtepompsystemen. In feite is de Stadsverwarming van Eneco in Utrecht bezig met de verkenning en ontwikkeling van al deze mogelijkheden. Zie de ‘Routekaart verduurzaming Stadswarmte Utrecht/Nieuwegein’ van Eneco (versie 2.0, januari 2018), <https://www.utrecht.nl/fileadmin/uploads/documenten/wonen-en-leven/duurzamestad/energie/Routekaart-Eneco-Verduurzaming-Stadswarmte-Utrecht-Nieuwegein.pdf>. Om voor dergelijke grootschalige projecten een potentieel en tijdsplan te ontwikkelen, moeten op gebouw- en buurtniveau, naast het verzamelen van gebruiksgegevens, de juiste actoren en instituties worden gemobiliseerd: nieuwe burgerinitiatieven (buurtstroom, buurtwarmte, de energieke samenleving), energieleveranciers (gas, elektriciteit), installateurs, woningbouwcorporaties, VvE’s, banken, adviseurs en gemeentelijke instanties.

Op dit moment ligt hier nog een aantal hindernissen. Zo is het wettelijk verboden, om veelal goede redenen (bijvoorbeeld van veiligheid), om warmte of elektriciteit onderling uit te wisselen tenzij daar speciale constructies voor worden bedacht. Bij gebouwen in handen van een VvE zijn investeringen in een koolstofvrije energievoorziening pas lonend als een minimumaantal leden, en liefst alle leden, bereid zijn mee te doen. De mogelijkheden om dit af te dwingen zijn beperkt. Bij verwarming door warmtepompen en/of aardwarmte op de schaal van meerdere huizen moet ervaring worden opgedaan met betrouwbare contracten inzake kostenberekeningen en -toewijzingen. Deze en andere hindernissen komen uitvoerig aan de orde in het recente onderzoek naar acht Nederlandse buurtwarmte-initiatieven. Zie <https://www.hieropgewekt.nl/uploads/inline/Bewonersinitiatieven-en-gemeenten-in-delokale-warmtetransitie-1.pdf>.

Dit zijn dan ook enkele van de grote uitdagingen, waarin betrokkenheid van burgers van doorslaggevend belang is. Ook in deze situatie zijn overigens de energieleveranciers belangrijke actoren: er blijft vrijwel altijd een uitwisseling (overschot en tekort) nodig met andere energiedragers (aardgas, waterstof) en elektriciteit. De nauwe samenwerking tussen verschillende partijen is zichtbaar in de samenstelling van de Regietafel Energietransitie Utrecht, die op initiatief van de gemeente Utrecht in juni 2016 van start is gegaan. Die Regietafel bestaat uit de volgende vijf partijen: Stedin (netwerkbijdrager), Eneco (energiebedrijf), STUW (platform voor de Utrechtse woningbouwcorporaties), Energie-U en de gemeente Utrecht.

4. Een viertal modelstudies voor Utrecht

Om meer inzicht te krijgen in de toekomstige duurzame warmtevoorziening voor Utrecht, is er bij het Copernicus Instituut de afgelopen twee jaar een aantal verkennende studies uitgevoerd (zie de referenties in Bijlage II). De tabel in Bijlage I geeft een overzicht van vier studies over de warmtetransitie in de stad Utrecht. Hoewel deze studies de transitie op een verschillend schaalniveau bestuderen, wordt in alle vier het belang van locatiespecifieke oplossingen benadrukt. Projectkosten zoals voor isolatiemaatregelen, de installatie van warmtepompen, de aanleg van warmtenetten en de versterking van elektriciteitsnetten, blijken

vaak afhankelijk van lokale omstandigheden. De ruimtelijke mogelijkheden en beperkingen—denk aan de bestaande infrastructuur en de beschikbaarheid van duurzame warmtebronnen—spelen ook een belangrijke rol in het bepalen van de mogelijke oplossingen. Het verzamelen van locatiespecifieke data en gebruikmaking daarvan in de analyses is daarom erg belangrijk.

Hieronder presenteren wij eerst kort de belangrijkste mogelijkheden en onderdelen: stadsverwarming (ook wel aangeduid als District Heating of DH) en warmtepompen. Vervolgens bespreken wij de uitkomsten van de vier studies. Ten slotte beschrijven wij het onderzoek dat wij in de nabije toekomst willen uitvoeren en hoe dit kan bijdragen aan de dialoog met de buurtinitiatieven en met andere betrokkenen.

Stadsverwarming

Het meest voorkomende en belangrijkste *collectieve systeem* van warmtevoorziening is wijk- of stadsverwarming. Het verbindt diverse lokale warmtebronnen met elkaar door middel van een netwerk van geïsoleerde pijpen. De eerste DH of stadsverwarming in Nederland werd in 1923 aangelegd in Utrecht. Andere steden volgden snel daarna. Voordat olie en gas op grote schaal beschikbaar kwamen was stadsverwarming een verhoudingsgewijs efficiënte vorm van warmtevoorziening, met steenkool of turf als brandstof.

