



PROJECT 'VAN GAS LOS'



Oscar Braamhaar

Tristen van Buren

Léon Dogger

Alec de Mönnink

Mike Semmekrot

Matthijs Wetering

Wout Wigger

Opdrachtgever: G. Schuur (COB)

Coach: B. de Vries (Saxion)

Beoordelaar: R. van Leeuwen (Saxion)

Inleverdatum: 25 januari 2019

Versie: 1.0

Minor: De Stad van Morgen

Bodem en Ondergrond

Titelblad

Rapportage project Van Gas Los

Opdrachtgever: Centrum voor Ondergronds Bouwen (COB)

Versie: 1.0

Auteurs: Oscar Braamhaar
Tristen van Buren
Léon Dogger
Alec de Mönnink
Mike Semmekrot
Matthijs Wetering
Wout Wigger

Minor: De Stad van Morgen
Bodem en Ondergrond

Begeleiders: G. Schuur (COB)
B. de Vries (Hogeschool Saxion)

Hogeschool Saxion
Handelskade 75
7417 DH Deventer

Voorwoord

Voor u ligt de projectrapportage van het project 'Van Gas Los'. In deze rapportage is het onderzoek opgenomen waarin een wijk in de gemeente Oldenzaal en de gemeente Tubbergen is onderzocht op het aardgasloos maken van bestaande bebouwing. Deze rapportage is geschreven in het kader van de minors De Stad van Morgen en Bodem & Ondergrond aan de Saxion Hogeschool te Deventer waaraan gewerkt is van september 2018 tot februari 2019.

In samenwerking met het Centrum Ondergronds Bouwen (COB) en Saxion Hogeschool is voor de beide minors de opdracht gegeven aan de projectgroep om dit uit te voeren. Na een aantal gesprekken met beide opdrachtgevers, hebben wij de opdracht helder gekregen. Tijdens het uitvoeren van de opdracht stonden Gijsbert Schuur (COB) en Bauke de Vries (Saxion) ons bij voor begeleiding en eventuele vragen.

Bij deze willen wij als projectgroep de begeleiders en overige personen die geholpen hebben bedanken voor hun inzet. Zonder hun medewerking had deze rapportage niet voltooid kunnen worden.

Wij wensen u veel leesplezier!

Oscar Braamhaar, Tristen van Buren, Léon Dogger, Alec de Mönnink, Mike Semmekrot, Matthijs Wetering en Wout Wigger.

Deventer, 25 januari

Samenvatting

In 2015 volgde uit de internationale klimaatconferentie in Parijs het ‘Akkoord van Parijs’. Dit akkoord is ondertekend door 195 landen. Ook Nederland ondertekende het akkoord en stemde daarmee in de opwarming van de aarde te beperken tot ruim onder 2 °C. Wereldwijd zal in 2030 maar liefst 49% minder broeikasgas worden uitgestoten dan in 1990.

Gemeenten zijn verplicht om in 2021 voor elke wijk een warmteplan op te stellen. In dit warmteplan is per wijk vastgelegd hoe en wanneer de wijk wordt verduurzaamd. Dit biedt een kader voor onder andere woningen/gebouweigenaren. Het COB heeft een onderzoeksopdracht opgesteld om te analyseren hoe het beste, aan de hand van technische alternatieven, zowel een wijk in Oldenzaal als in Tubbergen in toekomst aardgasloos gebouwd kan worden.

Het uiteindelijke doel van dit rapport is een advies met technische oplossingen voor de 2 betreffende wijken, en een uniform stappenplan. Dit stappenplan is een houvast voor het COB en gemeenten om in de toekomst een wijk zo effectief mogelijk aardgasloos te bouwen. Hierin worden verschillende elementen (kosten, gedrag van gebruiker en mogelijkheden) meegenomen.

Om het onderzoek af te bakenen is de volgende probleemstelling opgesteld:

“Op welke manier, met welke technieken, kunnen de wijken Vondersweijde in Oldenzaal en Langeveen in Tubbergen op een zo efficiënt mogelijke manier aardgasvrij worden gemaakt?”

Hoewel het lastig is om tot een concreet antwoord te komen, gezien de toekomstige ontwikkelingen, zijn er nu zoveel mogelijk duurzame oplossingen geanalyseerd. Deze analyses zijn onder andere tot stand gekomen door literatuurstudie en verschillende interviews met bijvoorbeeld netbeheerders.

Allereerst is het voor beide wijken belangrijk dat de woningen goed geïsoleerd worden. Hoe beter de woning geïsoleerd is, des te minder warmte verloren gaat. Tevens zijn kleine duurzame oplossingen zoals een zonneboiler goede toevoegingen om de duurzaamheid te verhogen.

Vanuit de gemeente kwam de vraag of het zwembad binnen de wijk Vondersweijde verwarmd kan worden met behulp van riothermie vanuit de woningen in de wijk. Experts in het werkveld hebben aangegeven dat het andersom gebruikelijker is. Het zwembad wordt dan aangesloten op het warmtenet van de woningen. Echter, tijdens de wintermaanden levert dit niet genoeg warmte op. Het is een goede eerste aanzet, maar geen rendabele oplossing. Niet alle woningen in de wijk kunnen worden voorzien van warmte middels riothermie. Geothermie (aardwarmte) is daarentegen wel een goed alternatief voor aardgas binnen de wijk, omdat de gehele wijk voorzien kan worden van warmte.

In de wijk Langeveen zijn geothermie en groen gas met name interessant als oplossingen. Groen gas is met name voor de gehele wijk een interessante oplossing, met name voor meer dan 100 woningen. Daarbij moet er de mogelijkheid zijn dit groene gas op te kunnen wekken. Uit de resultaten blijkt dat beide situaties voorkomen binnen de wijk Langeveen. Naast dat geothermie een goede mogelijkheid is voor de wijk Vondersweijde, is deze technische mogelijkheid ook een goede oplossing voor de wijk Langeveen.

Inhoud

1	Inleiding	7
1.1	Doelstelling	8
1.2	Onderzoeksvraag en deelvraag	8
	Onderzoeksvraag	8
	Deelvragen	8
1.3	Onderzoeksaanpak	8
	Verzamelen varianten	9
	Uitwerken voorkeursvariant(en)	10
1.4	Kernbegrippen	11
2	Theoretisch kader	12
2.1	Beleidskader	12
	Europees beleid	12
	Nationaal beleid	12
	Regionaal beleid	12
	Gemeentelijk beleid	13
2.2	Financieel kader	14
	Subsidies en regelingen	14
3	Locatiebepaling	16
3.1	Gemeente Oldenzaal	16
	Bewonersinformatie	17
	Informatie woningen	17
	Informatie bodem	19
3.2	Gemeente Tubbergen	21
	Bewonersinformatie	22
	Informatie woningen	23
	Informatie bodem	26
4	Technische mogelijkheden	29
4.1	Huidige mogelijkheden	29
	Zonne-energie	29
	Windenergie	30
	Warmteproductie installatie	31
	Zonnethermie	34
	Restwarmte	36
	Geothermie	37
	WKO	38
	Riothermie	39

Groen gas	39
4.2 Toekomstige mogelijkheden	40
Waterstofgas	40
Windenergie i.c.m. waterstof	40
Synthetisch gas	41
4.3 Vervolg maatregelen	41
Netverzwaring	41
4.4 Bruikbare energiebronnen	42
Gemeente Oldenzaal	42
Gemeente Tubbergen	45
5 Afweging varianten	48
5.1 Criteria	48
Ruimtelijke inpassing	48
Financieel	48
Energieverbruik	49
Milieubelasting	49
5.2 Toetsing technische mogelijkheden	49
Warmteproductie installatie	49
Zonnethermie	50
Geothermie	51
Restwarmte	51
Groen gas	52
Riothermie	52
5.3 Rationele keuze	53
Oldenzaal	53
Tubbergen	54
6 Uitwerking voorkeursvariant(en)	55
6.1 Variant Oldenzaal	55
Inpandige inpassing	55
Bovengrondse inpassing	55
Ondergrondse inpassing	56
Opbrengstenraming	56
Conclusie	58
6.2 Variant Tubbergen	58
Inpandige inpassing	58
Bovengronds inpassing	59
Ondergrondse inpassing	59
Opbrengstraming	60

Conclusie	61
7 Uniform stappenplan	63
Stap 1: Beperken warmtevraag	63
Stap 2: Alternatieve bronnen	63
Stap 3: Koppelkansen	63
Stap 4: De planvorming	65
Stap 5: De uitvoering	66
Uniform stappenplan	67
8 Conclusie	68
8.1 Aanbevelingen	68
8.2 Reflectie onderzoeksaanpak	69
Bijlagen	70
Bronvermelding	0

1 Inleiding

In 1959 is de gasbel bij Slochteren in Groningen ontdekt. Vanaf dat moment is Nederland in hoog tempo overgegaan op huishoudens met aardgas. Dit was een enorme vooruitgang op het gebied van leef comfort. Inmiddels zijn de tijden veranderd en is het noodzakelijk om de overstap te maken naar duurzaam verwarmen en koken. Door deze ontwikkeling heeft het COB de vraag gesteld aan de projectgroep op welke manier en met welke technieken een wijk aardgasloos gemaakt kan worden. “Het COB is een netwerkorganisatie gericht op het verzamelen, ontwikkelen en ontsluiten van kennis over en gerelateerd aan ondergronds ruimtegebruik” (COB, sd). Het COB wil dan ook ontwikkelen in de ondergrondse aan-/inpassing bij het aardgasloos maken van een wijk.

Aardgas is een fossiele brandstof, wat betekent dat er veel koolstofdioxide (CO₂) vrijkomt bij de verbranding ervan. Daarnaast is aardgas geen oneindige brandstof, wat betekent dat er uiteindelijk een schaarste zal ontstaan. De uitstoot van CO₂ wil Nederland tegengaan omdat dit een grote bijdrage levert aan de klimaatverandering. Over de uitstoot van CO₂ heeft Nederland internationale afspraken gemaakt tijdens het Klimaatakkoord in Parijs. Tevens is er een akkoord gesloten tussen Shell en ExxonMobil waarin beschreven wordt dat de gaswinning in Groningen beetje bij beetje wordt teruggeschroefd. Zodat de uiteindelijke gaswinning in 2050 nul is. Ook de Nederlandse overheid heeft scherpe ambities omtrent het gasbeleid. Zij willen namelijk in oktober 2022 (wellicht zelfs al een jaar eerder) de gaswinning tot onder het niveau van 12 miljard kuub te krijgen. Het Kabinet gaat de gaswinning in Groningen in 2030 stopzetten (Wiebes, 2018) (NU.nl, 2018).

Om dit doel te bereiken zijn netwerkorganisaties zoals COB van groot belang. Zij zorgen onder andere voor congressen, platformbijeenkomsten en projectbezoeken zodat kennis en nieuwe ontwikkelingen omtrent de ondergrond en aardgasloos bouwen worden gedeeld.

Wereldwijd is de doelstelling dat in 2030 bijna de helft (49%) minder broeikasgassen worden uitstoten dan in 1990. Elk land moet eigen, nationale maatregelen nemen om het wereldwijd afgesproken doel te halen. In Nederland doen we dat door met elkaar (overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke partijen) een Klimaatakkoord te sluiten (Wiebes, 2018).

Het aardgasloos maken van een wijk vergt veel onderzoek omdat elke wijk anders is (Tauw, 2018). In Nederland is 95% van de woningen aangesloten op het gasnet. Een huishouden gebruikt gemiddeld 1500 m³ gas per jaar. Dat wordt 75% procent gebruikt om het verwarmen van de woning en rest 25% gaat naar het koken en warm water. Voor nieuwe woningen in Nederland is dat anders. Hiervoor is de wet VET (Voortgang Energie Transitie) per 1 juli 2018 ingegaan. Deze wet stelt dat alle nieuwbouwwoningen waarvoor de vergunning is aangevraagd voor de reeds genoemde datum, niet mogen worden aangesloten op aardgasaansluitingen (Bouwend Nederland, 2018).

Het is dus een enorme opgave om (in het bijzonder) bestaande woningen aardgasvrij te maken. Elke huiseigenaar (particuliere of woningbouwcorporatie) krijgt dus te maken met een verandering met betrekking tot het verwarmen dat vooralsnog met gas gebeurde. Het COB probeert mede door dit project duidelijkheid te verschaffen over wat de impact is van het aardgasloos maken van een desbetreffende wijk, zowel onder- als bovengronds. De vergaarde informatie kan het COB vervolgens delen met de gemeenten. Zij hebben wel ervaring met het open maken van de bodem, zij doen dit dagelijks door bijvoorbeeld rioleringswerkzaamheden uit te voeren. Echter hebben zij niet de kennis in huis om het op grote schaal toe te passen.

1.1 Doelstelling

De doelstelling van dit rapport is een bruikbaar adviesrapport voor de gemeente Oldenzaal en Tubbergen voor het aardgasloos maken van de wijken Vondersweijde (Oldenzaal) en Langeveen (Tubbergen). Ook heeft het adviesrapport als doelstelling dat het COB inzicht geeft in de ondergrondse aanpassingen van diverse technische mogelijkheden die komen kijken bij het aardgasloos maken een wijk. De laatste doelstelling is een bruikbaar 'stappenplan' die door meerdere gemeentes kan worden gebruikt bij het aardgasloos maken van verschillende wijken in haar gemeente en hiermee een bijdrage levert aan een maatschappelijk probleem.

1.2 Onderzoeksvraag en deelvraag

De onderzoeksvraag geldt als rode leidraad van het onderzoek. De onderzoeksvraag wordt beantwoord aan de hand van de deelvragen. De beantwoording van de onderzoeksvraag komt aan bod bij het hoofdstuk resultaten. De onderzoeksvraag luidt als volgt:

Onderzoeksvraag

“Op welke manier, met welke technieken, kunnen de wijken Vondersweijde in Oldenzaal en Langeveen in Tubbergen op een zo efficiënt mogelijke manier aardgasvrij worden gemaakt?”

Deelvragen

1. Welke warmte mogelijkheden zijn er zowel ruimtelijk als technisch?
 - 1.1 Wat zijn de voor -en nadelen van de verschillende varianten rekening houdende met CO₂ verlaging?
2. Welke duurzame energiebronnen zijn in de omgeving aanwezig om de wijk van energie te voorzien?
 - 2.1 Wat zijn de voor -en nadelen van de verschillende varianten rekening houdende met CO₂ verlaging?
 - 2.2 Mag de wijk hierop aansluiten en welke invloed zal dit hebben op de omgeving?
3. Welke rol hebben de netbeheerders in het aardgasloos maken van de wijk?
4. Wat is de huidige en gewenste ruimtelijke inpassing van duurzame energie in de wijk?
 - 4.1 Hoe zit het met de bovengrondse inpassing zowel huidig als gewenst?
 - 4.2 Hoe zit het met de ondergrondse inpassing zowel huidig als gewenst?
 - 4.3 Welke optie is het best voor de wijk?
5. Wat zijn de mogelijkheden van de actoren op basis van kosten?
 - 5.1 Wat zijn de mogelijkheden voor de bewoners, bedrijfseigenaren en pandbezitters?
 - 5.2 Welke subsidies kan de gemeente vertrekken?
 - 5.3 Wat brengt het op om over te gaan naar aardgasloos?

1.3 Onderzoeksaanpak

Om een wijk aardgasloos te krijgen wordt een onderzoeksaanpak opgesteld in de vorm van een stappenplan. In dit stappenplan wordt duidelijk beschreven welke activiteiten nodig zijn om

tot het eindproduct te komen, een aardgasloze wijk. De activiteiten geven dus een antwoord op de hoe-vraag. Het stappenplan is vooraf opgesteld en daarbij zijn activiteiten bedacht die vooraf als logisch worden ervaren. Om die reden wordt aan het eind van de rapportage een nieuw uniform stappenplan die bruikbaar is voor elke wijk gemaakt, op basis van opgedane ervaringen.

Verzamelen varianten

- *Locatiebepaling*

1. Van de reeds bekende wijken worden gegevens verzameld. Bijvoorbeeld: wat de leeftijd van de bewoners is, hoe oud de wijk is, welk type woningen aanwezig zijn in de wijk, wat het gemiddelde inkomen is en of het huur- of koopwoningen zijn. De informatie zal verzameld worden op basis van literatuur, internet of andere bronnen zoals GIS (geografisch informatiesysteem).
2. De resultaten en “de weg er naar toe” van bovenstaande activiteiten verwerken in de rapportage zodat duidelijk is waarom bepaalde keuzes zijn gemaakt.

- *Technische mogelijkheden*

1. Informatie opzoeken in literatuur, internet of andere bronnen over welke huidige mogelijkheden er zijn om een aardgasloze wijk te realiseren. Hierbij wordt vooral gekeken naar de ruimtelijke en technische mogelijkheden die er zijn om een bepaalde techniek toe te passen in een wijk.
2. Informatie opzoeken in literatuur, internet of andere bronnen over wat in de toekomst mogelijk is om aardgasloze wijk te realiseren. Hierbij wordt vooral gekeken naar de ruimtelijke en technische mogelijkheden die er zijn om een bepaalde techniek toe te passen.
3. Per techniek dient de volgende vraag te worden beantwoord: Is het mogelijk? Denk hierbij aan: Is de fysieke ruimte aanwezig? Is er water, bodemwarmte, afvalwarmte, een bestaand warmtenet of wat je ook nodig hebt aanwezig of te ontwikkelen om de techniek te realiseren?
4. Er dient ook rekening gehouden te worden met de regelgeving en eventuele belemmeringen die zich daar voordoen. Bijvoorbeeld dient gedacht te worden aan geluidsoverlast (warmtepompen), invloed op water- en bodemsystemen (WKO en geothermie), natuurgebieden in de buurt en dergelijke. Kortom, de vraag “Mag het?” dient beantwoord te worden.
5. Daarnaast zal er ook rekening moeten worden gehouden met welk opbrengst het heeft en voegt het meerwaarde toe of kost het alleen maar geld? Kortom, de vraag “heeft het zin?” Dient beantwoord te worden.

- *Afweging variant*

1. Bundelen van informatie welke vergaard is bij “Technische mogelijkheden”. Hoe dit wordt vormgegeven wordt te zijner tijd bepaald.
2. Informatie verzamelen en vergelijken. Om een afweging te maken dient eerst informatie verzameld te worden. Bijvoorbeeld informatie van de voor- en nadelen per techniek. Tevens de kosten, gedrag voor gebruikers, ruimtebeslag enzovoort. En over de voldoende beschikbaarheid van bijvoorbeeld warmte voor de langere termijn.
3. Vervolgens dient de afweging gemaakt te worden van de voor- en nadelen. Kosten, gedrag voor gebruikers, ruimtebeslag enzovoort. En over de voldoende beschikbaarheid van bijvoorbeeld warmte voor de langere termijn. Hierbij wordt eigenlijk de vraag

beantwoord “heeft het zin?” rekening houdende met kosten CO₂-verlaging waardoor uiteindelijk “de beste” variant naar boven komt.