Dat DH weer opnieuw in de aandacht komt is omdat op deze wijze lokale bronnen van warmte – en brandstoffen – die anders verloren gaan, kunnen worden benut voor de lokale warmtevraag. In de laatste decennia zijn er de nodige ontwikkelingen geweest in DH. De huidige systemen hebben meestal één centrale warmtebron: industriële afvalwarmte of warmte van afvalverbrandingsovens, op biomassa gestookte ketels, aardwarmte uit diepe putten e.a. Fossiele brandstoffen, zoals aardgas, spelen in de huidige systemen ook nog een belangrijke rol, maar zullen in toekomstige systemen waarschijnlijk uitsluitend gebruikt worden om piekcapaciteit te leveren. Meestal gaat het om water met een temperatuur van iets onder het kookpunt van 100 °C. Er wordt echter steeds meer gebruik gemaakt van lagere temperaturen, omdat dan meer lokale bronnen kunnen worden benut, zoals aardwarmte uit minder diepe putten en door warmtepompen (WP of HP) geleverde warmte.

Warmtepompen

Warmtepompen zijn ook een belangrijke optie voor *individuele systemen* in een of enkele woningen, winkels of kantoren. Elektriciteit wordt dan gebruikt om lage-temperatuur warmte in bodem, oppervlaktewater of lucht ‘op te pompen’ naar hogere temperaturen, tot 70 à 80 °C. Het energetisch rendement ervan wordt uitgedrukt in de efficiëntie-coëfficiënt (‘Coefficient of Performance’ of COP): de verhouding tussen de hoeveelheid geleverde warmte die is verkregen en de hoeveelheid elektriciteit (in warmte-eenheden uitgedrukt) die ervoor nodig is.

De grondgebonden WP werkt op bodemwarmte en heeft in het algemeen een hogere COP dan een luchtgebonden WP. Bij gebruik van een WP moet het gebouw uiteraard goed geïsoleerd zijn. Vloerverwarming heeft de voorkeur vanwege de relatief lage watertemperatuur van de aangeleverde warmte. Om een indruk te geven: een efficiënte luchtgebonden WP met een COP van 2,5 uit de buitenlucht van tussen -20 °C en 0 °C kan oppompen tot 45 °C en 65 °C respectievelijk. Een efficiënte grondgebonden WP kan bij buitenluchttemperaturen tussen 0

°C en 10 °C warmte leveren van 65 °C tot 75 °C bij een COP van 3. Voor grotere complexen zoals ziekenhuizen, hotels of een universiteitscampus worden hybride WP's gebruikt in combinatie met warmte-opslag in waterdragende lagen ('aquifer thermal energy storage' of ATES). In de utiliteitssector is WKO al bijna 20 jaar populair omdat koeling hier echt wat waard is, en de WKO hier effectief in voorziet, goedkoper en beter dan een aparte warmte-installatie.

Resultaten van vier studies

De *eerste van de vier studies* betrof een onderzoek naar technisch-economische alternatieven voor een duurzaam warmtesysteem in Utrecht in 2050. Voor de analyse is gebruik gemaakt van het softwaretool EnergyPLAN en zijn drie CO₂-vrije warmtescenario's gesimuleerd naast een referentiescenario. Het eerste scenario gaat uit van een *collectieve* oplossing gebaseerd op een grootschalig hoge-temperatuur warmtenetwerk, waarbij woningen tot label B nageïsoleerd worden. Zo'n warmtenetwerk zou deels gevoed kunnen worden met lokale duurzame bronnen zoals diepe geothermie, biomassa of restwarmte van de asfaltfabriek, en deels met biomassa van elders. Het tweede scenario gaat uit van een *individuele* oplossing op basis van elektrische warmtepompen, waarbij de woningen tot label A nageïsoleerd worden. Lokale bronnen als wind en zon-PV worden ingezet voor de productie van de benodigde elektriciteit. Het derde scenario is een *mix* van scenario 1 en 2 en zet deels in op een collectieve en deels op een individuele oplossing.

Alle drie de scenario's leiden tot een CO₂-vrije warmtevoorziening maar met verschillende energetische en economische impact. Het eerste scenario resulteert bijvoorbeeld in slechts 3% reductie van de energievraag ten opzichte van het referentiescenario, het tweede en derde in respectievelijk 17% en 7% reductie. Het collectieve scenario is het minst efficiënt, vanwege het lagere niveau van isolatie. In het individuele scenario daarentegen zijn de kosten het hoogst: op een jaarlijkse basis zijn die kosten 170% en 80% hoger dan in het collectieve scenario en het mixed scenario. Om een duurzaam warmtesysteem te realiseren, worden de jaarlijkse kosten per woning geraamd op 375 euro in het collectieve scenario, 665 in het mixed scenario, en 1030 euro in het individuele scenario.

De *tweede studie* richtte zich specifiek op het warmtenetwerk in Utrecht. Onderzocht is of de technisch-economische prestatie van het netwerk verbeterd kan worden door hoge-temperatuur thermische energieopslag in aquifers (in het Engels afgekort als ATES). Met de softwaretool EnergyPRO zijn verschillende duurzame warmtebronnen (zoals diepe geothermie en biomassa) als input in het Utrechtse warmtenet doorgerekend. Geconcludeerd wordt dat een hoge-temperatuur ATES tot een succesvolle businesscase kan leiden indien een overschot aan duurzame warmtebronnen met lage operationele kosten (diepe geothermie) beschikbaar is gedurende de zomermaanden. De opgeslagen surplus warmte zou dan in de wintermaanden in het warmtenet gevoed kunnen worden in plaats van duurdere bronnen (zoals biomassa).