4. Voor aanvullingen op de bovenstaande criteria worden actoren betrokken zoals netbeheerders en het COB. Wegens hun expertise kunnen zij de reeds gestelde criteria aanvullen. Vervolgens zal een multicriteria-analyse (MCA) worden opgesteld.
5. Op basis van de MCA zal uiteindelijk een voorkeursvariant worden gekozen. De weging van bepaalde criteria worden logischerwijs te zijner tijd bepaald.

Uitwerken voorkeursvariant(en)

- *Inpassende inpassing*

1. Verzamelen van inpassingsmogelijkheden voor het type woningen dan wel bedrijfspanden welke aanwezig zijn in de betreffende wijk.
2. Afwegen van inpassingsmogelijkheden per type huis/bedrijfspand zodat de voorkeursvariant bekend wordt. Criteria voor deze afweging zal te zijner tijd worden opgesteld.
3. Wanneer duidelijk is wat wel en niet mogelijk is kan ook de opbrengst in kaart worden gebracht per systeem per woning/bedrijfsgebouw. Bijvoorbeeld: een all-electric warmtepomp verbruikt veel stroom maar als deze wordt opgewekt door zonnepanelen is de investering groot maar na een aantal jaren zeker rendabel indien een huis goed geïsoleerd is.
4. Wanneer duidelijk is welke maatregelen worden getroffen per type huis/bedrijfspand wordt bovenstaand proces beschreven en verwerkt in de rapportage.

- *Bovengrondse inpassing*

1. Verzamelen van inpassingsmogelijkheden voor bovengrondse openbare ruimte in de betreffende wijk. Daarbij dient onder andere rekening gehouden te worden met eventueel aanpassen van de openbare ruimte. Bijvoorbeeld: extra transformatorhuizen.
2. Afwegen van de beste inpassingsmogelijkheid voor de wijk in de openbare ruimte
3. Wanneer duidelijk in kaart is gebracht welke inpassing optie het best is voor de wijk wordt bovenstaand proces beschreven en verwerkt in de rapportage.

- *Ondergrondse inpassing*

1. Verzamelen van inpassingsmogelijkheden voor ondergrondse ruimte in de betreffende wijk. Daarbij dient onder andere rekening gehouden dat ondergrond en bovengrond verbonden zijn. Bijvoorbeeld: extra transformatorhuisje bovengronds zorgt in de ondergrond voor extra elektriciteitskabels.
2. Afwegen van de beste inpassingsmogelijkheid in de ondergrond.
3. Wanneer duidelijk in kaart is gebracht welke inpassingoptie het best is voor de wijk wordt bovenstaand proces beschreven en verwerkt in de rapportage.

- *Kosten-/opbrengstraming*

1. Voor het berekenen van de kosten zullen actoren worden betrokken zoals het COB, gemeenten en netbeheerders omdat zij de expertise hebben op dat gebied.
2. Met behulp van een calculatieprogramma worden de kosten en de aanwezige opbrengsten berekend.
3. De onderbouwde berekening zal worden verwerkt in de rapportage.

- *Uniform stappenplan*

1. Wanneer de stappen zijn doorlopen uit het stappenplan wordt nagedacht over een verbeterde versie op basis van opgedane ervaringen. Ook wordt gekeken wat er ontbrak in dit huidige stappenplan.
2. Vervolgens wordt een uniform stappenplan opgesteld en zal weergegeven worden als poster om zodoende meer de aandacht te trekken.
3. Ook zullen de stappen op de poster tekstueel onderbouwt worden.

1.4 Kernbegrippen

Afgiftesysteem	Een systeem die de warmte afgeeft aan de ruimte die verwarmt dient te worden. Bijvoorbeeld radiatoren voor ruimteverwarming, luchtkoeling, boiler voor warm tapwater.
Aquifers	Een watervoerende bodemlaag van zand of poreus gesteente, doorgaans op 25 à 100 meter diepte, die als bron of opslagplaats van warmte of koude kan dienen.
Biomassa	Een term voor producten die bruikbaar zijn ten behoeve van energieopwekking en/of als biobrandstof en die gewonnen zijn uit plantaardige grondstoffen en dierlijk (rest)materiaal.
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek is in Nederland de aangewezen instantie waar verzameling, bewerking en publicatie van statistieken ten behoeve van overheid, wetenschap en bedrijfsleven zijn gecentraliseerd
Energieakkoord	Een Nederlandse overeenkomst uit 2013 tussen de overheid en ruim veertig organisaties over energiebesparing, duurzame energie en klimaatmaatregelen.
HTV	Een verwarmingssysteem met hoge temperatuurverwarming (HTV) met aanvoertemperatuur van het cv-water.
Koudemiddel	Een stof die in warmtepompen wordt gebruikt als medium voor het transport van warmte.
LTV	Een verwarmingssysteem met lage temperatuurverwarming (LTV) met aanvoertemperatuur van het cv-water.
Nanotechnologie	Een techniek die het mogelijk maakt te werken met deeltjes in de grootte-orde van nanometers (een miljardste van een meter).
Silicium	Een halfgeleider waarmee, nadat dunne draadjes metaal zijn aangebracht, zonlicht omgezet kan worden in elektrische stroom.
WKO	Een Warmte Koude Opslag (WKO) installatie wordt bodemenergie gebruikt voor het verwarmen en koelen van gebouwen

2 Theoretisch kader

Het hoofdstuk theoretisch kader geeft inzicht in verschillende beleidskaders op verschillende niveaus. Allereerst komen de beleidsaspecten aan bod op Europees niveau, daarna op nationaal niveau, vervolgens regionaal niveau en als laatste het gemeentelijk niveau beschreven.

2.1 Beleidskader

Europees beleid

Energiebeleid is een belangrijk beleidsonderwerp van de Europese Unie. Onder andere beleid op Europese energievoorzieningen en verduurzaming zijn beleidsonderwerpen. De huidige Europese Commissie streeft naar een constante, duurzame en veilige aanvoer van energie. De huidige klimaat en energiedoelstellingen kennen een aantal belangrijke aspecten. Momenteel is het huidige EU-beleid er op gericht om in 2020 in vergelijking met 1990 20% minder uitstoot van broeikasgas te hebben. Daarbij moet voor 2020 minimaal 20% van de energie duurzaam zijn opgewekt. In 2030 moet de uitstoot van broeikasgassen met 40% verminderen en minstens 27% van de energie moet duurzaam worden opgewekt. Doelstelling in 2050 is het verminderen van de broeikasuitstoot van 85 tot 95% ten opzichte van 1990. (europa.eu, 2014)

- *Energie-Unie*

De Europese Commissie streeft naar een energie-unie. De onderhandelaars van de Europese Commissie, het Parlement en de Raad zijn het op 19 juni 2018 eens geworden over de verordening rond het bestuur van de Energie-Unie. Door in de energie-unie zelf meer duurzame energie op te wekken en toe te werken naar één Europees energienetwerk moet de energievoorziening in de EU betrouwbaarder, schoner en goedkoper worden. (Europa decentraal, 2018)

Nationaal beleid

Ook nationaal gezien zit Nederland niet stil op het gebied van klimaatverandering en duurzaamheid. In het regeerakkoord 2017-2021 (vertrouwen in de toekomst) is namelijk zichtbaar dat Nederland de lat nog hoger legt dan het beleid van de Europese Unie. In het regeerakkoord staat namelijk dat Nederland de klimaatverandering tegen wil gaan, door maar liefst bijna de helft (49%) minder broeikasgassen uitstoten in 2030 dan dat in 1990 het geval was. (Rijksoverheid, 2017)

- *Energieakkoord*

In het energieakkoord staan beleidskaders met betrekking tot duurzame groei. Aan het energieakkoord zijn meer dan 40 organisaties verbonden. Hieronder vallen onder andere de overheid, werkgevers, vakbewegingen en natuur- en milieuorganisaties. In het akkoord staan afspraken over energiebesparing, schone technologie en klimaatbeleid. Dit zal uiteindelijk leiden tot een betaalbare en schone energievoorziening. (RVO, N.D.).

Regionaal beleid

In 2017 is het programma Nieuwe Energie Overijssel (NEO 2017-2023) ontwikkeld. Het programma Nieuwe Energie Overijssel ambieert het aandeel van hernieuwbare energie in de provincie te vergroten door te focussen op energiebesparing en energieopwekking. (Provincie Overijssel, 2017)

- *Toekomstbeeld en doelstelling*

De provincie Overijssel heeft als toekomstbeeld voor ogen dat in 2035 de bijdrage van duurzame energie aan het totale energieverbruik 35% is. Vanuit dit toekomstbeeld is een scenario gemaakt. In dat scenario is de energievraag met ruim 6% afgenomen door besparingsmaatregelen. Van het resterende energiegebruik wil de provincie in 2023 20% uit hernieuwbare bronnen halen. Dit door onder andere besparings- en efficiencymaatregelen en hernieuwbare energieopwekking in verschillende sectoren te stimuleren. (Provincie Overijssel, 2017)

Gemeentelijk beleid

- *Toekomstbeeld en doelstelling*

De provincie Overijssel heeft als toekomstbeeld voor ogen dat in 2035 de bijdrage van duurzame energie aan het totale energieverbruik 35% is. Vanuit dit toekomstbeeld is een scenario gemaakt. In dat scenario is de energievraag met ruim 6% afgenomen door besparingsmaatregelen. Van het resterende energiegebruik wil de provincie in 2023 20% uit hernieuwbare bronnen halen. Dit door onder andere besparings- en efficiencymaatregelen en hernieuwbare energieopwekking in verschillende sectoren te stimuleren. (Provincie Overijssel, 2017)

Gemeenten moeten uiterlijk eind 2021 een transitievisie warmte vaststellen. Hierin is een tijdspad vastgelegd wanneer wijken worden verduurzaamd en van het aardgas afgaan. De gemeenten Oldenzaal en Tubbergen stimuleren aardgasloos bouwen. Er is een ambitiedocument opgesteld tussen verschillende gemeenten in Twente, waaronder Oldenzaal en Tubbergen. Voor Tubbergen is de ambitie nog niet scherp geformuleerd, maar zit het nog conform het ambitieniveau van de provincie Overijssel; 20% duurzame energieopwekking in 2023. De gemeente Oldenzaal heeft de ambitie om in 2025 energieneutraal te zijn en creëert hiermee beweging in de samenleving. (Gemeenten Noordoost-Twente, 2017)

- *Gemeente Oldenzaal*

De gemeente Oldenzaal is betrokken bij energietransitie. Zo beschikt de gemeente Oldenzaal onder andere over wooncoaches. Deze wooncoaches geven advies over hoe inwoners hun woning duurzamer kunnen maken. Tevens stimuleren ze duurzame maatregelen en beschikken ze over een informatiepunt duurzaamheid. (Oldenzaal, N.D.)

Daarnaast beschikt de gemeente over een eigen platform. Het Oldenzaals Energiefonds is een initiatief van de gemeente Oldenzaal met als doel een bijdrage te leveren aan het energieneutraal maken van de stad. Hierin kunnen bijvoorbeeld subsidieregelingen getroffen worden. (Gemeente Oldenzaal, 2017)

- *Gemeente Tubbergen*

Tevens werkt de gemeente Tubbergen actief mee aan duurzaamheidsoplossingen. Ook de gemeente Tubbergen beschikt over een online energieloket. Hier staan adviezen in over mogelijke duurzame oplossingen voor woningen en hoe inwoners dit het beste kan aanpakken. Zo is er bijvoorbeeld een spreekuur, waar inwoners heen kunnen voor duurzaamheidsvraagstukken. (Gemeente Tubbergen, N.D.)

2.2 Financieel kader

Subsidies en regelingen

- *ISDE*

Er is een landelijke investeringssubsidie beschikbaar voor duurzame energie. De investeringssubsidie duurzame energie (ISDE) geeft tegemoetkoming bij aankoop van zonneboilers, warmtepompen, biomassaketels en pelletkachels. De ISDE-regeling is bestemd voor particulieren en zakelijke gebruikers. De gedachte vanuit de regering is dat dankzij deze subsidie minder gas wordt verbruikt door de gebruikers. Om die reden heeft de overheid zowel in 2018 als 2019 100 miljoen euro ter beschikking gesteld. De subsidieregeling loopt tot 31 december 2020. De subsidie wordt pas uitgekeerd als aangetoond kan worden dat de duurzame energie aan de gestelde eisen voldoet. (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2018)

- *Belasting over de toegevoegde waarde (btw) terugvragen zonnepanelen*

Bij aanschaf van zonnepanelen is het mogelijk om de btw terug te vragen. In het eerste jaar dat de panelen gebruikt worden mag de btw over de investering minus de btw over de opbrengst van het betreffende kalenderjaar worden teruggevraagd. Echter is de btw over de opbrengst in de praktijk lastig te bepalen. Om die reden heeft de Belastingdienst een tabel met kengetallen die daarvoor gebruikt mogen worden. (EnergieLoket, sd)

- *Stimuleren lokale aanpakken*

Ondernemingen, gemeenten en organisaties in provincie Overijssel kunnen 50% subsidie krijgen wanneer ze met verduurzamen van particuliere woningen aan de slag willen. Indien aangetoond kan worden dat de aanpak innovatief bevonden wordt is de provincie bereid om tot 70% van de kosten de subsidiëren. (EnergieLoket, sd)

- *Energiefonds Overijssel*

Het Energiefonds Overijssel levert een financiële bijdrage aan projecten, woningbouwcorporaties en ondernemingen waarbij energie wordt opgewekt uit hernieuwbare bronnen of waarbij energie wordt bespaard. Het fonds draagt bij aan het doel van Overijssel, 20% nieuwe energie in 2023. Totaal wordt € 200,- uitgegeven aan verschillende onderdelen die bovenstaand zijn benoemd. Het Energiefonds Overijssel is geen subsidieverstrekker maar doet actief mee aan het betreffende project of in de onderneming. (EnergieLoket, sd)

- *Haalbaarheidsstudies nieuwe energie en energiescans*

Een andere subsidie namens de Provincie Overijssel is bestemd voor onderzoek naar de haalbaarheid van het gebruik van nieuwe technieken en energieverbruik bij bedrijven. Bij de haalbaarheidsstudie wordt onderzocht of de toepassing (opwekking of besparing van energie) technisch inpasbaar of economisch rendabel is. Daarbij ligt de focus op bouwkundige, organisatorische en logistieke aspecten en het industriële gebruik. Bij de energiescans wordt een onderzoek uitgevoerd dat inzicht geeft in het energieverbruik van een onderneming. (Provincie Overijssel, 2018)

- *Subsidie Energiebesparende maatregelen (geldterugactie)*

De provincie Overijssel geeft een subsidie voor energiebesparende maatregelen aan privaatrechtelijke personen. Denk hierbij aan maatschappen, eenmanszaken, kerkgenootschappen, stichtingen of sportverenigingen. Om hiervoor in aanmerking te komen dient eerst een energieonderzoek plaats te vinden. Dit is een onderzoek naar energiebesparingsmogelijkheden in gebouwen en industriële processen. Het richt zich vooral op bouwkundige, organisatorische en technische aspecten, het industriële gebruik en de cultuurhistorische waarden. (Provincie Overijssel, 2018)

- *Voucherregeling voor energiepropositie*

Overijsselse MKB-ondernemingen of een cluster van ondernemers hebben de mogelijkheid om subsidie aan te vragen voor een energiepropositie. Een zogenoemde duurzame ondernemersvoucher. De subsidie vergoedt maximaal 50% van de kosten voor een externe deskundige met een maximale bijdrage van € 1.500,- per aanvraag. De voucher is verkrijgbaar voor activiteiten die betrekking hebben op de onderstaand weergegeven onderdelen:

- Het ontwikkelen van een energiepropositie voor de woningeigenaar;
- Het ontwikkelen van een businesscase en/of verdienmodel op het gebied van energiebesparing voor particuliere woningen;
- Begeleiding en ondersteuning bij het opzetten en begeleiden van nieuwe clusters;
- Het realiseren en inbedden van gedragsverandering op bedrijfsniveau en/of interne organisatie om de stap te maken van aannemen naar ondernemen. (Energieloket, sd)

- *Subsidie lokale energie-initiatieven*

De Provincie Overijssel stelt geld ter beschikking voor het oprichten van een lokale energie coöperatie. Het maximumbedrag dat beschikbaar gesteld wordt per initiatief is € 100.000,-. Totaal zijn drie fasen aanwezig waarvoor een bijdrage aangevraagd kan worden:

- Fase 1: de activiteiten in de idee- en ontwerpfasen van een energieproject.
- Fase 2: het uitvoeren van een energieproject.
- Fase 3: het professionaliseren van het lokale energie-initiatief tot een onderneming met toekomst. (Energieloket, sd)

- *Oldenzaals energiefonds*

Op gemeentelijk niveau zijn ook subsidies beschikbaar voor de omtrent duurzame energie. Deze gemeente beschikt over een eigen platform, het Oldenzaals Energiefonds. Het fonds is een initiatief van de gemeente Oldenzaal met als doel een bijdrage te leveren aan het energieneutraal maken van de stad. De ondersteuning gebeurt in de vorm van leningen, het fondsvermogen bedraagt een miljoen euro. (Oldenzaals Energiefonds, 2017)

- *Energieloket Tubbergen*

Bij de gemeente Tubbergen beschikken ze over een online energieloket waarbij advies wordt gegeven over mogelijk duurzame oplossingen voor woningen en hoe inwoners dit het beste kunnen aanpakken. Zo is er bijvoorbeeld een spreekuur, waar inwoners heen kunnen voor duurzaamheidsvraagstukken. Tevens worden op dit online loket weergegeven welke subsidies omtrent duurzame energie worden gegeven binnen de gemeente. (Energieloket, sd)

- *Regeling verlaagd tarief*

Binnen de gemeente Tubbergen is een “Regeling Verlaagd Tarief” beschikbaar, beter bekend als “Postcoderoosregeling”. Met deze regeling krijgen lokale bewoners de mogelijkheid om de handen in een te slaan en als coöperatie dan wel vereniging te investeren in duurzame energie. Door de investering krijgen de deelnemers een korting op de energienota. De deelnemers die gebruik maken van een “opwek coöperatief” zijn tot maximaal 10.000 kWh vrijgesteld van energiebelasting. (Energieloket, sd)

3 Locatiebepaling

In dit hoofdstuk wordt informatie gegeven over de locaties die een hoofdrol spelen in dit onderzoek. De locaties zijn voorgaand aan de start van dit project geselecteerd door een overkoepelende coördinator van de beide gemeenten. Zo worden in beide gemeenten een eerste pilot opgezet. In de wijk Langeveen was een eerste analyse nodig. De keuze voor de wijk Vondersweijde is met name omdat het zwembad de komende jaren gerenoveerd gaat worden en zo kunnen er wellicht meerdere kansen benut worden tijdens deze renovatie.

Voor deze locaties wordt informatie verzameld met betrekking tot bewoners, de gebouwde omgeving en de bodem. De informatie is noodzakelijk om een deugdelijke keuze te kunnen maken t.b.v. welke technische maatregel.

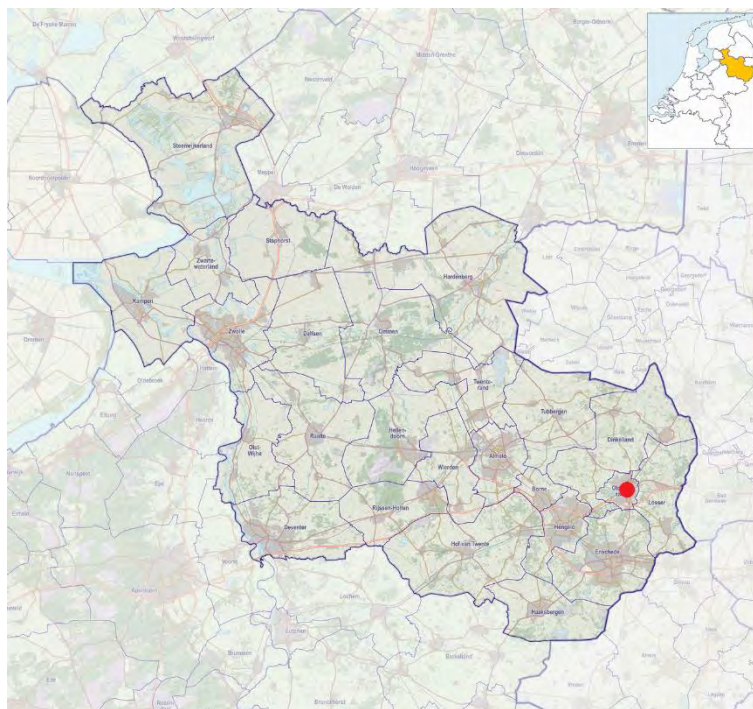
Om inzicht te krijgen in welke soort wijken het onderzoek zich bevindt, wordt informatie verzameld over bewoners. Om de woningen aardgasloos te krijgen is medewerking nodig van de eigenaren van de woningen. Om deze medewerking in te kunnen schatten zijn bijvoorbeeld gegevens als leeftijd en inkomen belangrijk. Voor beide wijken worden gemiddelden genomen over de voorgenoemde gegevens.

Een belangrijke maatstaf die gebruikt wordt bij de term energietransitie is het energielabel van de woning. Sinds 2007 is het verplicht een energielabel te laten opstellen bij het verkopen van een woning. Het energielabel is bedoeld om meer inzicht te krijgen voor bewoner in welke mate een woning energie verbruikt. Naast de bewustwording worden de labels gebruikt om aan te geven welke energiebesparende maatregelen nog mogelijk zijn voor de woningen. Woningen lopen van A t/m G, oftewel van weinig naar veel besparingsmogelijkheden. Voor het onderzoek wordt per wijk, middels een plattegrond, aangegeven welke energielabels aan de woningen hangen. Dit energielabel wordt berekend door een woning op een aantal punten te beoordelen, zoals: het aantal gebruikers, het bouwjaar, de aanwezige installatie en de isolatie. (RVO, 2017)

Voor bepaalde technische mogelijkheden is het noodzakelijk dat zich een bepaalde grondsoort bevindt op de locatie of in de nabijheid hiervan. Het is dus belangrijk om op dit moment al inzicht te krijgen wat er zich in de grond bevindt om zo bepaalde keuzes uit te sluiten of juist vast te leggen. Voor de beide wijken wordt kort beschreven wat de verwachtingen zijn op het gebied van bodem en ondergrond.

3.1 Gemeente Oldenzaal

De locatie voor de gemeente Oldenzaal is de wijk Vondersweijde in Oldenzaal. De wijk Vondersweijde bestaat uit een 8-tal straten die zich in de bebouwde kom van Oldenzaal bevinden. Oldenzaal is een stad in Twente in de Nederlandse provincie Overijssel.



Figuur 1: Locatieaanduiding Oldenzaal
(Aalst, 2015)

Bewonersinformatie

Het aantal inwoners in Vondersweijde is ongeveer 350. Al deze 350 inwoners zijn verspreid over 125 huishoudens. Vondersweijde is de benaming van het zwembad en naastgelegen sportcomplex. Vondersweijde heeft geen officiële wijknaam en het gebied (wijk) wordt in de volksmond Vondersweijde genoemd. Het gemiddeld inkomen van Oldenzaal ligt iets onder het gemiddelde inkomen van gemiddeld Nederland. Cijfers over de desbetreffende wijk zijn niet in te zien. Het gemiddelde inkomen per inwoner is € 20.500,-. Dit ligt een stuk lager dan het gemiddelde inkomen van Nederland. Deze kennis van informatie is met name belangrijk omdat huishoudens wellicht moeten investeren in hun woning. Indien de inwoners van Vondersweijde minder geld tot hun beschikking hebben, zullen ze wellicht minder snel investeren in een verbeterd geïsoleerde woning of andere technieken. Dit kan eventueel leiden tot mogelijk weerstand binnen de gemeente Oldenzaal. (AlleCijfers.nl)

Informatie woningen

Woonwijk Vondersweijde is een uitbreidingslocatie uit 1998. Het omvat 125 woningen. Het betreffen rijwoningen, 2 onder-één kapwoningen en vrijstaande woningen. Deze woningen zijn allen koopwoningen. De vraag is hoe deze wijk dan ook van het aardgas af kan. Helaas ligt er geen warmtenet. Wel hebben een redelijk aantal woningen zonnepanelen geïnstalleerd, dit wil zeggen dat de bewoners al bezig zijn met duurzaamheid. Aan de rand van de woonwijk ligt het sportcomplex Vondersweijde. In het sportcomplex bevindt zich een zwembad en een sporthal. De sporthal dateert uit 1976 en het zwembad is in 1998 aangebouwd. Het zwembad is toe aan grootschalige renovatie. Ook de sporthal krijgt groot onderhoud. Dit houdt onder andere in dat er een geheel nieuwe installatie komt. De doelstelling is om het verbruik van fossiele brandstoffen tot het minimum te beperken. De renovatie staat gepland in 2020.

Energielabels van de woningen lopen van A t/m G, ofwel van weinig naar veel besparingsmogelijkheden. Een woning wordt op een aantal punten beoordeeld, zoals het aantal

gebruikers, het bouwjaar, de aanwezige installatie en de isolatie. Uiteindelijk levert dit een score op die uiteenloopt van een A++ t/m G gebaseerd op de eerdergenoemde criteria's. Voor de wijk Vondersweijde is een schematische weergave gemaakt van het energielabel per woning, deze is afgebeeld in Figuur 2.



Figuur 2: Energielabel woningen Oldenzaal

Kijkend naar het energieverbruik zie je dat het gemiddelde aardgasverbruik (per m³) lager ligt ten opzichte van het gemiddelde van Nederland. Het gemiddelde elektriciteitsverbruik (in kWh) ligt nagenoeg hetzelfde als het gemiddelde van Nederland. Op Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) is zichtbaar gemaakt wat het energieverbruik is per type woning in Oldenzaal, de cijfers zijn afkomstig uit 2017.

ENERGIELABEL B	Gemiddeld aardgasverbruik (m ³)	Gemiddeld Elektriciteitsverbruik (kWh)
Tussenwoning	1500	2990
Vrijstaand	2550	4750
Hoekwoning	1700	3600
Twee-onder-één kap	2050	4100

Tabel 1: Gemiddeld verbruik Oldenzaal
(Kerncijfers wijken en buurten 2004-2008, 2013)

Om te onderzoeken wat de cijfers uit Oldenzaal daadwerkelijk inhouden is er een afspiegeling gemaakt met landelijke cijfers. Ook is hier wederom onderscheid gemaakt tussen tussenwoning, vrijstaand, eigen woning en totaal woningen.

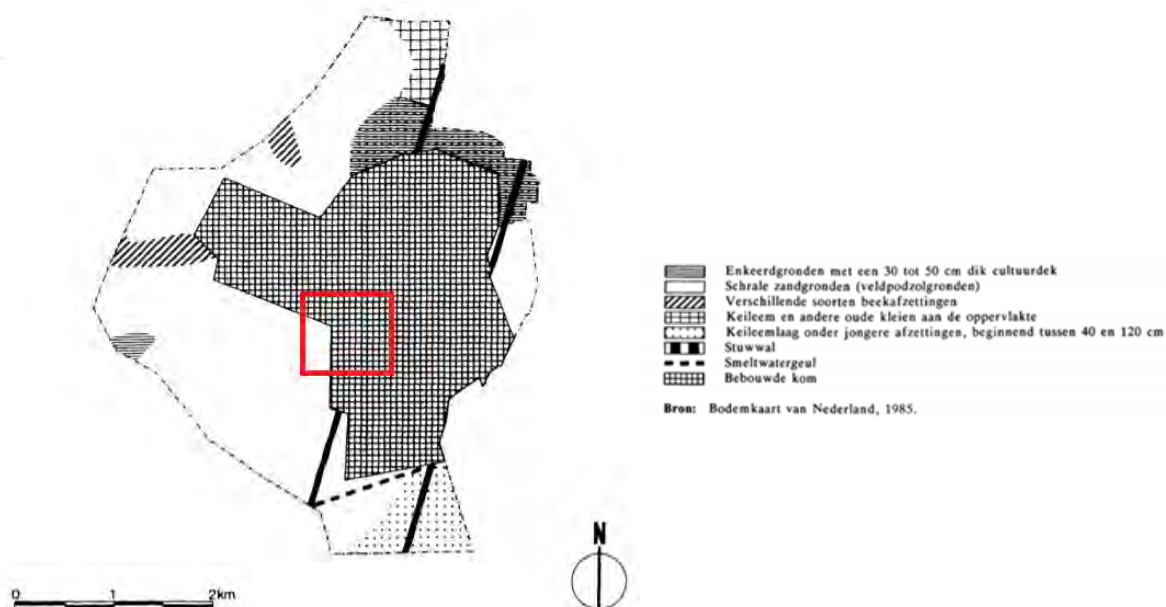
	Gemiddeld aardgasverbruik (m ³)	Gemiddeld Elektriciteitsverbruik (kWh)
Tussenwoning	1190	2990
Vrijstaand	2200	4040
Eigen woning	1470	3330
Totaal woningen	1240	2860

Tabel 2: Landelijk gemiddeld verbruik
(statline.cbs.nl, 2017)

Informatie bodem

Het uiterlijk van het landschap in Oldenzaal heeft te maken met de processen uit de laatste twee geologische tijdperken en de daarop gebaseerde vormen van bodemgebruik door de eeuwen heen. Oldenzaal ligt op de westelijke helling van de een stuwwal. Deze helling is ontstaan door een landijstong, die zich door het dal van de rivier de Dinkel een weg naar het zuiden heeft gebaand en het aanwezige materiaal opstuwde. Ook voerde de gletsjer een mengsel van keien, grind, zand en klei aan, dat na het smelten van het ijs plaatselijk als een nauwelijks waterdoorlatende laag achterbleef. Deze laag van deze combinatie materialen wordt ook wel kleileem genoemd. Deze kleileem bevindt zich in meer en mindere mate onder het te onderzoeken gebied

Nadat de stuwwal was gevormd ontstond een koude periode, waardoor de wind als gevolg van het ontbreken van vegetatie, vrij spel had op de losse bodemdeeltjes. Op de top van de stuwwal na werd het hele gebied dat tegenwoordig tot de gemeente Oldenzaal behoort, bedolven onder een laag dekzand. In een later stadium zetten de op de helling van de stuwwal ontspringende beken op verschillende plaatsen klei en fijn zand af. (Het Oversticht, 1990)



Figuur 3: Bodemkaart Oldenzaal
(PDOK, 1985)

Boormonsterprofiel

Identificatie:
Coördinaten:
Maaiveld:
Dieptetraject t.o.v. Maaiveld:

B28H1316
259175, 481495 (RD)
35.50 m t.o.v. NAP
0.00 m - 4.00 m



Lithologie

- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie

Boormonsterprofiel

Identificatie:
Coördinaten:
Maaiveld:
Dieptetraject t.o.v. Maaiveld:

B28H1313
259018, 481162 (RD)
35.20 m t.o.v. NAP
0.00 m - 4.00 m



Lithologie

- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie

Figuur 4: Boormonsterprofiel 1 - Oldenzaal
(DinoLoket, 1979)

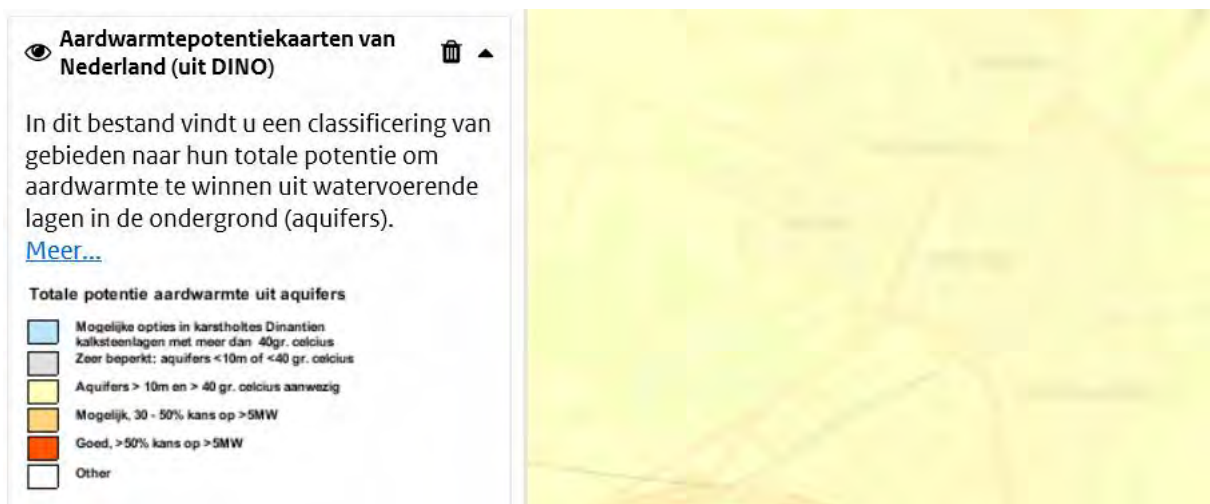
Figuur 5: Boormonsterprofiel 2 - Oldenzaal
(DinoLoket, 1974)

Oldenzaal bevindt zich op een plaats waar weinig tot geen potentie bestaan om een WKO-installatie aan te leggen (zie Figuur 6). Er hoeft dus geen rekening gehouden worden met een eventueel WKO-systeem in dit gebied.



Figuur 6: Potentieel WKO Oldenzaal
(Nationale Energie Atlas)

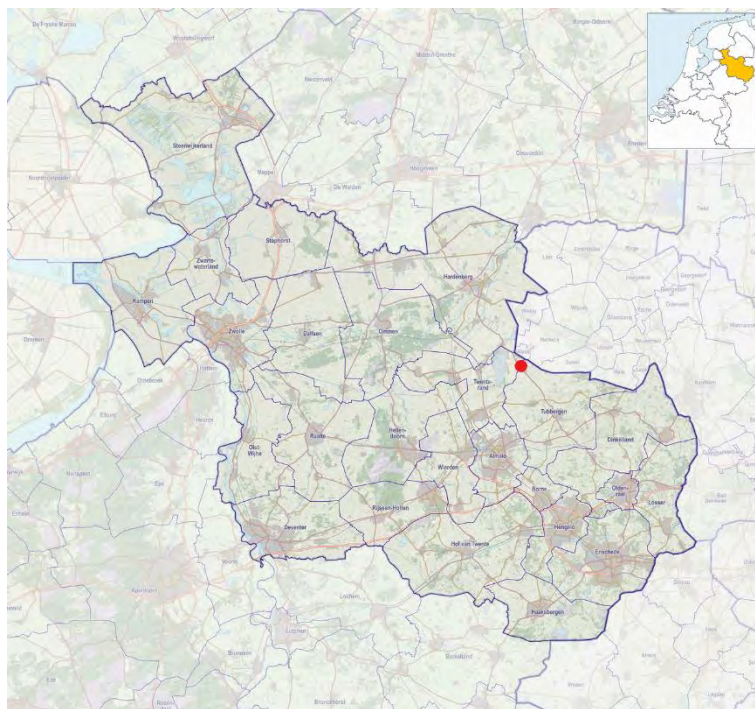
Naast de eventuele opslag van warmte en koude, is het ook van belang om te kijken of er potentie bestaan op het gebied van aardwarmte. In Oldenzaal bestaat een redelijke hoeveelheid potentie op aquifers die gebruikt kunnen worden voor aardwarmte. Deze aquifers bevinden zich op een diepte van 10 meter en dieper die een warmte hebben van meer dan 40 °C.



Figuur 7: Aardwarmtepotentiekarte Oldenzaal
(Nationale Energie Atlas)

3.2 Gemeente Tubbergen

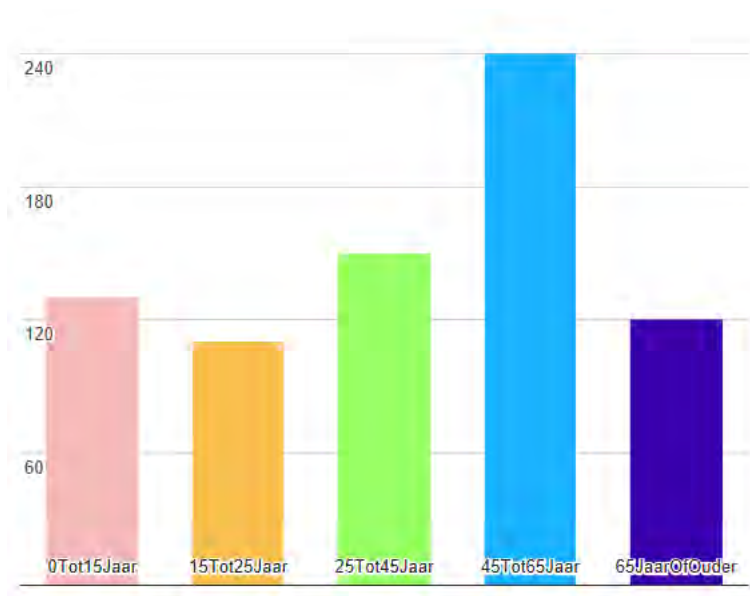
De locatie voor de gemeente Tubbergen is Langeveen. Langeveen is een dorpje in Twente in de Nederlandse provincie Overijssel.