In de *derde studie* is een model ontwikkeld waarmee de kosten en opbrengsten doorgerekend kunnen worden van een duurzaam warmtesysteem waarbij de temperatuur van de warmte onttrokken aan geothermieputten tot 2 kilometer diep (dus geen diepe geothermie) wordt

opgevaardeerd met grootschalige warmtepompen. De studie concludeert dat de productiekosten van duurzame warmte op basis van zo'n system onder de gekozen condities kan concurreren met duurzame warmte uit diepe geothermie.

In de *vierde studie* is onderzoek gedaan naar buurten in Overvecht. Met het Vesta MAIS model, ontwikkeld door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), zijn de kosten van duurzame alternatieven voor aardgas als warmtebron doorgerekend. De resultaten suggereren dat voor drie Overvechtse buurten ('Neckardreef en omgeving', 'Zambesidreef en omgeving' en 'Wolga- en Donaudreef en omgeving') een lage-temperatuur warmtenetwerk (tot 60 °C) de kosten-optimale oplossing kan zijn, terwijl voor de buurt 'Poldergebied Overvecht' de individuele warmtepomp als aantrekkelijkst naar voren komt, en voor de overige buurten een hoge-temperatuur warmtenetwerk. Deze resultaten zijn gevoelig voor de maatschappelijke discontovoet, renovatiekosten, en investeringskosten van verwarmingsopties. Wanneer de maatschappelijke discontovoet bijvoorbeeld wordt verhoogd van 4% tot 5%, geven de twee buurten Neckardreef en Zambesidreef waarschijnlijk de voorkeur aan een hoge-temperatuur warmtenetwerk.

Toekomstig onderzoek

Op grond van het bovenstaande is het onze prioriteit om op buurtniveau de mogelijkheden voor een duurzame warmtevoorziening nader te verkennen. Dit zal zich binnen de onderzoeksgroep van het Copernicus Instituut richten op twee aspecten.

In de eerste plaats zal op buurtniveau een bestand worden aangelegd met gegevens over lokale warmtebronnen, over bestaande transportnetwerken voor warmte en elektriciteit, over de kenmerken en energielabels van bestaande gebouwen en over geologische en hydrologische omstandigheden voor energie-opslag. Deze *heat portfolios* worden dan gebruikt om plausibele mogelijkheden (collectief, individueel, hybride) voor de transitie te identificeren. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van QGIS, een vrij beschikbaar geografisch informatiesysteem (GIS), om de data ruimtelijk te analyseren en visualiseren. Op grond van deze verkenningen worden twee of drie buurten gekozen voor een vervolgonderzoek.

In de tweede plaats wordt een stap-voor-stap benadering gevolgd om de diverse mogelijkheden voor gebouwisolatie en -renovatie en de inzet van (lokale) duurzame warmtebronnen in kaart te brengen. Daarbij wordt gestreefd naar een optimale inzet van de beschikbare middelen – met andere woorden: de hoogst mogelijke vermindering van koolstofemissie tegen de laagst mogelijke kosten. Daartoe worden geïntegreerde pakketten investeringen en maatregelen beoordeeld tegen de kosten van beschikbare warmtebronnen.

Onze keuze voor verder onderzoek op *buurtniveau* wordt gerechtvaardigd door de conclusies van al onze tot nu toe afgeronde studies. Dit betekent dat wij bij ons onderzoek optimaal gebruik willen maken van de ervaringen van de in Utrecht actieve buurtinitiatieven, en omgekeerd, dat wij met de uitkomsten van ons onderzoek ook direct willen bijdragen aan de dialoog met deze buurtinitiatieven. Wij beschouwen die dialoog, zowel met individuele

buurtinitiatieven als met het collectief daarvan onder de vlag van Energie-U, als een belangrijke meerwaarde van ons onderzoek.

5. Aardwarmte

Betrokken instanties en projecten

Zoals

al eerder vermeld is aardwarmte, ook wel geothermisch energie genoemd, uit diepteboringen voor levering in een grootschalig warmtedistributienet ook voor Utrecht een interessante mogelijkheid. Het is als warmtebron voor verwarming in principe aantrekkelijker dan aardgas – er is immers geen CO₂-uitstoot. De toepassing daarvan in de Utrechtse gebouwde omgeving zal echter moeten worden afgewogen tegen andere opties zoals groen gas, WKO en een klein netwerk met warmte en elektra uit de directe omgeving. Het moet, kortom, worden bekeken als onderdeel van een groter plan.

We moet dan ook tijdig overleg plaatsvinden tussen de verschillende betrokken partijen over de lopende projecten. De volgende instanties en activiteiten zijn in dit stadium van belang:

1. Het Expertisecentrum Warmte ([ECW](#)) is een landelijke organisatie die kennis levert aan gemeenten over de warmtetransitie. Het maakt startanalyses en onderzoekt strategieën voor aardgasloze verwarming, waaronder ‘strategie 2’: warmte-netten met midden- en hoge temperatuurbron (ruimteverwarming en warmtapwater). De bronnen kunnen industriële restwarmte zijn of geothermie. In maart 2020 komt er een uitgebreide startanalyse, waarbij ook gespecificeerde kanskaarten voor geothermie zullen worden gepresenteerd.
2. De kansen op geothermie worden in beeld gebracht met de [kanskaart van TNO](#). Van 60% van het Nederlands grondgebied is nog niet duidelijk wat de mogelijkheden voor aardwarmte zijn. Van Utrecht en de directe omgeving lijkt nog zeer weinig bekend over de technisch en economisch winbare hoeveelheden aardwarmte. Er komt op zijn vroegst in de loop van dit jaar meer duidelijkheid of er een potentieel is voor aardwarmte voor de gemeente Utrecht. De kans is 50% – zegt TNO – dat het seismisch onderzoek gaat leiden tot proefboringen, en dan is het nog maar de vraag of er vervolgens werkelijk putten worden geslagen voor productie. Dat kan pas als er voldaan wordt aan de eisen met betrekking tot veiligheid, doorlaatbaarheid water, geografische match met warmtenetten. Dan is er nog het draagvlak, juridische hobbels, besluitvorming gemeente en provincie. Pas in 2023 lijkt daar voldoende duidelijkheid over te verwachten om aardwarmte in de planning op te nemen.
3. [Warmtebron Utrecht](#) onderzoekt of aardwarmte een veilig, haalbaar en betaalbaar alternatief kan worden voor het gebruik van gas, Het voert daarvoor twee onderzoeksprojecten uit.
4. Het eerste project van Warmtebron is [Lean](#). Lean heeft in de provincie Utrecht in acht gemeenten onderzoek gedaan naar aardwarmte tot een diepte van 3 km. Daarbij

kwam Nieuwegein uit de bus als de meest kansrijke optie om onderzoek te doen naar de aanwezigheid van aardwarmte, en wel vlak bij het warmte-overdacht station van Eneco. Een proefboring naar 2700 m kan op zijn vroegst beginnen in 2021, als alle vergunningen rond zijn. Indien de proefboring succesvol is, dan kan tweede put worden geboord en kan er aardwarmte gewonnen worden.

5. Het tweede project van Warmtebron is [Goud](#). Binnen het project Goud (Geothermie Oost-Utrecht Duurzaam) onderzoekt een aantal partijen of aardwarmte in de vorm van ultradiepe geothermie (UDG) mogelijkheden biedt om gebouwen in Oost-Utrecht te voorzien van duurzame energie. In het gebied liggen al drie warmtenetten en er bestaat een specifieke warmtevraag vanuit de bedrijven op Rijnsweerd, kennisinstellingen op Utrecht Science Park en het UMC Utrecht. De centrale vraag is of er in aardlagen dieper dan *vier kilometer* winbare warmte zit om in een groot deel van deze warmte- en elektriciteitsbehoefte te voorzien. Goud is één van de zes projecten in Nederland die [Green Deal UDG](#) getekend hebben en deel uitmaken van het Exploratie Werkprogramma voor Ultradiepe Geothermie van het ministerie van EZK.
6. Er is een Stichting [Platform Geothermie](#) (SPG), een NGO die zich richt op de toepassing van (diepe) geothermie in Nederland. Er is een groot aantal technische bedrijven en instellingen bij aangesloten. In 2018 schreef het Platform: “De ontwikkeling van de vraag naar duurzame warmte en de bijbehorende ontwikkeling van warmtenetten verloopt te traag voor het behalen van de gestelde klimaatdoelen. Het aansluiten van voldoende woningen op een warmtenet is een langdurig traject. Dat traject met de bijbehorende dialoog met de bewoners moet in veel gemeenten nog worden opgestart. SPG roept de overheid daarom op om niet alleen het aanbod van duurzame warmte te helpen ontwikkelen, maar ook de vraagontwikkeling krachtig te stimuleren.”
7. [Masterplan Aardwarmte](#). De verschillende samenwerkingsverbanden van bedrijven [DAGO](#), [EBN](#), (Energiebeheer Nederland), [Stichting Warmtenetwerk](#) en Stichting Platform Geothermie hebben samen een Masterplan gemaakt (mei 2018). Van 3 PJ nu naar 50 PJ in 2030, naar 200 PJ in 2050! Mooi overzicht van landelijke vooruitzichten voor 2030/2050 en alle voorwaarden waaraan moet worden voldaan: bestuurlijk, financieel, technisch, juridisch etc. Daarin uiteraard ook het nodige over ‘draagvlak’. De uitdaging ligt vooral in het vinden van een geschikte plek voor een aardwarmtebron. Daarvoor zijn drie zaken essentieel. Zo moet de benodigde gesteentelaag geschikt zijn en op de juiste diepte liggen, er moet een warmtevraag zijn en ten slotte mogen de warmtebron en warmtevraag niet al te ver uit elkaar liggen. Er zijn ook gebieden uitgesloten vanwege, bijvoorbeeld, de drinkwaterwinning.

Mogelijke bijdragen aan burgerinitiatieven en onderzoek

Vanuit

Energie-U bestaat de wens dat bewoners straks positief deelgenoot zijn van de Utrechtse

warmtetransitie, en ook echt iets te kiezen hebben, zodat ze mee kunnen beslissen over hun eigen warmtevoorziening, zeker ook wanneer geothermie daadwerkelijk een rol gaat spelen. De vraag is wat Energie-U – in samenwerking met andere partijen – zou kunnen doen om bewoners te zijner tijd in staat te stellen om keuzes te maken. Voorlopig zijn er te weinig gegevens om uit te maken of aardwarmte een rol van betekenis kan gaan spelen binnen de gemeente Utrecht. Het kan nog jaren duren voordat hier duidelijkheid in komt. (Dat ligt anders voor Nieuwegein, afhankelijk van de resultaten van de proefboringen.) Energie-U zou wel alvast kunnen zorgen voor een goede informatievoorziening over de stand van zaken met betrekking tot aardwarmte aan de deelnemers van de verschillende buurtinitiatieven in de gemeente Utrecht.