Figuur 8: Locatieaanduiding Langeveen
(Aalst, 2015)

Bewonersinformatie

Het aantal inwoners in de kern Langeveen is 760. Het aantal inwoners is het aantal personen zoals op 1 januari 2018 in het bevolkingsregister vastgelegd. Al deze 760 inwoners zijn verspreid over 275 huishoudens. (allecijfers.nl, 2018) In Figuur 9 is de leeftijdsverdeling schematisch weergegeven.

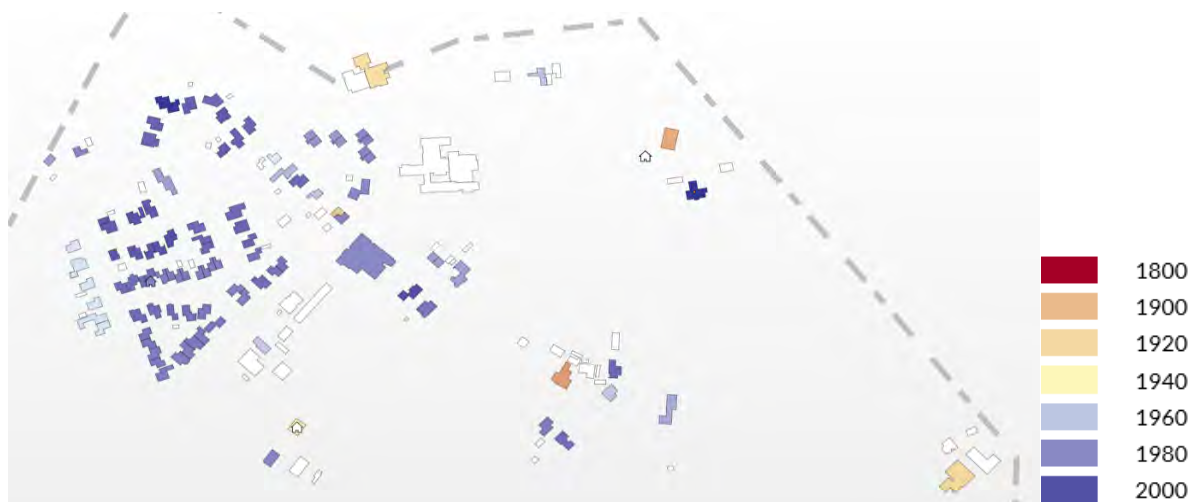


Figuur 9: Leeftijdsverdeling bewoners Langeveen
(allecijfers.nl, 2018)

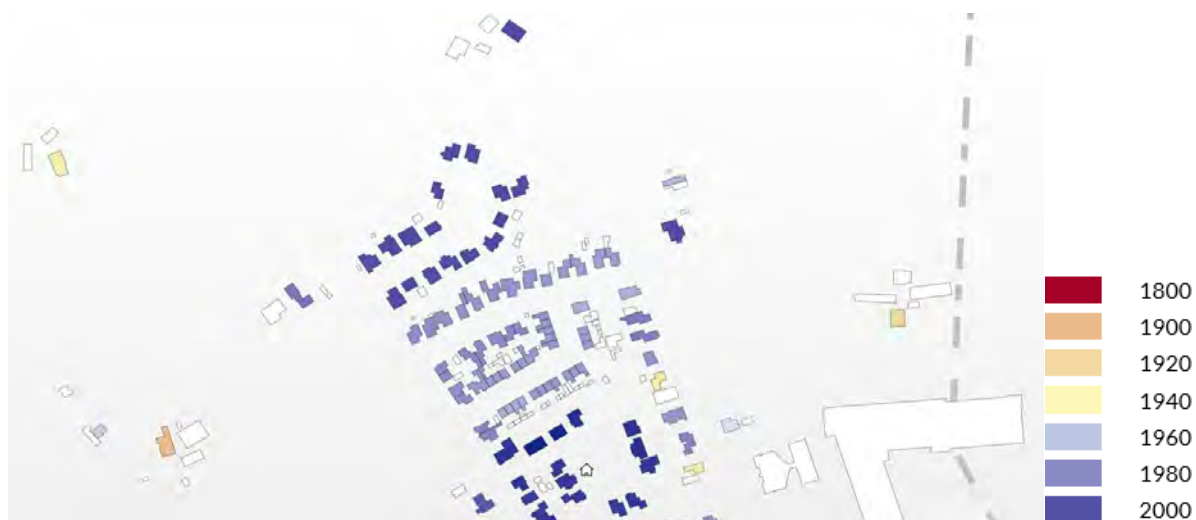
Het gemiddelde inkomen per inwoner is € 20.100,-. Dit ligt ruim lager dan het landelijk gemiddelde, dit is namelijk € 24.100,- per inwoner. Deze kennis van informatie is met name belangrijk omdat huishoudens wellicht moeten investeren in hun woning. Indien ze minder geld tot hun beschikking hebben, zullen ze wellicht minder snel investeren in een verbeterd geïsoleerde woning of andere technieken. Dit kan tot mogelijk weerstand leiden binnen de gemeente. (allecijfers.nl, 2018)

Informatie woningen

Langeveen kent een diverse woningopbouw naar bouwjaar. De woningen zijn uiteenlopend vanuit 1800 tot 2000 gecategoriseerd. De Figuur 10, Figuur 11 en Figuur 12 geven weer in welk jaar de woningen gebouwd zijn. Tevens is zichtbaar waar de betreffende woningen zich bevinden in de wijk. De cijfers zijn afkomstig van de stichting weetmeer.nl. Deze instantie haalt de gegevens afkomstig van het CBS en haalt de geografische gegevens van het kadaster.



Figuur 10: Bouwjaar woningen deel noord
(weetmeer.nl, 2018)

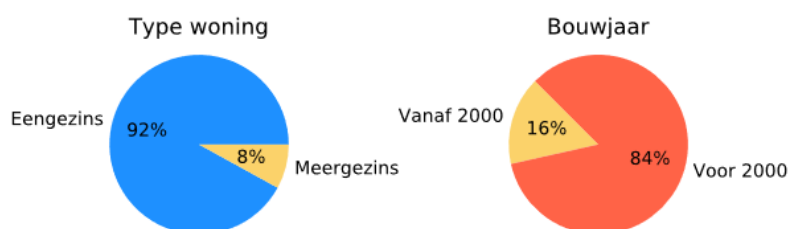


Figuur 11: Bouwjaar woningen deel midden
(weetmeer.nl, 2018)



Figuur 12: Bouwjaar woningen deel zuid
(weetmeer.nl, 2018)

De woningen zijn qua bouwjaar sterk uiteenlopend aanwezig. De periode rond 1960 tot 1980 is sterk vertegenwoordigd. Ook zijn er verschillende clusters met woningen na 2000. Een aantal woningen, met name in het buitengebied, zijn wat verouderd. Door de gemixte bezetting zal het daarom lastig zijn om voor een enkele oplossing te kiezen, door de sterke verschillen in bouwjaar en constructiestijl/isolatie en dergelijke. Deze verdeling is schematisch weergegeven in Figuur 13.



Figuur 13: Kenmerken type woning/bouwjaar Langeveen
(allecijfers.nl, 2018)

Nu inzichtelijk is wanneer de woningen gebouwd zijn, worden de kenmerken van deze woningen interessant. Allereerst komen de cijfers van eigendom en bewoning aan de orde deze zijn weergegeven in Figuur 14. We zien dat een overgroot deel koopwoningen zijn en bijna een kwart huurwoningen zijn. In het kader van investeringen in woningen kan het relevant zijn indien het koop- of huurwoningen zijn.



Figuur 14: Kenmerken eigendom/bewoning Langeveen
(allecijfers.nl, 2018)

Het is belangrijk om na de voorgenoemde gegevens ook inzicht te krijgen in het energieverbruik van de woningen.

Vanuit cijfers van het CBS is zichtbaar wat het gemiddelde energieverbruik(kWh) en wat het gemiddelde aardgasverbruik(m³) is bij het type woningen in de tabel hieronder. De cijfers zijn afkomstig uit 2017.

ENERGIELABEL B	Gemiddeld aardgasverbruik (m ³)	Gemiddeld Elektriciteitsverbruik (kWh)
Tussenwoning	1500	3140
Vrijstaand	2450	4370
Hoekwoning	2350	4300
Twee-onder-één kap	2050	4150

Tabel 3: Gemiddeld verbruik Langeveen
(statline.cbs.nl, 2017)

Om te onderzoeken wat de cijfers uit Langeveen daadwerkelijk inhouden is er een afspiegeling gemaakt met landelijke cijfers. Ook is hier wederom onderscheid gemaakt tussen tussenwoning, vrijstaand, eigen woning en totaal woningen.

	Gemiddeld aardgasverbruik (m ³)	Gemiddeld Elektriciteitsverbruik (kWh)
Tussenwoning	1190	2990
Vrijstaand	2200	4040
Eigen woning	1470	3330
Totaal woningen	1240	2860

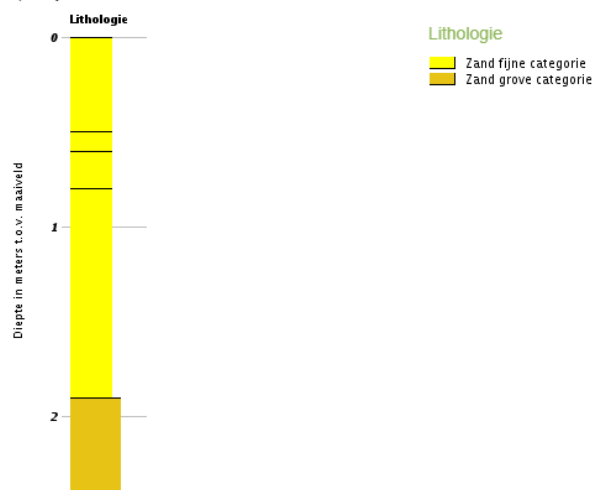
Tabel 4: Landelijk gemiddeld verbruik
(statline.cbs.nl, 2017)

Informatie bodem

De naam van het dorp, Langeveen, doet vermoeden dat er veen in de grond aanwezig is. Niks is minder waar, de (ondiepe) ondergrond bestaat in de kern van Langeveen namelijk vooral uit zand. Onderstaand een aantal boormonsterprofielen die allen nabij de kern van Langeveen zijn verricht.

Boormonsterprofiel

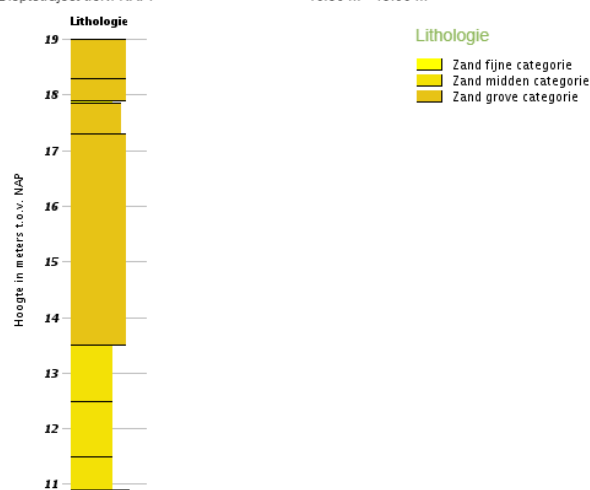
Identificatie: B28E1120
Coördinaten: 245414, 498340 (RD)
Maaiveld: 19.60 m t.o.v. NAP
Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 0.00 m - 2.40 m



Figuur 15: Boormonsterprofiel 1 - Tubbergen
(Dinoloket, 1976)

Boormonsterprofiel

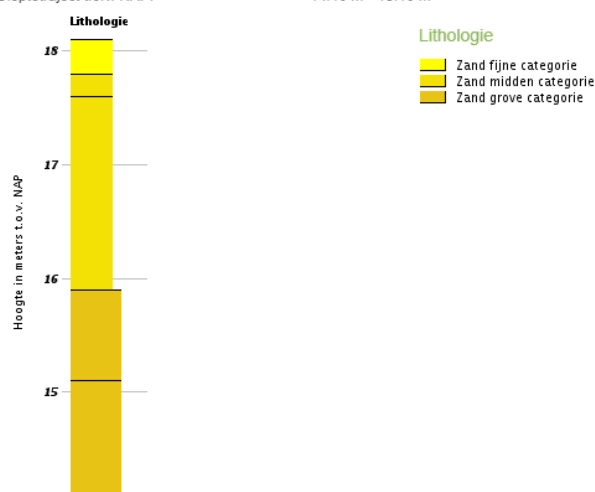
Identificatie: B28E1127
Coördinaten: 245610, 498120 (RD)
Maaiveld: 19.00 m t.o.v. NAP
Dieptetraject t.o.v. NAP: 10.90 m - 19.00 m



Figuur 16: Boormonsterprofiel 2 - Tubbergen
(Dinoloket, 1982)

Boormonsterprofiel

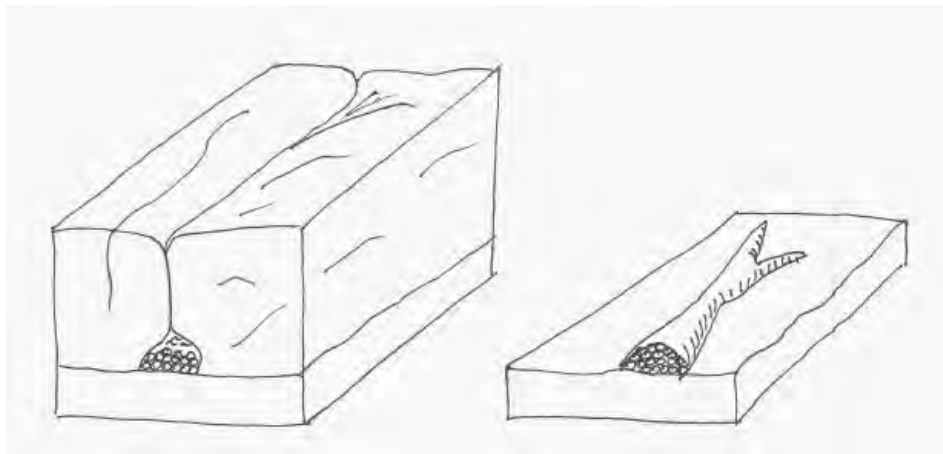
Identificatie: B28E1119
Coördinaten: 245168, 498280 (RD)
Maaiveld: 18.10 m t.o.v. NAP
Dieptetraject t.o.v. NAP: 14.10 m - 18.10 m



Figuur 17: Boormonsterprofiel 3 - Tubbergen
(Dinoloket, 1976)

De reden dat de ondergrond uit zand bestaat, is jaren geleden ontstaan. In Langeveen bevindt zich namelijk de enige Nederlandse esker en tevens de oudste van Europa. Een esker is een heuvel in of onder het landschap die veroorzaakt is door smeltwater onder een ijskap, denk hierbij aan een gletsjer. Om die reden wordt een esker ook wel een smeltwaterrug genoemd. In Langeveen is de esker zo'n 238.000 tot 128.000 jaar geleden ontstaan/gevormd. Onder het landijs, in de toenmalige ijstijd, bevond zich een smeltwatertunnel waarin grindrijk zand is afgezet. Na het smelten van het ijs bleef een zandlichaam met grind over.

In het landschap Langeveen zijn overblijfselen van de esker zichtbaar als koppen in het landschap. In de ondergrond is het systeem min of meer aaneengesloten. Naarmate de tijd vorderde onder invloed van de wind veel verstuiving aanwezig geweest. Hierdoor is op de overgang van een hoger en droger gebied naar een lager en vochtiger gebied een dekzandrug ontstaan. Het is dus ook aan de esker te danken dat Langeveen zich grotendeels (in ieder geval de kern) op zandvlakte bevindt. Onderstaand een afbeelding die weergeeft hoe een dergelijke esker ontstaat, zowel in als onder het landschap. (Geocaching.com, sd)



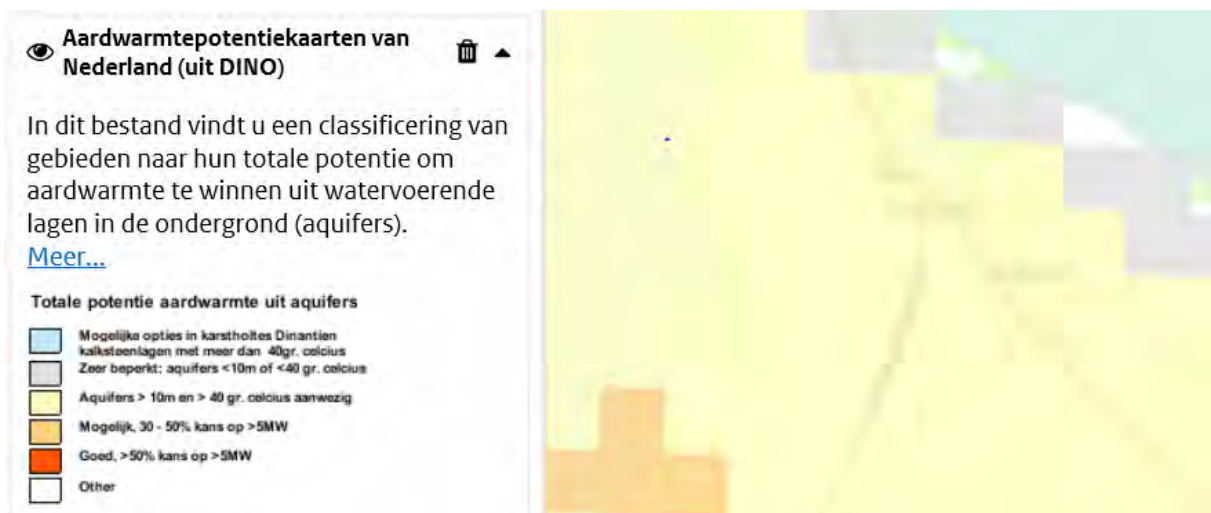
Figuur 18: Voorbeeld ontstaan esker
(Mathilde, 2018)

In Langeveen bevindt zich op een plaats waar redelijk veel potentie bestaan om een WKO-installatie aan te leggen (zie Figuur 19). Er kan dus rekening worden gehouden met een eventueel WKO-systeem in dit gebied.



Figuur 19: Potentieel WKO Tubbergen
(Nationale Energie Atlas)

Naast de eventuele opslag van warmte en koude, is het ook van belang om te kijken of er potentie bestaat op het gebied van aardwarmte. In Langeveen bestaat een redelijke hoeveelheid potentie op aquifers die gebruikt kunnen worden voor aardwarmte. Deze aquifers bevinden zich op een diepte van 10 meter en dieper die een warmte hebben van meer dan 40 °C.



Figuur 20: Aardwarmtepotentiekartaart Tubbergen
(Nationale Energie Atlas)

4 Technische mogelijkheden

In dit hoofdstuk worden alle technische mogelijkheden behandeld om te achterhalen wat de mogelijkheden zijn om aardgasloze woning/wijk te realiseren. Voor deze technische mogelijkheden worden vooral het technische en ruimtelijke aspect belicht. Naast deze huidige mogelijkheden wordt er ook ingegaan op de mogelijkheden die op dit moment nog in ontwikkeling zijn. Deze mogelijkheden kunnen van belang zijn wanneer woningen/wijken in een later stadium aardgasloos worden gemaakt. Deze informatie wordt gewonnen uit diverse bronnen, zoals: literatuur, internet of interviews met experts. Naast de technische mogelijkheden worden ook de bruikbare energiebronnen, die aanwezig zijn, per gemeente bekeken op het eventueel gebruik hiervan.

4.1 Huidige mogelijkheden

Zonne-energie

Zonne-energie is een vorm van energieopwekking die als jaren interessant is. De Nederlandse zon is perfect geschikt om elektriciteit op te wekken. Zonnestroom is de meest duurzame vorm van stroom die er is. Dit komt omdat bij de productie van elektriciteit van stroom uit zonlicht geen schadelijke stoffen of broeikasgassen vrijkomen. Een groot voordeel van zonne-energie is dat de elektriciteit lokaal kan worden opgewekt en verbruikt waardoor het verlies bijna nul is.

In een zonnepaneel wordt een groot aantal zonnecellen geplaatst en zijn gemaakt van silicium dat bestaat uit twee lagen. Tussen deze twee lagen vormt zich een elektrische laag onder invloed van zonlicht. De stroom tussen deze lagen is gelijkstroom dat in een later stadium wordt omgezet naar wisselstroom door een omvormer. De sector die zich bezighoudt met zonnepanelen is volop in beweging. De technieken ontwikkelen zich zo snel dat moeilijk te bepalen is welk zonnepaneel het meest geschikt is voor een bepaalde woning. De toekomstige ontwikkelingen in de markt hebben betrekking op de verbetering van het rendement, concentratie van zonnecellen per zonnepaneel (meer cellen per m²), nanotechnologie om kleinere zonnepanelen te ontwikkelen en kosten verlagen door de efficiëntie van de cel te verhogen.

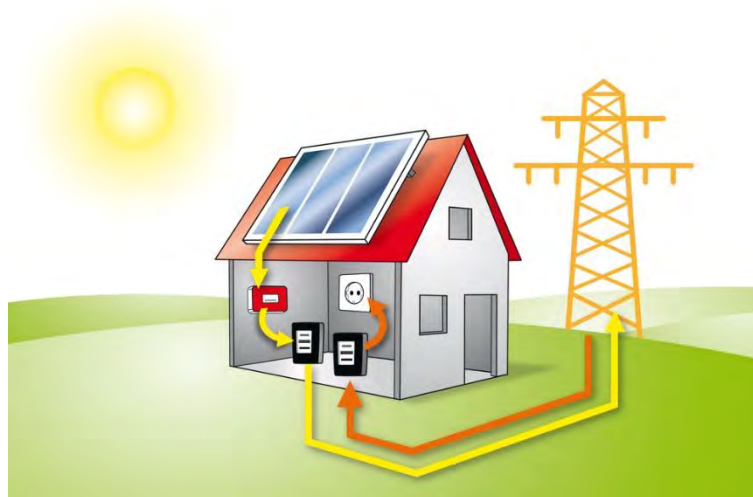
De kosten van zonnepanelen zijn sterk afhankelijk van het type en de hoeveelheid zonnepanelen. Men kan ervan uitgaan als je alleenstaand bent dat je met acht zonnepanelen voldoende capaciteit hebt. Deze investering zal tussen de € 3.500,- en € 5.600,- liggen inclusief plaatsing en de omvormer. Wanneer je met een huishouden van zes personen zonnepanelen wilt aanschaffen, dien je zo'n 24 panelen te plaatsen. Deze investering zal tussen de € 8.500,- en € 12.500,- zijn. (Zonne-energie, 2013-2019)

De laatste subsidieregeling voor zonnepanelen dateert uit 2012 en bedroeg 50 miljoen euro. Deze regeling was zo'n groot succes dat deze subsidiepot vrij snel op was. Tot op heden is geen subsidie meer gegeven voor zonnepanelen. In plaats van subsidie wordt in 2019 een btw-regeling ingevoerd. Volgens experts is deze regeling lucratiever dan de subsidieregeling in 2012.

Als particulier met je wel aan bepaalde voorwaarden voldoen voordat je gebruik mag maken van deze btw-regeling. Zo moet een deel van de opgewekte stroom worden verkocht aan het net (dit noemt men salderen). Als beloning krijg je dan van je energieleverancier een bepaalde vergoeding, dit wordt meestal verrekend met je energierekening. Naast dat je een vergoeding krijgt voor het terug leveren van energie, kun je ook beroep doen op de kleine ondernemersregeling. Wanneer het btw-bedrag minder dan € 1.345,- bedraagt, hoeft je geen omzetbelasting te betalen. In de praktijk wordt dit bedrag nauwelijks gehaald. Als je je niet

als ondernemer hebt aangemeld, kun je de btw die aan jou in rekening is gebracht voor de aanschaf en installatie van de zonnepanelen niet terugkrijgen. In de ogen van de Belastingdienst ben je dus een ondernemer die energie opwekt en ‘verkoopt’. Hierdoor moet je ook belasting afdragen. Het is lastig te bepalen hoeveel energie een particulier opwekt. Hierdoor heeft de Belastingdienst een vast bedrag bepaald per 1.000 kWh. De belasting die je als ondernemer moet betalen is maar een fractie van de belasting die je kunt terugvragen. Het afdragen van belasting hoeft enkel maar het eerste jaar. Daarna bestaat de mogelijkheid je af te melden als ondernemer. De hoeveelheid belasting die je moet betalen is afhankelijk van de hoeveelheid energie je terug levert en de hoeveelheid energie die je in diezelfde periode zelf gebruikt. Omdat dit vaak moeilijk te bepalen is wordt gebruik gemaakt van het opwekvermogen van de zonnepanelen. Hoeveel belasting je moet betalen is simpel te berekenen op de website van de belastingdienst. Wanneer je zonnepanelen hebt aangeschaft vóór november 2013 kun je nog gebruik maken van deze btw-regeling. (Zonne-energie Gids, 2019)

Omdat dit onderzoek zich voornamelijk richt op energie in de vorm van warmte, kan zonne-energie enkel gebruikt worden als extra hulpmiddel om stroom op te wekken voor een dergelijke technische mogelijkheid. Deze variant wordt dus ook niet meegenomen in de keuze als ‘aardgasvervanger’.



Figuur 21: Principe zonnepanelen
(Redactie blognieuws, 2013)

Windenergie

In Nederland waait het altijd. Een duurzamere manier om energie op te wekken is daarom bijna niet te bedenken. Toch staat Nederland niet vol met windmolens. De wind is op een simpele manier in energie om te zetten. Vroeger werd de wind omgezet in energie in de vorm van molens die bepaalde werktuigen aandreven. Tegenwoordig gebruiken we windturbines om energie op te wekken. De wieken van een windturbine zijn zo ontworpen dat ze door de wind gaan draaien. De draaiende wieken zetten een as in beweging. Een kast met tandwielen laat de as sneller draaien door een bepaalde verhouding (vergelijkbaar met een versnelling op een fiets). Hierna zit een generator die de beweging omzet in elektriciteit. Het voorgenoemde proces speelt zich allemaal nog af in de ‘kop’ van de turbine. Vanaf daar gaan grote elektriciteitskabels richting de elektriciteitscentrale.

De reden waarom Nederland niet vol staat met windturbines is omdat er veel nadelen zijn wanneer deze worden geplaatst. Een windturbine heeft het nadeel dat het niet altijd even

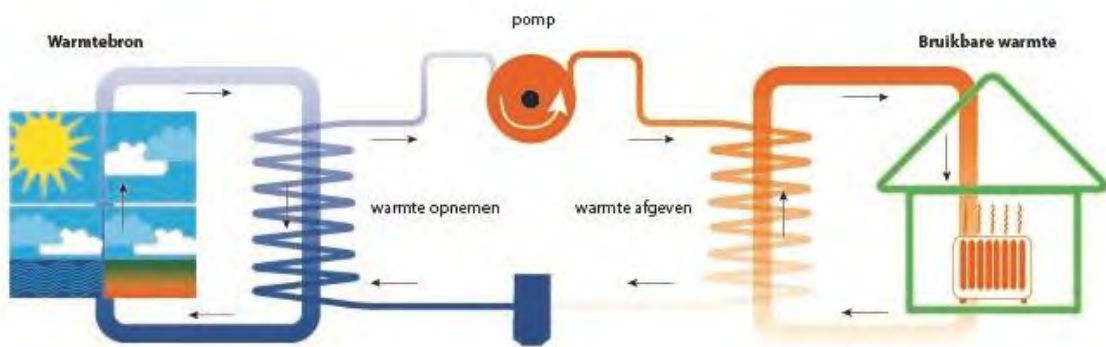
hard waait. Hierdoor bestaat de kans dat er piekmomenten of juist dalen ontstaan op het elektriciteitsnetwerk. Het maken van zo'n grote windturbine gaat gepaard met een grote hoeveelheid CO₂-uitstoot. Zo kost het maken van een windturbine ongeveer net zoveel energie als hij in een half jaar opbrengt. Voor vogels zijn windturbines gevaarlijk doordat de windturbines zich op het niveau bevinden waar de vogels ook vliegen. Verder kan hinder ontstaan van het ronddraaien van wieken (geluidsoverlast en slagschaduw) en kan horizonvervuiling ontstaan. Een moderne windmolen kan ongeveer 2.000 huishoudens van windenergie voorzien. Deze windturbine zijn sterk afhankelijk van de windsterkte. Zo is een kleine turbine in Den Helder net zo effectief als twee grote in Enschede. Het is dus duidelijk dat goed nagedacht moet worden waar deze turbines worden geplaatst. Nederland heeft op dit moment drie windparken op zee en gaat er twee bijbouwen. (Energiegenie)

Op dit moment zijn veel ontwikkelingen gaande op het gebied van windturbines op perceel niveau. Dit houdt in dat elk huishouden (of een aantal meer) op zijn perceel een windturbine heeft om zijn energie zelf op te wekken. Wat dat betreft zijn ze deze turbines vergelijkbaar met een zonnepaneel op de woning. De windturbine geeft echter pas milieuwinst als hij meer uitstoot voorkomt dan er bij de bouw van de molen en afvalverwerking ontstaat. Uit onderzoek blijkt dat het milieuvoordeel sterk afhankelijk is van waar en hoe de windturbine is geplaatst. Alleen op locaties waar het voldoende waait leveren kleine windmolens meer energie dan ze hebben gekost. Op dit moment is het dus niet rendabel om een kleine windturbine aan te schaffen omdat de investeringskosten niet terug kunnen worden verdiend binnen de technische levensduur. (Milieucentraal)

Omdat dit onderzoek zich voornamelijk richt op energie in de vorm van warmte, kan zonne-energie enkel gebruikt worden als extra hulpmiddel om stroom op te wekken voor een dergelijke technische mogelijkheid. Deze variant wordt dus ook niet meegenomen in de keuze als 'aardgasvervanger'.

Warmteproductie installatie

Om woningen te verwarmen (of te koelen) zijn verschillende mogelijkheden aanwezig. Zo kan gedacht worden aan een warmtepomp. Warmtepompen zijn in verschillende versies te gebruiken. Over het algemeen kan gesteld worden dat de meeste pompen zijn voorzien van een binnendeel, dat lijkt op een hr-ketel. Hoe het binnendeel eruitziet hangt af van de soort en de warmtebron. Daarnaast maakt elke warmtepomp gebruik van een koudemiddel om de warmte van de bron te winnen en in de woning te brengen. Het koudemiddel neemt energie op en staat die elders weer onder andere omstandigheden weer af. De werking van het koudemiddel is gebaseerd op twee natuurkundige principes, namelijk: verdampen en condenseren. De warmtepomp pompt het koudemiddel rond. De verdamper van de warmtepomp neemt warmte op bij temperaturen tot wel -25°C. De condensor geeft warmte af bij temperaturen tot maximaal 65°C. Dit grote temperatuurverschil is mogelijk door de eigenschappen van het koudemiddel dat zich in de warmtepomp bevindt: het kookt onder een lage druk bij zeer lage temperaturen en kookt onder een hoge druk bij hoge temperaturen. Hierdoor is het mogelijk om in de winter een woning te verwarmen met een warmtepomp. Dit systeem wordt in principe ook gebruikt bij een koelkast. De warmtepomp gebruikt koude buitenlucht of een andere relatief koude bron met een praktisch oneindige grootte.



*Figuur 22: Werking warmtepomp
(Warmtepompplein)*

Zoals gezegd is de warmtepomp in verschillende vormen beschikbaar, namelijk:

- Lucht/lucht
- Lucht/water
- Bodem/water
- Water/water
- Hybride

De lucht/lucht warmtepomp is een warmtepomp die de warmte uit de buitenlucht wint van de woning. De warmtepomp is qua uiterlijk ongeveer vergelijkbaar met een airco-installatie. In het buitendeel wordt warmte uit de buitenlucht gewonnen en overgedragen aan het koudemiddel en geeft dit direct af aan de binnenlucht. Naast het verwarmen van de woning is het vaak ook mogelijk om dit soort warmtepompen te gebruiken om woningen te koelen. Een lucht/lucht warmtepomp heeft altijd de beschikking over energie uit de buitenlucht, zelf in de winter. Er zit nog voldoende energie in de lucht om door middel van een warmtepomp te verwarmen. Een nadeel van de lucht/lucht warmtepomp kan zijn dat een constante luchtstroom wordt opgewekt. Dit kan ervaren worden als tocht. Bij heel koud weer kan bijverwarming nodig zijn.

De lucht/water warmtepomp haalt de energie, net als de lucht/lucht warmtepomp, uit de lucht. Uit een bepaalde soort luchtstroom (dus buitenlucht, omgevingslucht o.i.d.) wordt warmte onttrokken en overgedragen aan het koudemiddel. In de woning wordt de warmte dat opgewekt is door het koudemiddel afgegeven aan het afgiftesysteem in de woning en/of het warm water tapsysteem. Dit afgiftesysteem is vaak (bestaande) radiatoren of bijvoorbeeld vloerverwarming. Net als bij de lucht/lucht warmtepomp is het voor de lucht/water warmtepomp geen probleem om in de winter warmte op te wekken. Bij een buitenlucht warmtepomp wordt gebruik gemaakt van de buitenlucht. Deze pomp is vergelijkbaar met een airco-installatie. Als men energie wil onttrekken uit ventilatielucht dan is de bron vaak een mechanisch ventilatiesysteem. Hierbij wordt de warme binnenlucht naar buiten geblazen en tegelijkertijd frisse lucht de woning ingetrokken.

De bodem/water warmtepomp is het type warmtepomp dat energie door middel van een buizensysteem uit de bodem haalt. Het buizensysteem kan horizontaal in de ondiepe ondergrond worden aangebracht maar wordt meestal verticaal toegepast. Dit type wordt een gesloten bron of gesloten lus genoemd. Door het buizensysteem loopt een vloeistof met antivries of kraanwater die warmte uit de grond wind. Deze laagwaardige warmte wordt

vervolgens omgezet in hogere temperaturen waarmee de woning of tapwater verwarmd kan worden. Vooral in nieuwbouwwoningen wordt dit type warmtepomp veel toegepast. Ook in bestaande woningen is dit systeem mogelijk mits er voldoende ruimte is in de tuin. De aanleg van een dergelijk systeem is een intensieve klus. Met name voor het verticale systeem is een speciale boorinstallatie nodig. Hierdoor zijn de kosten voor de aanleg van dit systeem vaak vrij hoog ten opzichte van andere systemen. Wel heeft de bodem/water warmtepomp de beste prestaties heeft ten opzichte van de andere systemen.

De water/water warmtepomp haalt de energie uit het grondwater. Hiervoor zijn twee putten nodig waaruit grondwater wordt opgepompt. Uit dit water wordt water onttrokken om het afgekoelde water vervolgens weer de bodem in te pompen. Deze energie kan gebruikt worden om de woning te verwarmen of om tapwater te verwarmen. Het overgrote deel van de installatie bevindt zich dus in de bodem. Dit type warmtepomp is ook wel bekend als de warmte- en koude opslag (WKO). Om deze installatie aan te leggen zijn meestal grote machines nodig waardoor de aanlegkosten hoog zijn. Meestal wordt dit systeem dan ook uitgevoerd voor utiliteitsbouw of meerdere woningen.

Een hybride warmtepomp is een combinatie van een hr-ketel en een warmtepomp. Meestal wordt gekozen voor een luchtwarmtepomp in de hybride variant, omdat deze makkelijk toepasbaar is. In landen met een goede gas-infrastructuur, zoals Nederland, is de hybride variant een interessante optie om het gasverbruik te verlagen. Het grootste gedeelte van het jaar zorgt de warmtepomp, die de lucht (ventilatie- of buitenlucht) als warmtebron gebruikt, voor het verwarmen van de woning. Alleen voor het maken van tapwater en het verwarmen van de woning tijdens extreem koude dagen wordt de hr-ketel nog gebruikt. Een groot voordeel van de hybride warmtepomp is dat deze geplaatst kan worden bij de bestaande cv-ketel en is toepasbaar in bijna iedere woning. De hybride warmtepomp maakt de warmtevoorziening een stuk duurzamer, terwijl de bewoner de gebruikelijke zekerheid en comfort ervaart. De hybride warmtepomp komt ook in aanmerking voor subsidie. (Business Development Holland BV)

Sinds 2016 verstrekt de overheid subsidie op warmtepompen genaamd de ISDE-subsidie. De regeling loopt tot 31 december 2020. De hoogte van het bedrag dat onder de subsidie valt heeft te maken met het type warmtepomp en het vermogen hiervan. Met de regeling krijg je minimaal € 1.100,- terug van het aanschafbedrag. Voor de zuinigste warmtepompen (A+ label of beter) krijg je extra subsidie. Het is belangrijk om te weten dat de subsidieregeling twee keer per jaar wordt geüpdatet. De laatste update is te vinden op de website van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Bepaalde gemeenten en provincies geven nog aanvullende subsidies.

Een lucht-lucht warmtepomp heeft meestal niet meer dan 1 kW vermogen. Door dit vermogen heeft deze warmtepomp alleen een subsidieregeling over de aanschafwaarde.

Vermogen	Subsidie (per 1 februari 2018)	Prijs warmtepomp	Besparing door subsidie
1 kW	€ 1.100,-	€ 2.000,- - € 4.000,-	30% - 50%

Figuur 23: Subsidieregeling lucht-lucht warmtepomp

(Business Development Holland BV)

Voor de lucht-water warmtepompen bedraagt de subsidie bij een vermogen tot en met 1 kW € 1.100,-. Voor elke kW extra vermogen komt daar € 100,- bij. Naast deze bijdrage bij een zwaardere warmtepomp kun je ook nog bonus krijgen wanneer je een zeer efficiënte warmtepomp aanschaft. Een hybride warmtepomp valt ook onder de lucht-water pomp.