Aangezien de gemeente dit jaar de Transitievisie Warmte op tafel moet leggen, is het van belang dat de besluiten zodanig genomen worden dat toekomstige toevoeging van aardwarmte aan het Utrechtse restwarmte-net niet wordt bemoeilijkt of uitgesloten. Het warmtenet en eventuele uitbreidingen zouden dus zo moeten plaatsvinden dat geothermische bronnen (alle temperatuur-zones) in de toekomst daar makkelijk op aangesloten kunnen worden (“geothermie-klaar”). De keuze van temperaturen, debieten en verbruikspatronen aan de vraagkant kunnen hierbij van groot belang zijn. Het Copernicus Instituut zou na kunnen gaan in hoeverre een ‘locked-in’ situatie voorkomen kan worden bij de verdere ontwikkelingen van warmtenetten en decentrale warmtepomp-voorzieningen. Dan blijft er voor de burgers in de komende jaren ook iets te kiezen.

6. Bewonersinitiatieven voor energietransitie in Utrecht

Er zijn in Utrecht al jarenlang veel bewonersinitiatieven actief in de energietransitie. Energie-U is daar zelf een voorbeeld van! Opgericht in 2010 alweer, door een groep Utrechters die vond dat het nodig was samen de handschoen op te pakken en te werken aan coöperatieve energieopwekking uit zonne- en windenergie, aan collectieve inkoop van zonnepanelen, aan voorlichting, aan besparing. Er ontstond met hulp van de gemeente een netwerk van energieambassadeurs. Actieve bewoners die bij elkaar in de buurt woonden, vormden groepen.

Vanaf 2016 heeft Energie-U Buurtstroom ontwikkeld en groot gemaakt. Buurtbewoners nemen het initiatief om de eigenaar van een groot dak in hun buurt te verleiden dit dak ter beschikking te stellen aan de buurt voor een zonnestroominstallatie die bekostigd wordt door bewoners, die er zelf ook profijt van hebben. De mensen worden gevoelsmatig deelnemer in het buurtproject en worden formeel lid van de centrale coöperatie Buurtstroom, opgezet vanuit Energie-U. De centrale coöperatie verzorgt de zakelijke, technisch-economische kant, en helpt de buurtbewoners om de sociaal-maatschappelijke kant makkelijker te maken.

Na 2016 ging het in dit informele en groter wordende netwerk ook over warmte. Daarbuiten ook. Warmtepompen waren voor de pioniers het nieuwe onderwerp. Het stadsbrede warmtenet (de Stadsverwarming van Eneco) werd maatschappelijk en politiek een groot onderwerp. De gemeente initieerde het traject naar het aardgasvrij maken van wijken, te

beginnen in Overvecht-Noord. Daarmee werden voor het eerst ook bewoners die er niet zelf over begonnen, onderdeel van de energietransitie.

De volgende stap is Buurtwarmte. Daarvoor onderscheiden we twee modellen: alleen warmteopwekking realiseren en dat aansluiten op het bestaande warmtenet, net zoals bij Buurtstroom; en een algeheel nieuwe warmtevoorziening bestaande uit bron, netwerk en huisaansluitingen. Dit tweede model is significant anders dan Buurtstroom, niet alleen doordat er meer onderdelen bij horen, maar ook omdat nagenoeg alle buurtbewoners deelnemer zullen moeten zijn.

Het werk van de buurtgroepen is uiteraard de belangrijkste pijler die nodig is om te komen tot buurtwarmteprojecten en -projecten. Maar Energie-U probeerde daarbij te helpen door het organiseren van kennis- en inspiratiesessies over diverse onderwerpen in de warmtetransitie, zoals over de techniek van warmtenetten, een sessie met buurtwarmtecoöperatie Thermo Bello uit Culemborg, en de grote sessie in juni 2019 over de energievoorziening van Utrecht in 2050.

Daarnaast initieerde Energie-U bijeenkomsten over het aardgasvrij maken van buurten en wijken. Zo ontstond een groep buurtinitiatieven met diverse achtergrond, herkomst, omvang, ambitie, context. Ook in Overvecht-Noord organiseerden bewoners zich. De verwachting is dat nieuwe buurtinitiatieven zich de komende jaren zullen melden, ook door de voorbeeldwerking van de reeds bestaande initiatieven. En natuurlijk ook in reactie op de Transitievisie Warmte van de gemeente Utrecht, die naar verwachting eind 2020 gereed zal zijn.