Vermogen	Subsidie (per 1 februari 2018)	Prijs warmtepomp	Besparing door subsidie
3 kW	€ 1.300,-	€ 3.000,- - € 6.000,-	20% - 40%
5 kW	€ 1.500,-	€ 4.000,- - € 8.000,-	20% - 35%
8 kW	€ 1.800,-	€ 5.000,- - € 10.000,-	20% - 30%
Warmtepomp met A+ label + € 150,- extra Warmtepomp met A++ label + € 300,- extra			

Figuur 24: Subsidieregeling lucht-water warmtepomp

(Business Development Holland BV)

Voor een bodem-water of water-water warmtepomp bedraagt de subsidie tot 10 kW €2.500,-. Voor elke kW extra vermogen komt €100,- bij op deze ‘standaard’ subsidie. Bij volledig elektrische warmtepompen kan dit bedrag dus oplopen tot duizenden euro’s. Ook bij deze regeling is een ‘bonus’ te krijgen wanneer gekozen wordt voor een zeer efficiënte warmtepomp.

Vermogen	Subsidie (per 1 februari 2018)	Prijs warmtepomp	Besparing door subsidie
5 kW	€ 2.500,-	€ 10.000,- - € 15.000,-	15% - 25%
10 kW	€ 2.500,-	€ 12.000,- - € 17.000,-	15% - 20%
15 kW	€ 3.000,-	€ 15.000,- - € 20.000,-	15% - 20%
Warmtepomp met A+ label + € 150,- extra Warmtepomp met A++ label + € 300,- extra			

Figuur 25: Subsidieregeling bodem-water en water-water warmtepomp

(Business Development Holland BV)

Een van de nadelen van een warmtepomp zijn de schadelijke stoffen die zich in de pomp bevinden. De koudemiddelen die worden gebruikt in de warmtepomp vallen in de categorie chloorfluorkoolstoffen (Cfk’s) en chloorfluorkoolwaterstoffen (HCfk’s). Van deze stoffen is aangetoond dat ze de ozonlaag in hogere luchtlagen aantasten. Deze stoffen (die gebruikt zijn in bepaalde warmtepompen) zijn inmiddels verboden. Voor de nieuwste warmtepompen wordt gebruik gemaakt van fluorkoolwaterstoffen (Hfk’s). Deze koudemiddelen zijn ook broeikasgassen waardoor ze ook een negatief effect hebben op het milieu. Om deze reden is het van belang om een warmtepomp uit te zoeken die gebruik maakt van koudemiddelen zoals: propaan, propeen, CO₂ of ammoniak. Vanaf 2025 is het verplicht om warmtepompen te verkopen met natuurlijke koelmiddelen met een lage bijdrage aan het broeikas effect.

Zonnethermie

Naast dat je met zonnepanelen elektriciteit kunt opwekken, kun je ook water verwarmen met zonnepanelen (de zogeheten zonneboiler). Om water op te kunnen warmen is een zonneboiler nodig. Een zonneboiler werkt op zonlicht en is een apparaat welke je kunt verbinden met de cv-ketel. Zo heb je altijd (gemiddeld) 30 liter warm water middels je zonneboiler. Wanneer het buiten erg koud is of je hebt veel warm water nodig bestaat de mogelijkheid om bij te

stoken met je gewone cv-installatie om warm water te leveren. In de praktijk wordt het grote deel van het jaar het warme water opgewerkt door de zonneboiler.

Net als bij de zonnepanelen voor elektriciteit worden een aantal panelen geplaatst (afhankelijk van de warm water vraag). Door de zonnepanelen loopt een vloeistof die wordt verwarmd door de zon. De temperatuur in het zonnepaneel kan wel oplopen tot 90 °C. Deze vloeistof is een soort antivriesvloeistof dat door een buizenstelsel loopt naar een voorraadvat. Dit voorraadvat wordt een boiler genoemd. Zodra de vloeistof aankomt in het voorraadvat loopt deze door een warmtewisselaar. De warmtewisselaar geeft de warmte af aan het schone leidingwater. De vloeistof dat door de panelen en de warmtewisselaar vloeit komt dus nooit bij het schone leidingwater. (Werking van een zonneboiler, 2010-2019)

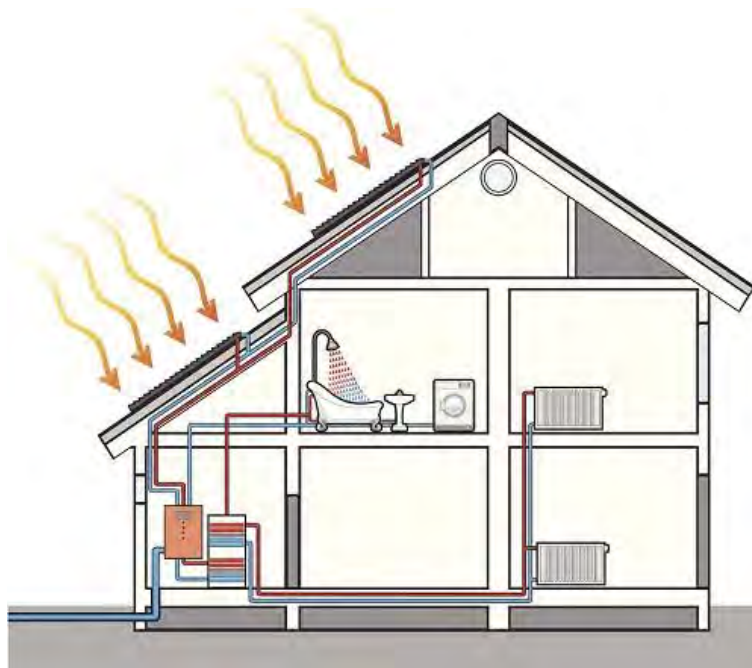
Voor zonneboilers geldt de ISDE-regeling. Onder deze regeling vallen een grote hoeveelheid duurzame producten. Om recht te hebben op subsidie moet de zonneboiler voldoen aan: de zonneboiler heeft een totale apertuuroppervlakte (opp. zonnepanelen) van maximaal 200 m², is bedoeld om tapwater- en/of als ruimteverwarming en is voorzien van een productkaart en de bijbehorende technische documentatie. Het RVO (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland) heeft een zogeheten 'Apparatenlijst' uitgebracht. De apparaten op deze lijst voldoen aan de voorgenoemde eisen waardoor deze in aanmerking komen voor subsidie. (Subsidie voor zonneboilers ISDE)

Zonneboilers hebben veel uiteenlopende prijzen. Deze zijn namelijk afhankelijk van een aantal zaken, namelijk: soort, merk, grootte, aantal collectoren, plaats van installatie en de kosten voor installatie en service. Veelal laten leveranciers alleen prijzen voor een compleet pakket zien. Een compleet pakket bestaat uit een zonneboiler, zonnecollector, vloeistof, warmtepomp en het expansievat.

Een schatting van de aanschafprijs inclusief installatiekosten:

- 100 liter met 1 collector € 2.000,- - € 2.500,-
- 100 liter met 2 collectoren € 2.500,- - € 3.000,-
- 200 liter met 2 collectoren € 3.000,- - € 3.500,-
- 300 liter met 3 collectoren € 3.500,- - € 5.000,-

De onderhoudskosten van zonneboilers zijn vrij laag. Over het algemeen is onderhoud slechts nodig om de vijf jaar. Kosten van het onderhoud verschillen per leverancier. (Zonneboiler info, 2018)



Figuur 26: Principe zonneboiler
(Zonneboiler info, 2018)

Restwarmte

Met restwarmte wordt de warmte bedoeld die bij veel industriële processen, zoals in elektriciteitscentrales of afvalverwerkingsbedrijven, vrijkomt. Deze warmte wordt nog nu vaak in koeltorens gekoeld, maar kan ook gebruikt worden om water met een hoge temperatuur (80 °C) naar een woonwijk te leiden. In veel stedelijke gebieden zijn al warmtenetten aanwezig waar gebruik wordt gemaakt van restwarmte. Op dit moment is zo'n 5 % van de huishoudens aangesloten op een warmtenet. Hierbij moet wel gezegd worden dat een deel hiervan nog steeds op aardgas wordt verwarmd.

Een punt van discussie bij het gebruik van restwarmte is dat de industrie minder energie moet verbruiken. De meeste industrie gebruikt op dit moment nog veel fossiele brandstoffen waardoor de restwarmte ook een fossiele bron heeft. Aan de andere kant is het verspillend om de restwarmte niet te gebruiken. Het idee is om nu de restwarmte als bron voor een warmtenet te gebruiken, en die later (als de industrie energiezuiniger is) te vervangen door aardwarmte.

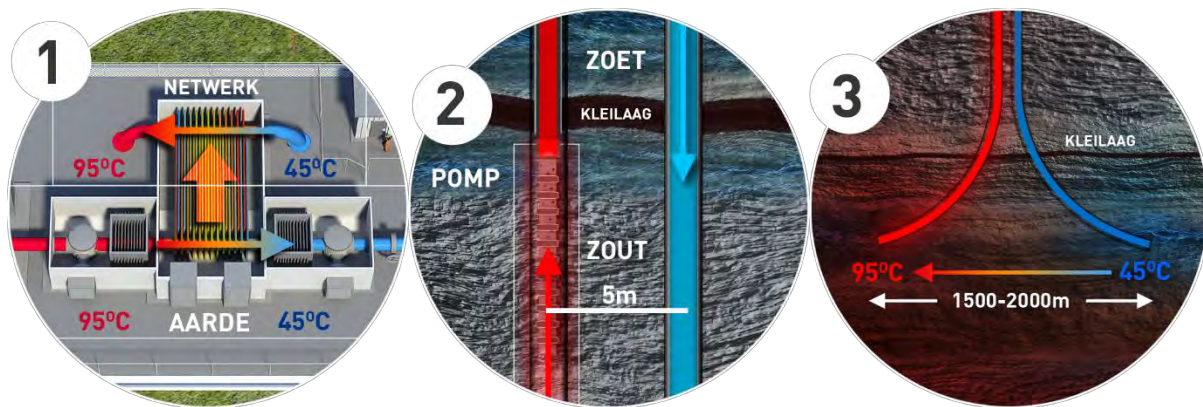
In de Warmtewet is geregeld hoeveel geld je ten hoogste betaald voor een aansluiting op een warmtenet. In de huidige situatie zijn de warmtenetten eigendom van één aanbieder. Je kunt dus, als particulier, niet zelf bepalen welk energiebedrijf je kiest. Om een monopolyspel te voorkomen zijn afspraken gemaakt over bedragen. De afspraak is dat je niet meer betaald dan de hr-ketel die op gas draait. Op dit moment ontstaat er desondanks nog steeds discussie over deze regeling omdat de kosten sterk afhankelijk zijn van aan de ene kant de kosten van een hr-ketel, het onderhoud, de gasprijs, de energiebelasting en de vaste kosten voor een gasaansluiting, en aan de andere kant kosten van de warmtewisselaar, de netwerkkosten en de prijs van de warmte. Om je dagelijkse dingen te doen, als bewoner van een woning aangesloten op een warmtenet, zul je nog wel extra maatregelen moeten treffen om bijvoorbeeld water te koken of elektriciteit op te wekken. Woningbezitters van bestaande bebouwing kunnen niet verplicht worden om een aansluiting te nemen op een warmtenet,

eigenaren van een nieuwbouwwoning zijn dit wel. Huurders hebben te maken met de keuze van de woningcorporatie.

Geothermie

Geothermie wordt beschreven als warmte uit de kern van de aarde. Deze warmte ontstaat voor het grootste deel door radioactief verval in deze kern. Door temperatuurverschillen tussen de kern, de mantel, en de korst van de aarde worden tal van geothermische systemen gedreven. Denk hierbij aan de platentektoniek en de daarbij behorende aardbevingen, vulkanen, als ook warmwaterbronnen. Bij deze bronnen wordt een waterhoudende grondlaag verwarmd door warmtijd aardkorst. Of de bronnen aan het aardoppervlak verschijnen is afhankelijk van de geologie. In het algemeen kan gezegd worden dat de temperatuur toeneemt naarmate men op grotere diepte komt. Dit geldt zowel voor het grondwater als voor het mantelgesteente. Aangezien de mantel qua materiaal en dikte niet homogeen is, is deze temperatuurverdeling sterk locatieafhankelijk. (NNTS, 2018) Geothermie wordt ook wel aardwarmte genoemd en is een duurzame lokale wijze om warmte uit de ondergrond te halen om woningen te verwarmen. Op dit moment worden vooral grotere woningen van bijvoorbeeld glastuinbouwbedrijven verwarmd door geothermiebedrijven. Op dit moment bevinden zich zo'n 20-tal geothermiebedrijven die op grotere schaal dit soort woningen verwarmen. Hoe dieper wordt gegaan, hoe warmer het wordt. Een vuistregel is dat per kilometer de warmte met $31,5^{\circ}\text{C}$ toeneemt $+ 10^{\circ}\text{C}$. Dus op een diepte van 2 kilometer is de warmte $31 \times 2 + 10^{\circ}\text{C} = 72^{\circ}\text{C}$. Naast het grootschalige opwekken van warmte door geothermie, kan geothermie ook een belangrijke bijdrage leveren aan het vergroenen van de warmtevoorziening van woningen, kantoren (utiliteitssector) en van de industrie. Op dit moment wordt geschat dat geothermie ongeveer 30% van de huidige warmtevraag kan leveren in 2050. (Stichting Platform Geothermie, 2017)

Het systeem werkt door warm grondwater dat zich in zandsteenpakketten (aquifers) bevindt op te pompen. Vervolgens wordt de warmte/energie via een warmtewisselaar afgegeven aan een warmtenet voor de woningen. Het afgekoelde water wordt daarna weer terug geïnjecteerd om bodemdaling te voorkomen (omdat de waterbalans dan gelijk blijft) en om het zoute afvalwater weer in de grond kwijt te raken. Zodoende blijft ook het systeem gesloten en blijft geothermie (in theorie) hernieuwbaar. Het toepassen van geothermie vergt bovengronds weinig ruimtegebruik. Bijna alle benodigde ruimte wordt logischerwijs ondergronds benut. Daarnaast is geothermie ook ecologisch verantwoord. De warmtewinning gaat namelijk niet gepaard met milieubelastende uitstoot. In tegenstelling tot zon- en windenergie is geothermie zeer constant niet afhankelijk van de weersomstandigheden. Hierdoor zijn ook de (lage) kosten zeer voorspelbaar. Daarnaast is het bijna in heel Nederland toepasbaar. Vooral voor stadsverwarming en kassen is een (diepe) geothermie installatie buitengewoon aantrekkelijk. Het principe van geothermie is weergegeven in Figuur 27.



Figuur 27: Principe geothermie
(Stichting Platform Geothermie, 2018)

Behalve de vele voordelen van geothermie heeft het ook een aantal aandachtspunten. Op dit moment kan geothermie niet zonder subsidie concurreren met andere alternatieve warmtebronnen. Hierdoor is de stap voor de consument vooral kostentechnisch dus vrij groot. 80% van de kosten zijn dan ook de aanlegkosten. Echter, wanneer eenmaal gebruik wordt gemaakt van geothermie ben je niet onafhankelijk van de markt en de aanwezige prijschommelingen. Een ander nadeel is dat de buizen tijdens de aanleg door verschillende zandsteenpakketten gaan. Hierdoor komen meerdere grondwaterstromingen tussen deze pakketten met elkaar in aanraking waardoor de grondwaterstroming verandert. Dit is vooral nadelig wanneer één van de twee grondwaterlagen verontreinigd is, hierdoor raakt het andere grondwaterpakket ook verontreinigd. Ook kunnen geothermische installaties niet te dicht bij elkaar in de buurt liggen, hierdoor wordt het warme water bij elkaar weggetrokken. Het mag dus niet interfererend zijn met andere geothermie installaties. Ook dient een dergelijke installatie vergunt te worden op basis van de mijnbouwwet. (van Zijverden, 2018)

In Nederland ligt de gemiddelde jaarproductie per bron op circa 180.000 GigaJoule (GJ). De besparing op CO₂-emissies bedraagt per project circa 10.000 ton/jaar (5.500.000 m³ aardgas). De besparingscijfers voor het totaal van alle bronnen:

- CO₂ besparing: 150.000 ton/jaar
- Aardgas-besparing: 85.000.000 m³/jaar

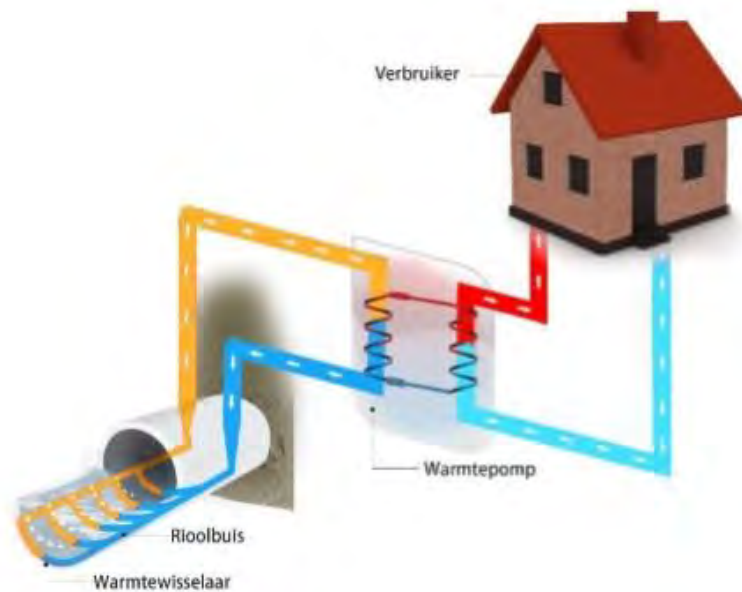
“Geothermische systemen hebben een 'energetische terugverdientijd' van enkele maanden: in die periode is de CO₂ veroorzaakt door de benodigde staalproductie, het boren et cetera, terugverdiend door de besparing op aardgas.” (Platform Geothermie, 2017)

WKO

Bij nieuwbouw loont het zeker de moeite een WKO-installatie te overwegen. De investeringskosten zijn hoger, maar worden door de besparing op de energiekosten op termijn terugverdiend. Als we dan ook nog eens rekening gaan houden met de steeds hoger wordende energieprijzen voor de toekomst, zal de terugverdientermijn van de WKO-installatie nog aanzienlijk lager worden dan vooraf werd begroot. Echter heeft de toepassing van een WKO ook vele nadelen, zo zijn de aanschafkosten er hoog en is er een vergunning nodig per installatie. Wat betreft het gebruik van een WKO-installatie in bestaande gebouwen is het erg moeilijk om een inpassing te vinden in de wijk. Bij bestaande bouw is een WKO dan ook geen goede oplossing.