Dit zijn de Utrechtse buurtwarmte-initiatieven waarmee Energie-U momenteel te maken heeft:

1. *Lunetten* is gebouwd in de jaren zeventig en tachtig. Er is in de hele buurt (Lunetten-Noord en Lunetten-Zuid) een ongeveer gelijke verdeling van koop/vrije sector en sociale huur (corporatiewoningen). De groep in Lunetten komt voort uit de Burgertop Lunetten, door bewoners geïnitieerd met als doel om samen na te denken over de tweede veertig jaar Lunetten. Uit deze Burgertop kwam energietransitie als belangrijk onderwerp naar voren. In de Omgevingsvisie die daarna door de gemeente voor Lunetten is gemaakt, kreeg dat een vervolg. De Werkgroep Energietransitie Lunetten onderzoekt thans de mogelijkheden voor een eigen buurtwarmteplan.
2. *Hoograven* is ontwikkeld in twee fasen. Oud-Hoograven is gebouwd in de jaren dertig, en bestaat voornamelijk uit koopwoningen; Nieuw-Hoograven is gebouwd in de jaren vijftig, bestaat merendeels uit sociale woningbouw, maar heeft daarnaast ook middenhuur- en koopwoningen. De groep in Hoograven bouwt voort op jarenlang transitiewerk door bewoners, met collectieve inkoop van zonnepanelen, met groene daken, met informatiebijeenkomsten. Hier werd ook het eerste buurtstroomproject van Utrecht gerealiseerd, op het dak van kringloopcentrum de ARM aan de Verlengde Hoogravenweg. Hoograven Duurzaam beschikt over een

creatieve site (www.hoogravenduurzaam.nl), die een brede betrokkenheid bij de energietransitie laat zien.

3. *Tuindorp* is gebouwd tussen 1930 en 1937, en bestaat bijna uitsluitend uit particuliere laagbouw. De groep in Tuindorp ontstond in 2018 in reactie op de aardgas-vrij plannen van de gemeente. Inmiddels is er veel animo voor scenariostudies naar energiesystemen op diverse schaalniveaus en andere manieren om meer inzicht te krijgen in de mogelijkheden van een op de eigen buurt afgestemde energietransitie. In 2019 is er een aantal drukbezochte bewonersbijeenkomsten georganiseerd, om behoeften te peilen en voorlichting te geven. De Werkgroep Warm Tuindorp “wil buurtgenoten informeren over het beleid van de gemeente, over alternatieven voor aardgas en over mogelijkheden om nu al het energieverbruik terug te dringen.”
4. In de nieuwe woonwijk *Veemarkt* werden in 2014 de eerste huizen opgeleverd; uiteindelijk moeten er ruim 600 woningen komen. De woningen zijn zowel koop, vrije sector huur als sociale huur. De groep in Veemarkt ijvert voor verduurzaming in brede zin, met naast energie ook groen, mobiliteit, en veiligheid als onderwerpen en met de energietransitie als economische drager voor verwezenlijking van andere ambities. Hier zijn de nodige huizen van warmtepompen voorzien, maar nog veel meer huizen zijn op het aardgasnet aangesloten. Men denkt aan energiesystemen op basis van elektriciteit, met ook zoveel mogelijk opwekking in of bij de eigen buurt en in eigen hand. De Veemarkt groep heeft concrete belangstelling voor het nieuwe proeftuinenproject van het ministerie van Binnenlandse Zaken.
5. In Overvecht-Noord zijn twee buurtinitiatieven actief, mede in reactie op het Transitieplan Overvecht-Noord Aardgasvrij dat de gemeente in november 2019, na jarenlange voorbereiding, heeft uitgebracht. Het oudste van deze twee initiatieven is in de *Vechtzoom*, een buurt van 115 laagbouwoningen. In juni 2019 heeft deze initiatiefgroep zich met een indrukwekkend Buurtmanifest Nieuwe Energie voor de Vechtzoom tot alle inwoners van deze buurt gericht. Dit Manifest van 16 pagina's is de aanloop naar de ontwikkeling van een eigen buurtwarmteplan. Nieuwe Energie Vechtzoom heeft een fraaie site (www.vechtzoom.nl), een model voor ieder bewonersinitiatief dat op dit gebied plannen heeft.
6. Het tweede buurtinitiatief in Overvecht-Noord is in de *Klopvaart*, een buurt met relatief veel laagbouw, fraaie rijtjeswoningen met tuinen, en ook sociale huurwoningen in een aantal flats. Het is een gemengde wijk, met veel middeninkomens. De groep Klopvaartbuurt Aardgasvrij (www.klopvaartaardgasvrij.nl) vertegenwoordigt ongeveer 300 woningen. Nieuwe Energie Vechtzoom en Klopvaartbuurt Aardgasvrij trekken nu al regelmatig samen op, en de verwachting is dat die samenwerking de komende tijd steeds intensiever zal worden. Zij hebben zich onlangs aangemeld bij de gemeente voor een zetel in de Stuurgroep die verantwoordelijk wordt voor de uitvoering van het Transitieplan Overvecht-Noord Aardgasvrij.

7. In *Oog in Al* en omgeving is in het najaar van 2019 een buurtinitiatief voor duurzame energie c.q. aardgasvrij gevormd dat nog zoekt naar zijn ambitie en koers. Er zijn inmiddels vijf informatieavonden georganiseerd, met ondersteuning van Energie-U.
8. Robin Berg is eigenaar van LomboXnet en initiatiefnemer van Smart Solar Charging en We Drive Solar. *LomboXnet*, dat zichzelf nog steeds omschrijft als een “bewonersinitiatief in de Utrechtse wijk Lombok” (www.lomboxnet.nl), is ontstaan tijdens de renovatieprojecten in de JP Coenstraat in 2001. In opdracht van de bewoners is er toen onderzocht of er een nieuwe telecommunicatie-infrastructuur aangelegd kon worden in de buurt. Inmiddels internetten al meer dan 3.000 bewoners via LomboXnet, en zijn Smart Solar Charging en We Drive Solar bezig Utrecht, Nederland en de wereld te veroveren met elektrische deelauto’s op zonnestroom, zonnecentrales op scholen, en laadpalen die kunnen laden én ontladen (V2G).
9. De *Rosariumbuurt* bestaat uit 11 straten met 500 huizen ten oosten van het Wilhelminapark. In 2014 ontstond daar een buurtinitiatief voor duurzame energie dat zich in eerste instantie richtte op drie onderwerpen: isolatie, zonnepanelen en stadsverwarming. Na een actieve periode met veel succesvolle buurtacties verdween het initiatief enige tijd van de radar, maar sinds kort is er sprake van een wederopstanding, ditmaal vooral gericht op aardgasvrij en alternatieve warmtevoorziening.

Er is in Utrecht dus sprake van een wijds en gevarieerd landschap aan bewonersinitiatieven voor buurtgebonden warmtetransitie. De een meer technisch-economisch van inslag, de ander meer sociaal-maatschappelijk. De een compact, de ander ruim en gevarieerd. Allemaal hebben ze behoefte aan zicht op de mogelijkheden en de betekenis van die mogelijkheden voor hun buurt, voor hun huizen, voor henzelf.

Ook hebben ze allemaal behoefte aan zicht op de mogelijkheden voor eigen energiesystemen en de relatie ervan tot het grotere geheel. Wat is de ruimte voor eigen keuzes voor een buurt, en ook binnen een buurt? Als geothermie voor Utrecht belangrijk wordt, kan een buurt dan een afwijkende keuze maken en níet meedoen?

7. Verdere samenwerking tussen Energie-U en Copernicus Instituut

Energie-U zet zich in voor de Utrechtse warmtetransitie langs drie lijnen:

1. Informeren van bewoners (“opleiden van de stad”), via kennis- en inspiratiesessies voor gevorderden en beginners.
2. Stimuleren en coachen van buurtinitiatieven (uitwisseling van ervaringen, krachtenbundeling).
3. Ontwikkelen van Buurtwarmte, in diverse verschijningsvormen en omvang.

Op alle drie deze lijnen liggen er mogelijkheden voor directe betrokkenheid van studenten en onderzoekers van het Copernicus Instituut.

Ad 1. Kennis- en inspiratiesessies voor bewoners. Dergelijke sessies kunnen gaan over diverse onderwerpen in de Utrechtse warmtetransitie, zoals uitkomsten van energiesysteemanalyses voor stad en buurt. Gepresenteerd met wetenschappelijke expertise, maar toegankelijk voor gevorderden en beginners. Lessen hieruit worden ook voor een groter publiek beschikbaar gemaakt.

Ad 2. Buurtinitiatieven. Onderzoek met en voor buurtgroepen, op technisch-economisch en sociaal-maatschappelijk vlak. Technisch-economisch: opwekking, opslag, distributie, verbruik en uitwisseling tussen productie en consumptie binnen buurtgroepen. Sociaal-maatschappelijk: houdingen, motivaties en handelingen van bewoners.

Ad 3. Buurtwarmte. Onderzoek naar uiteenlopende aspecten van Buurtwarmte. Technisch (welke technieken zijn in welke omgeving interessant). Economisch (businesscases, maar ook hoe de geldstromen eruitzien als bewoners niet enkel klant zijn, wat de betekenis kan zijn van veranderingen in geldstromen, eigendom en verantwoordelijkheden). Sociaal (wat hebben mensen nodig om deelnemer te worden in buurtwarmte, hoe liggen de motivaties van diverse groepen bewoners tussen eigenaarschap en klant-zijn).

Wanneer al deze primair op Utrechtse burgers en burgerinitiatieven gerichte zaken de nodige wetenschappelijke aandacht hebben gekregen, dan dienen zich in het verlengde daarvan andere belangrijke vragen aan: Wat zijn de relaties tussen buurten op energiegebied en wat is de verhouding tussen buurt en stad? Is het energiesysteem van een buurt ook toepasbaar bij de burens? Als een buurt opteert voor een energiesysteem dat technisch en/of economisch een grotere omvang nodig heeft, hoe worden andere buurten dan meegenomen? En hoe verloopt een buurtproces goed bij een wijkoverstijgend energiesysteem zoals geothermie?

In het voorgaande hebben wij geprobeerd in kaart te brengen wat de mogelijkheden zijn van verdere samenwerking tussen een vertegenwoordiger van de burgerenergiebeweging als Energie-U en een organisatie voor wetenschappelijk onderwijs en onderzoek als het Copernicus Instituut. In veel buurten in Utrecht is de afgelopen jaren door gemotiveerde burgers al veel op gang gebracht en gehouden om de energievoorziening te verduurzamen, vaak met directe betrokkenheid van Energie-U. Tegelijkertijd hebben onderzoekers van het Copernicus Instituut in een reeks van recente onderzoeken van de energietransitie in Utrecht aangetoond dat de dynamiek van die transitie alleen maar op waarde geschat kan worden door nauwkeurig te kijken naar ontwikkelingen en omstandigheden op buurt- en wijkniveau.