Riothermie

Met riothermie wordt thermische energie uit het afvalwater teruggewonnen. Deze energie kan gebruikt worden voor het verwarmen of koelen van gebouwen of installaties, die in de nabijheid van de riolering staan. Een warmtewisselaar wordt in contact gebracht met het afvalwater, waarmee warmte of koude wordt gewonnen. Het afvalwater stroomt over de warmtewisselaar en geeft haar warmte af. Door de warmtewisselaar stroomt een transportvloeistof die de warmte transporteert naar de afnemer. De temperaturen zijn dan nog relatief laagwaardig (afhankelijk van het seizoen en van de afkomst van het afvalwater). Door middel van een warmtepomp wordt de temperatuur naar een bruikbaar niveau gebracht. Een schematische weergave van riothermie is weergegeven in Figuur 28.

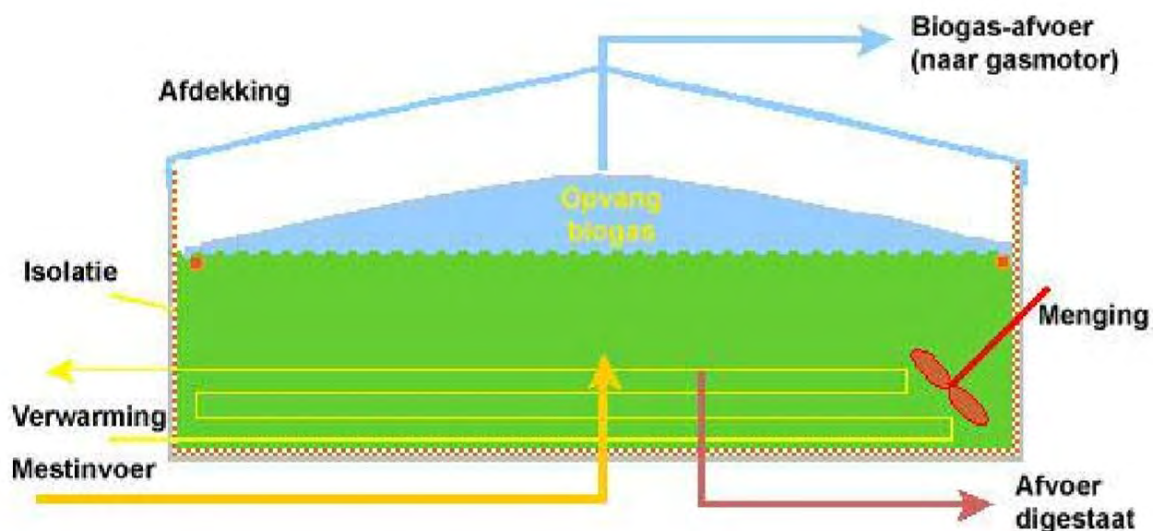


Figuur 28: Schematische weergave riothermie

Riothermie kan toegepast worden op locatie waar voldoende vraag en aanbod is van thermische energie. Warmte vragers zoals hotels, appartementen, kantoren en zwembaden zijn goede afnemers voor een riothermie bron, omdat deze gebouwen een compacte en grote warmtevraag hebben. Riothermie kan ook een (extra) warmtebron zijn voor een warmte en koude opslag (WKO) systeem waarbij de warmteopslag in de zomer wordt aangevuld door rioolwater.

Groen gas

Biogas wordt aangeduid als groen gas. Biogas wordt geproduceerd uit onder meer slib, afval van stortplaatsen, tuinafval, resten groente en fruit, en dierlijke restproducten zoals koeienmest. Dit organische materiaal wordt omgezet naar biogas met behulp van vergisters. Het kooldioxide wordt verwijderd uit de materialen en daardoor kan groen gas gemaakt worden. Na deze bewerkingen mag het groen gas heten en is het een duurzaam alternatief voor fossiel aardgas. Omdat biomassa hernieuwbaar is geeft dit een bijdrage aan de te behalen klimaatdoelen. Het aandeel groen gas in Nederland is op dit moment erg laag. Het is namelijk minder dan 1% van de totale gasvoorziening. Het groene gas wordt op het aardgasnetwerk ingevoerd en komt zo bijvoorbeeld bij huishoudens terecht. Als groen biogas eenmaal toegevoegd is op het gasnetwerk is het niet meer van aardgas te onderscheiden. Om de herkomst te kunnen garanderen wordt groen gas net als elektriciteit gekoppeld aan certificaten die precies vastleggen hoe en waar het groene gas is geproduceerd. (Gas, 2017)



Figuur 29: Werking vergistingsinstallatie
(Gas, 2017)

Bij groen gas ligt de investering tussen € 150.000,- tot € 3.000.000, - afhankelijk van de omvang. De gemiddelde terugverdientijd bepaald onder de huidige financiële randvoorwaarden. Op basis van het hoog energetisch menu kan geconcludeerd worden dat de terugverdientijd ligt onder de subsidietermijn van 12 jaar zoals die gold voor co-vergistingsprojecten in de SDE-regeling van 2008. (Nieuweoogst, 2018) (Veth, 2008)

4.2 Toekomstige mogelijkheden

Waterstofgas

Op dit moment wordt veel onderzoek gedaan naar een gasvorm die het kort bij het gebruikelijke aardgas ligt, waterstofgas. Deze oplossing lijkt minimale gevolgen te hebben voor de bestaande aardgasinfrastructuur en gebouwinstallaties en kan daarom een relatief goedkope verduurzamingsoptie zijn. Op dit moment is nog weinig ervaring met het transporteren van waterstofgas door aardgasleidingen. Hetzelfde geldt voor het gebruik van waterstofgas in cv-ketels en kookstellen in woningen. Op dit moment wordt getest in de zogeheten 'Green Village' nabij de TU Delft om meer inzicht te krijgen in deze soort gas. Naast de technische onduidelijkheden zijn ook nog bedrijfseconomische aspecten die onduidelijk zijn. Deze vragen gaan vooral over de inpassing in de wet- en regelgeving. (Op weg met waterstof, 2018)

Op dit moment is het onderzoek naar waterstof nog in volle gang. Tot op heden is deze variant nog te duur om in te kunnen zetten. Verdere ontwikkelingen zijn nodig om dit duurzame alternatief daadwerkelijk toe te passen in woningen. Volgens onderzoekers is het waterstofgas hét alternatief voor aardgas in de toekomst.

Windenergie i.c.m. waterstof

Begin 2019 komt de eerste windmolen ter wereld die waterstof produceert. De windmolen zal waterstof produceren voor waterstoftankstations in de regio. Zowel waterstof als elektriciteit hebben voordelen. Het voordeel van elektriciteit is bijvoorbeeld dat het transport van elektrische energie door het elektriciteitsnet eenvoudig is, en geen fysieke verplaatsing nodig is. Het nadeel daarvan is dat elektrische energie niet zo gemakkelijk direct op te slaan is.

Waterstof kan daarentegen wel op grote schaal worden opgeslagen. Zo kan er bijvoorbeeld op ongebruikte olie- en gasplatforms waterstof geproduceerd worden in combinatie met windenergie. Het transporteren gaat dan door de aardgasbuizen. Deze buizen zijn toch al aanwezig. (energiekaart.net, 2017)

In 2030 wil het netwerkbedrijf Rendo alleen nog maar duurzame gassen distribueren. Het netwerkbedrijf is inmiddels betrokken bij de ontwikkeling van een waterstofnet voor 80 woningen in de Hoogeveense wijk Nijeveen. (Rendo B.V., 2018) In de Rotterdamse deelgemeente Rozenburg start een proef om woningen te verwarmen met 100% waterstof. De proef is een primeur, want nog niet eerder zijn in Nederland woningen verwarmd met hr-ketels op pure waterstof. (NOS.nl, 2018)

Synthetisch gas

Synthetisch gas is methaan, dit is tevens het hoofdbestandsdeel van aardgas. Het synthetisch gas wordt gemaakt uit water en CO₂ met behulp van elektriciteit. Voor in de woning werkt het in principe hetzelfde als aardgas en de techniek is aanwezig. Echter is ontzettend veel groene stroom benodigd om dit op te wekken en die groene stroom wordt nu in eerste instantie gebruikt om de woningen te “vergroenen”. Tevens is het nog niet op grote schaal toegepast. (de Bruijn, 2018).

4.3 Vervolg maatregelen

Netverzwaring

Het huidige elektriciteitsnet is gebaseerd op het verbruik van de gebruiker. Door het gebruik van ‘gas vervangende maatregelen’ is veel extra stroom nodig. Deze stroom wordt opgewekt door zonnepanelen en windturbines, die op het huidige netwerk wordt getransporteerd. De huidige elektriciteitsnetten kunnen deze extra hoeveelheid vaak niet aan. Om ervoor te zorgen dat deze technische toepassing mogelijk wordt, is het de taak van de netbeheerder om te investeren in het elektriciteitsnet om daarmee te voldoen aan de transportbehoefte van netgebruikers. De netbeheerder is verplicht het net te verzwaren wanneer er niet wordt voldaan aan de behoefte. Een te minimaal elektriciteitsnet kan dus geen reden zijn om geen zonne- en windenergie toe te passen en dus geen ‘gas vervangende maatregelen’ toe te kunnen passen. De aanpassingen doen zich vooral voor in de bodem. Aanpassingen kunnen het verzwaren van de elektriciteitskabels in de grond en nieuwe transformatoren te plaatsen. Het is belangrijk om de gevolgen van netverzwaring niet te vergeten. Uiteindelijk worden alle kosten van de netverzwaring gedeeld met alle gebruikers van het elektriciteitsnet. Daarmee kan worden gesteld dat het eigenlijk maatschappelijk onverantwoord is om een all-electric oplossing toe te passen. (Cornelissen, 2018)

In Nederland is in 2018 een overvloed geweest door zeer fraai zomerweer en te hoge last door de toename van zonnepanelen, zie hieronder het artikel.

“De enorme toename van nieuwe zonneparken en bedrijven met panelen zorgt in het noorden van Overijssel voor problemen. Het stroomnetwerk is er niet op berekend. Netbeheerder Enexis roept op de aanleg van nieuwe initiatieven voor zonne-energie veel eerder te melden en wil bovendien in debat over gekozen locaties.” (Destentor, 2018)

4.4 Bruikbare energiebronnen

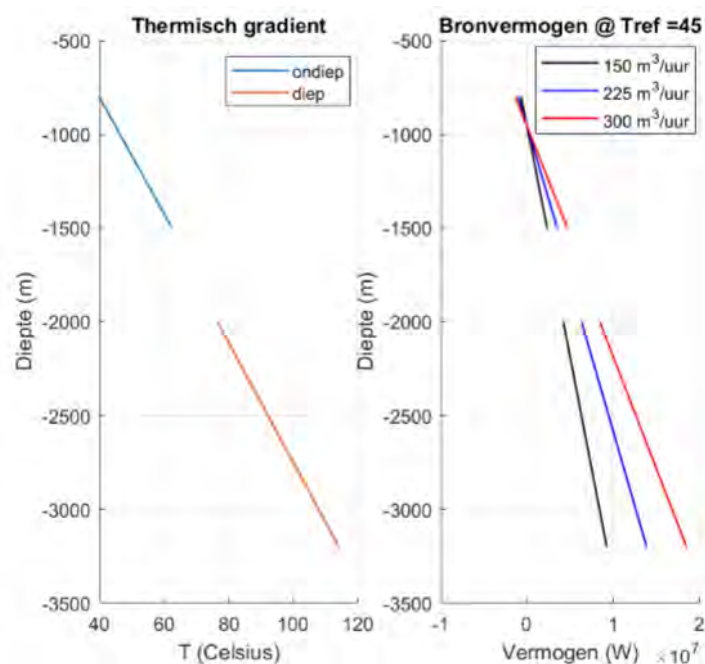
Gemeente Oldenzaal

- Geothermie

Gebaseerd op de geothermische gradiënt van het onderzoeksgebied en de technische beperkingen kan een potentieel bronvermogen worden geschat. De aannames voor deze berekening zijn:

- De efficiëntie van de geothermische installatie is 0.9
- De efficiëntie van het leidingwerk is 0.85
- Het debiet ligt tussen de 150 en 300 M³/uur
- De terugstroomtemperatuur na afname van de warmte is 45 °C
- De soortelijke warmte of specifieke warmtecapaciteit voor water is 4.2 J/(g · K). En is constant verondersteld.

Bij de berekeningen is er gekeken naar ondiepe (800-1500 m) en diepe (2000-3200 m) geothermie. In Figuur 30 zijn het bronvermogen en de temperatuur als functie van de diepte te zien. Indien er een negatief bronvermogen is aangegeven, is er geen warmteoverdracht op het water mogelijk.

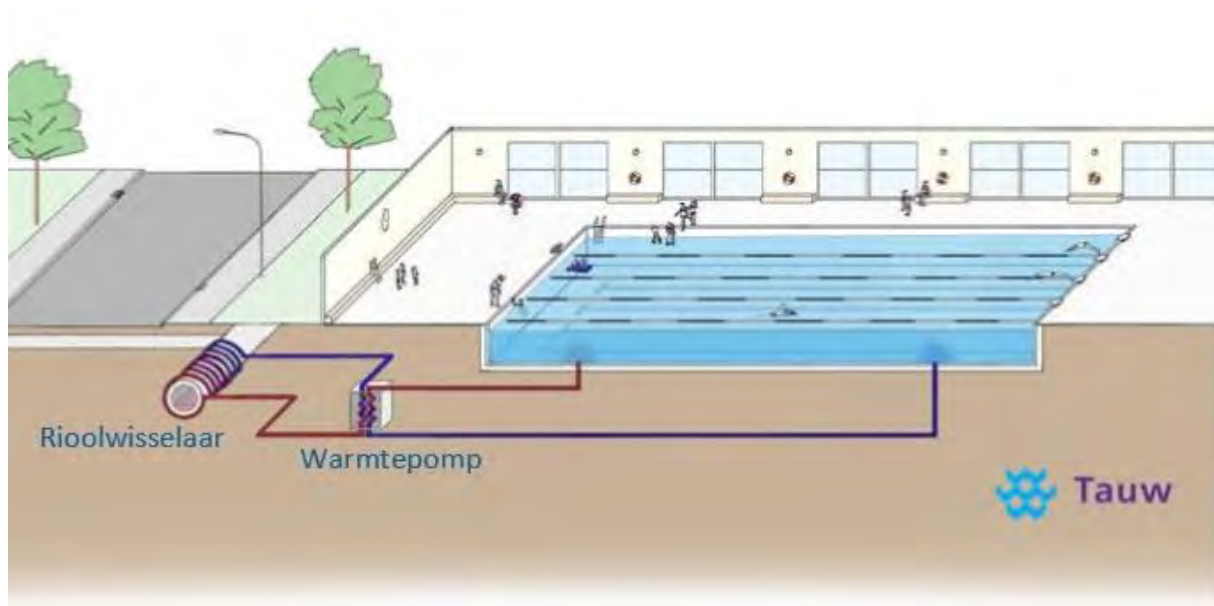


Figuur 30: Bronvermogen thermisch gradiënt als functie van diepte

Het bronvermogen van een geothermische installatie is afhankelijk van de diepte van de bron en het debiet dat door het dublet heen gepompt wordt. De ordegrootte van het bronvermogen van een installatie binnen het onderzoeksgebied is 5 tot 10 megawatt (MW), dit is gelijk aan een verbruik van ongeveer 43.000.000 tot 86.000.000 kWh per jaar. (NNTS, 2018)

- Riothermie

De gemeente Oldenzaal heeft Tauw gevraagd om een verkennend onderzoek uit te voeren naar de technische en economische haalbaarheid van het verwarmen van het zwembad Vondersweijde door middel van riothermie.



Figuur 31: Schematische weergave riothermie zwembad

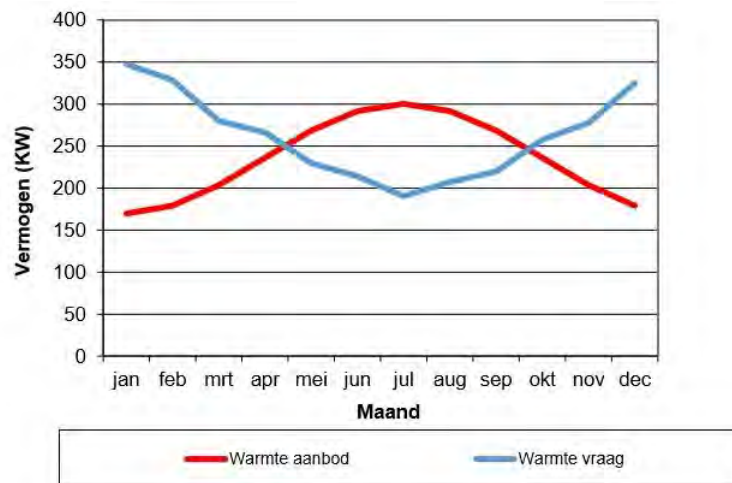
De belangrijkste vraag is of er voldoende warmte uit het riool kan worden gehaald voor het verwarmen van het sportcentrum Vondersweijde in het van renovatie. De afstand van het riool tot aan het zwembad is kleiner dan 50 meter, wat een optimale ligging betekent ten opzichte van het riool.

Aan de hand van de gegevens van het riool en de gemeten debieten wordt de hoeveelheid energie bepaald die uit het riool kan worden gewonnen door middel van het riothermie model. In Tabel 5 de gegevens van het riool.

Diameter riool	1000 mm
Debiet	25 l/s
Vorm van het riool	Rond
Materiaal rioolbuis	Beton
Temperatuur rioolwater winter (min)	8 °C
Temperatuur rioolwater zomer (max)	20 °C
Vervuilingsgraad	50%
Lengte tussen 2 putten (lengte warmtewisselaar)	88 m
Verval tussen 2 putten	0,17 m

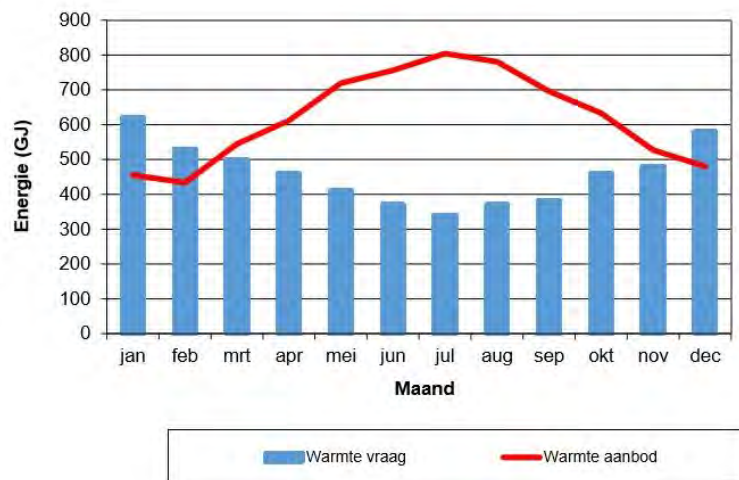
Tabel 5: Riothermie model Vondersweijde

Een belangrijke voorwaarde voor het riothermie is dat het warmte levert op een laag temperatuurniveau, zoals bijna elk systeem met een warmtepomp. Dit is dan ook een voorwaarde voor het warmteafgiftesysteem in het zwembad. Dat betekent dat het systeem een warmte afgeeft na de warmtepomp van circa 45-55 graden passend bij een afgiftesysteem van bijvoorbeeld 30-50 graden. In Tabel 6 een grafiek met de vermogensvraag van het sportcentrum en het vermogen aanbod van het riothermie systeem.