Ruim een half jaar geleden zijn Energie-U en het Copernicus Instituut gaan samenwerken om meer inzicht te krijgen in de Utrechtse energietransitie. Daarna zijn zij met elkaar in gesprek gebleven om hun agenda's onderling af te stemmen, en om zo het verschillende werk van beide organisaties te versterken. Hopelijk stimuleren bovenstaande overwegingen verdere samenwerking van onze twee organisaties, niet alleen in de nabije toekomst maar tot in lengte van dagen. De energietransitie is pas net begonnen. We hebben nog een lange weg te gaan.

Bijlage I

Tabel 1. Lopende onderzoeken naar duurzame warmtetransitie in Utrecht

Studietitel	Locatie van de case study	Modellen	Externe partij	Belangrijkste conclusies
Exploring the pathways towards a sustainable heating system: a case study of Utrecht	Gemeente Utrecht	EnergyPLAN		Een duurzaam verwarmingssysteem in 2050 maakt het mogelijk om een jaarlijkse CO ₂ -emissiereductie van 32% te realiseren in vergelijking met 2015. De resterende emissies worden veroorzaakt door elektriciteit en transport. Een maximale jaarlijkse energiebesparing van 17% kan worden bereikt in het individuele verwarmingsscenario. De laagste investeringen worden gevonden in het scenario van collectieve verwarming. De optimale balans tussen individuele en collectieve oplossingen moet op districts- of wijkniveau worden bepaald.
Using heat pumps to upgrade LT geothermal heat production for district heating in Utrecht	Stadsverwarming in Utrecht	ThermoGIS	TNO	De techno-economische prestaties van LT-geothermische warmte opgevoerd door WP's in stadsverwarmingssystemen zijn ten minste concurrerend met conventionele geothermische warmte onder de gekozen omstandigheden. Twee typen WP met verschillende technische configuraties presteerden verschillend op verschillende locaties. De resultaten zijn case-specifiek.
The potential of high-temperature aquifer thermal energy storage (HT-ATES) to enhance the techno-economic performance of Dutch DH systems	Stadsverwarming in Utrecht	EnergyPRO	Eneco	Aquifer thermische opslag op hoge temperatuur (HT-ATES) verbetert de techno-economische prestaties van een stadsverwarming-systeem door de totale productiekosten van warmte te verlagen en de CO ₂ -uitstoot te verminderen. Het onderstreept het belang van lokale omstandigheden, aangezien de toepasbaarheid van HT-ATES afhankelijk is van de geschiktheid van de ondergrond, en de lokale beschikbaarheid van warmtebronnen met lage operationele kosten cruciaal is voor het maken van een business case voor HT-ATES.

<p>Local heat transition in the Netherlands: exploring pathways towards a sustainable heating system at neighbourhood level for 2030: a case study of Overvecht, Utrecht</p>	<p>Overvecht, Utrecht</p>	<p>Vesta MAIS</p>	<p>Gemeente Utrecht; PBL</p>	<p>De optimale route voor Overvecht toonde aan dat voor 14 districten een warmtenetwerk op hoge temperatuur (HT) aantrekkelijker is, terwijl voor 3 districten een warmtenetwerk op lage temperatuur (LT) optimaal is, en voor 1 district individuele warmtepompen de optimale optie zijn. De warmtevraagdichtheid en het energielabel zijn drijvende factoren achter de optimale route voor een wijk. Een analyse op buurtniveau met Vesta MAIS bleek een nuttig hulpmiddel om de meest optimale techno-economische routes op lokale schaal te identificeren.</p>
--	---------------------------	-------------------	------------------------------	--

Bijlage II

Referenties

Wen Liu, Diederik Klip, William Zappa, Sytse Jelles, Gert Jan Kramer, and Machteld van den Broek. 2019. The Marginal-Cost Pricing for a Competitive Wholesale District Heating Market: A Case Study in the Netherlands. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116367>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544219320626>.

Maxim Wesselink, Wen Liu, Joris Koornneef, and Machteld van den Broek. 2018. Conceptual Market Potential Framework of High Temperature Aquifer Thermal Energy Storage: A Case Study in the Netherlands. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.01.072>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544218300902>.

Bram Vonsée, Wina Crijns-Graus, and Wen Liu. 2019. Energy Technology Dependence: A Value Chain Analysis of Geothermal Power in the EU. doi:10.1016/j.energy.2019.04.043. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85064975042&doi=10.1016%2fj.energy.2019.04.043&partnerID=40&md5=9fbf2523e7ac5aba74eadea9f8f13397>.

Max Uyttewaal. 2019. Local Heat Transition in the Netherlands: Exploring Pathways towards a Sustainable Heating System at Neighborhood Level for 2030: A Case Study of Overvecht, Utrecht. Utrecht University.

Faye Best. 2019. Exploring the Pathways towards a Sustainable Heating System for 2050: A Case Study of Utrecht. Utrecht University.

Tamara Exterkate. 2019. A Sustainable Heating and Cooling System at the District-Level in Utrecht. Utrecht University.

Jippe Beltman. 2019. Using Heat Pumps to Upgrade Geothermal Heat Production for District Heating in the Netherlands. Utrecht University.

Andrik van Diepen. 2019. The Potential of High Temperature Aquifer Thermal Energy Storage (HT-ATES) to Enhance the Techno-Economic Performance of Dutch District Heating Systems. Utrecht University.