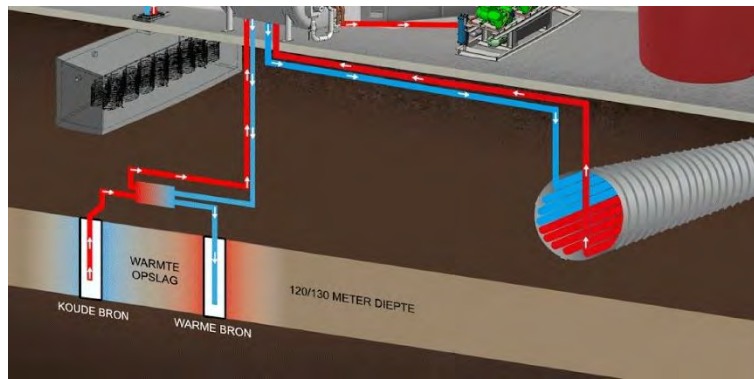
Tabel 6: Vermogensvraag sportcentrum/vermogen riothermie

Het gevraagde vermogen ligt in de wintermaanden hoger dan het maximaal geleverde vermogen. Dit betekent niet dat het systeem telkens vermogen te kort komt in de wintermaanden. Een laag temperatuursysteem heeft een veel geleidelijke afgifte van warmte waardoor het gevraagde vermogen vaak veel lager ligt dan bij een conventioneel systeem. Zoals te zien is in Tabel 7 is de hoeveelheid energie die geleverd wordt door het riothermie systeem wordt vergeleken met de energievraag dan zien we nog steeds een energietekort in de wintermaanden maar in verhouding is dit veel minder dan bij het conventionele systeem.



Tabel 7: Energie aanbod en vraag per maand

Een deel van het tekort wordt in het onderzoek van Tauw opgelost door het bijplaatsen van cv-ketels voor de piekvraag in de wintermaanden. In het kader van het 'van gas los maken' van woningen, is dit niet de ideale oplossing. Een andere mogelijkheid is het opslaan van de zomerwarmte in bijvoorbeeld een ondergrondse warmte en koudeopslag (WKO). Dit is helaas niet meegenomen in het onderzoek van Tauw en vergt een verdere uitwerking. Een referentie project wat betreft riothermie in combinatie met een WKO is het zwembad 't Bun op Urk. De oplossing zoals op Urk is gebruik is weergegeven in Figuur 32.



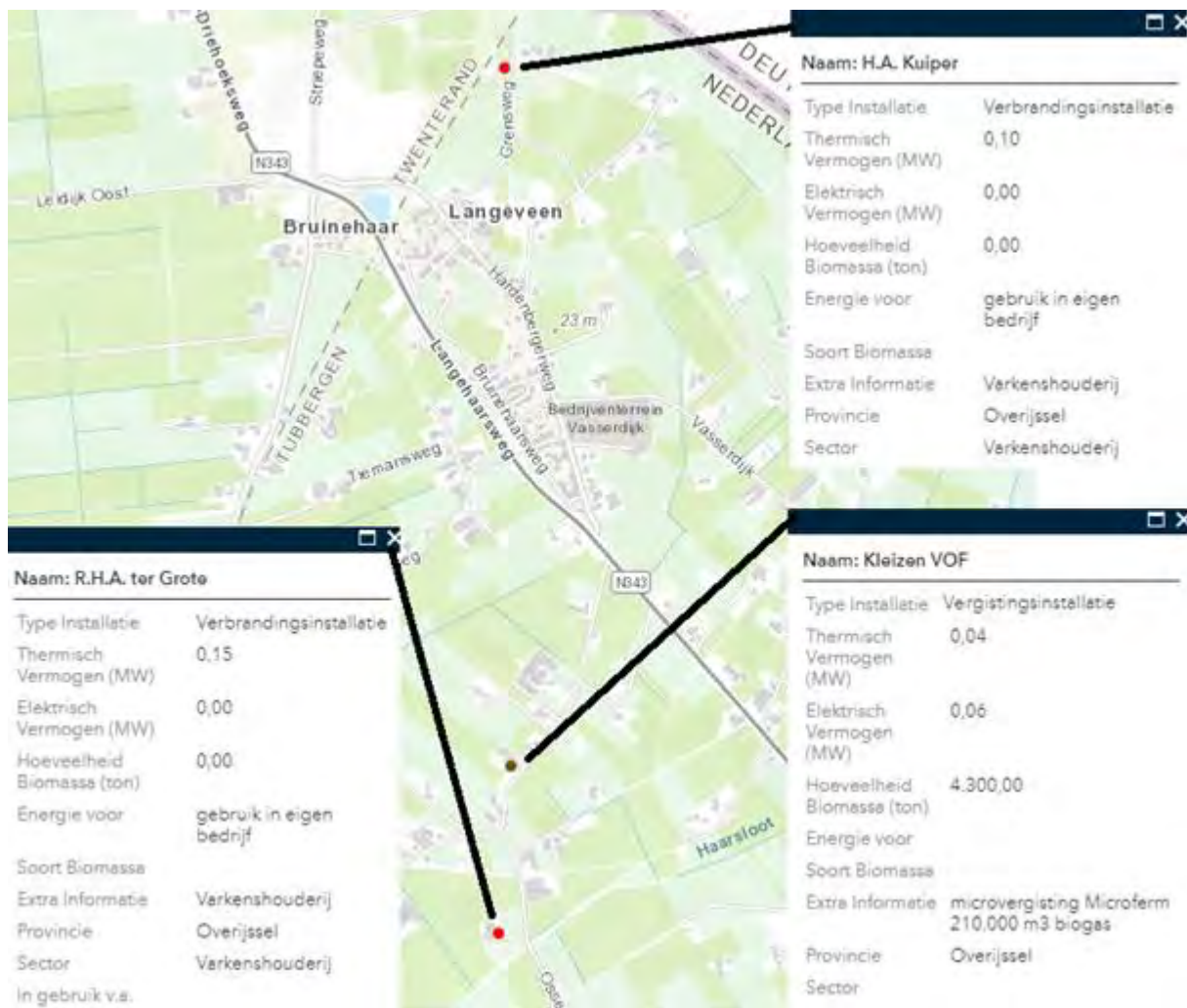
Figuur 32: Referentie zwembad 't Bun Urk

Geconcludeerd kan worden dat technisch gezien voldoende warmte uit het riool kan worden gehaald om een groot deel van het jaar het zwembad volledig te verwarmen. Alleen voor de piekvraag in de winter dient met deze uitgangswaarden een extra voorziening worden getroffen zoals een WKO.

Gemeente Tubbergen

- *Vergistingsinstallatie*

Binnen een straal van 3 kilometer rondom Langeveen bevinden zich een twee boeren die energie opwekken door een verbrandingsinstallatie. Op 2,5 kilometer is een boerderij aanwezig die in bezit is van een microvergistingsinstallatie. In principe hebben de boeren de installaties in eigen gebruik, maar wellicht zou een klein deel gebruikt kunnen worden door de bewoners van Langeveen. Onderstaand een afbeelding van de locaties en type installaties van de genoemde boeren. (RVO.nl, sd)



*Figuur 33: Kaart bruikbare energiebronnen omgeving Langeveen
(RVO.nl, sd)*

De vergistingsinstallatie welke weergegeven wordt in Figuur 33 is een microvergistingsinstallatie. Bij microvergisting wordt mest vergist zonder gebruik te maken van andere co-stoffen, de mest wordt dus 100% vergist. Op de boerderij worden circa 400 rosékalveren gehouden voor vleesproductie. Met behulp van de vergistingsinstallatie wordt dagverse mest uit de stallen omgezet naar biogas. Het verblijf in de vergister is relatief kort waardoor het volume en daarmee het energieverbruik laag is. Het biogas wordt omgezet naar elektriciteit en warmte in een warmtekrachtkoppeling. De warmte wordt reeds benut in woningen en de kalverstal op de boerderij. Het restproduct gaat naar een gasdichte opslag die ook als gasbuffer wordt gebruikt. (Host, 2010) In onderstaande Figuur 34 is de microvergistingsinstallatie in Langeveen weergegeven.



Figuur 34: Microvergisting te Langeveen
(Host, 2010)

- *Verbrandingsinstallatie*

De aanwezige verbrandingsinstallaties werken door middel van het verbranden van de geproduceerde mest. Hierdoor komt warmte vrij waarmee de stallen worden verwarmd. De verbrandingsinstallaties hebben een gemiddeld vermogen van 0,125 megawatt. Ter beeldvorming, een vaatwasser verbruikt circa 900 watt en dat staat gelijk aan 0,0009 megawatt. De hoeveelheid die de installaties opwekken is dus relatief veel. Echter is een dergelijk bedrijf ook veel energie nodig voor de eigen varkenshouderij welke ook veel energie zal verbruiken.

5 Afweging varianten

In dit hoofdstuk worden technische mogelijkheden (benoemd in het vorige hoofdstuk) tegen elkaar afgewogen. Vervolgens zal duidelijk worden welke technische mogelijkheden relevant zijn om toe te passen voor Oldenzaal en Tubbergen.

Allereerst zullen de criteria worden gegeven waaraan de technische mogelijkheden getoetst worden. Vervolgens worden de technische mogelijkheden getoetst aan de criteria middels een tekstuele onderbouwing. De uiteindelijke afweging zal middels een MCA worden gerealiseerd. De beste twee technische mogelijkheden voor zowel Oldenzaal als Tubbergen zullen tekstueel worden onderbouwd. Deze opties (voorkeursvarianten) worden vervolgens tegen elkaar afgewogen in het volgende hoofdstuk waardoor één variant overblijft.

5.1 Criteria

Om tot een tweetal voorkeursvarianten per gemeente te komen dienen een aantal criteria te worden opgesteld. Zodoende kan een deugdelijke afweging gemaakt worden, onderstaand worden de criteriums toegelicht.

Ruimtelijke inpassing

Ruimte in Nederland is schaars en de wet- en regelgeving hierop neemt toe. De ruimtelijke inpassing van technische mogelijkheden is niet onmogelijk, maar het is wel belangrijk dat dit ook als criterium voor de inpassing wordt beschouwd. Hierbij wordt de vraag gesteld: “Past dit concept in het huidige straatbeeld en kan het qua ruimte zowel boven als onder de grond worden ingepast?” De wegingsfactor is 20%.

Financieel

Het criteria financieel is onderverdeeld in: kosten, subsidie, terugverdientijd (TVP) en rendement. De wegingsfactor is 50%.

- *Kosten*

Een belangrijk criterium is de kostprijs van de technische mogelijkheden, omdat deze kosten uiteindelijk toch moeten worden betaald door de overheid, bedrijven of particulieren. Natuurlijk is het budget hiervoor niet in overvloed aanwezig. Daarom is het dan ook een belangrijke wegingsfactor in de totale vergelijking.

- *Subsidie*

In hoeverre wordt voor de verschillende opties vanuit de hogere overheid subsidies uitgegeven om het gebruik ervan te stimuleren?

- *Terugverdientijd*

Dit is de periode waarin de investeringsuitgaven terug worden verdiend. Dit is van belang omdat een hoog begin investering kan worden verantwoord als men dit bedrag in een redelijke tijdsduur kan terugverdienen.

Ter illustratie: een lucht-warmtepomp is vrij goedkoop in aanschaf maar is op langer termijn duurder. Dit komt vanwege de bezuiniging op energie die het veroorzaakt redelijk laag is, waardoor de terugverdientijd vrij lang duurt. Een grond-warmtepomp heeft een grote initiële investering, maar op langer termijn is het goedkoper dan een lucht-warmtepomp doordat de investering sneller weer terugverdiend kan worden aan de hand van bezuiniging op energiekosten.

- *Rendement*

Wanneer is een duurzame investering financieel rendabel? Is het sowieso mogelijk om de initiële investering redelijkerwijs terug te verdienen uit bespaarde energiekosten? Is het mogelijk om met de maatregel woning volledig te verwarmen, of blijft men afhankelijk van externe energiebronnen?

Energieverbruik

Energieverbruik is ook van belang. Wanneer men bijvoorbeeld kiest voor een elektrische warmtepomp maar geen zonnepanelen heeft, wordt veel energie verbruikt. Bijvoorbeeld wanneer er bij elektrische warmtepomp wordt gekozen. De wegingsfactor is 15%.

Milieubelasting

Milieu blijft een belangrijk aspect, het klimaatakkoord is immers niet voor niks. Bij het gebruik van fossiele brandstoffen komt CO₂ vrij en dat is schadelijk voor het milieu. Daarom wordt bij de opties ook meegenomen hoeveel CO₂ het uitstoot. Tevens wordt gekeken naar de grondstoffen die worden gebruikt, zijn dit bijvoorbeeld eindige of oneindige bronnen, wordt het hergebruikt of gerecycled etc. De wegingsfactor is 15%.

5.2 Toetsing technische mogelijkheden

De verschillende technische mogelijkheden zijn reeds al beschreven en toegelicht in hoofdstuk 4. Met die gegevens (werking, kosten, voor- en nadelen) kan er een verdere focus worden gelegd op de afweging tussen de verschillende technische mogelijkheden. Om een juiste afweging te maken zijn een zestal technische mogelijkheden meegenomen uit het vorige hoofdstuk. Deze varianten zijn allen toepasbaar in de betreffende gemeenten. Gekozen is om de volgende technische mogelijkheden te toetsen aan de criteria: warmtepomp, zonnethermie, geothermie, restwarmte, groen gas en riothermie.

Warmteproductie installatie

Een warmteproductie installatie heeft meerdere varianten zoals uitgelegd in het voorgaande hoofdstuk. In deze afweging wordt uitgegaan van een warmtepomp.

- *Ruimtelijke inpassing*

Een warmtepomp is groter dan een cv-ketel en heeft vaak een binnen- en buitengedeelte. Als je helemaal elektrisch wil worden heb je daar dus wel ruimte voor nodig in een gangkast of andere kamer, en in de tuin/balkon of op het dak. (HierVerwarmt, 2017) Een warmtepomp neemt, afhankelijk van welk type, relatief veel ruimte in beslag.

- *Financieel*

Kijkend naar de warmtepomp zijn er verschillende varianten (grondwater, water-water, lucht-lucht, lucht-water, hybride warmtepomp) Deze hebben allemaal een andere kostprijs. Om een afweging te maken is er gekozen voor het gemiddelde en is er uitgegaan van een bedrag van € 7.000,-. Waar je een maximale subsidie op kunt krijgen van € 2.500,-. De terugverdientijd van een warmtepomp is 7 jaar. Het rendement is wel hoog want je kunt de hele woning ermee verwarmen.

- *Energieverbruik*

Warmtepompen gebruiken minder energie dan verwarmingsketels. Dit is de eerste besparing die je maakt als je een warmtepomp aanschaft. Het energieverbruik van een warmtepomp is afhankelijk van een groot aantal factoren. Zo is er het oppervlak van de woning die je ermee

wilt verwarmen, maar ook jouw eigen gedrag heeft invloed. Hoe lang staan jij of je medebewoners onder de douche, op hoeveel graden staat jouw thermostaat, hoe goed is je woning geïsoleerd en hoe vaak zet je de ramen open? Dit zijn allemaal factoren die het energieverbruik van de warmtepomp direct kunnen beïnvloeden. Dat houdt ook in dat het energieverbruik van warmtepompen in twee identieke woningen met hetzelfde aantal inwoners aardig uiteen kan lopen. (Warmtepomp-info, sd)

- *Milieubelasting*

Een warmtepomp verbruikt alleen elektriciteit en heeft dus geen directe uitstoot van CO₂. Deze elektriciteit is echter niet altijd duurzaam opgewekt. Een warmtepomp op grijze stroom stoot jaarlijks 1850 kg CO₂ uit. Dit is 1000 kg minder dan een hr-ketel. (Slimwoner, 2016)

Een van de nadelen van een warmtepomp zijn de schadelijke stoffen die zich in de pomp bevinden. De koudemiddelen die worden gebruikt in de warmtepomp vallen in de categorie chloorfluorkoolstoffen (Cfk's) en chloorfluorkoolwaterstoffen (HCfk's). Van deze stoffen is aangetoond dat ze de ozonlaag in hogere luchtlagen aantasten. Deze stoffen (die gebruikt zijn in bepaalde warmtepompen) zijn inmiddels verboden. Voor de nieuwste warmtepompen wordt gebruik gemaakt van fluorkoolwaterstoffen (Hfk's). Deze koudemiddelen zijn ook broeikasgassen waardoor ze ook een negatief effect hebben op het milieu. Om deze reden is het van belang om een warmtepomp uit te zoeken die gebruik maakt van koudemiddelen zoals: propaan, propeen, CO₂ of ammoniak. (Bron: zie hoofdstuk 4 Technische mogelijkheden)

Zonnethermie

- *Ruimtelijke inpassing*

Een zonneboiler neemt weinig ruimte in beslag aangezien het gewoon op het dak te plaatsen is. Ruimtelijke inpassing is bij een zonneboiler dus geen issue.

- *Financieel*

De kostprijs van de zonneboiler is ook afhankelijk van het aantal liter boilervat en aantal collectoren. Als er wordt gekozen voor een boiler met 300 liter en 3 collectoren bespaar je jaarlijks al meer dan het dubbele dan één collector met een boiler van 100 liter is (zie Figuur 35).

Type zonneboiler	Gem. prijs (incl. installatie)	Jaarlijkse besparing aardgas (m ³)	Jaarlijkse besparing
1 collector, boiler 100 liter	€ 2.200,-	100 m ³	€ 65,-
2 collectoren, boiler 100 liter	€ 3.000,-	135 m ³	€ 85,-
3 collectoren, boiler 200 liter	€ 3.500,-	185 m ³	€ 120,-
4 collectoren, boiler	€ 5.000,-	285 m ³	€ 185,-

Figuur 35: Financieel gegevens zonneboiler

(Zonneboiler info, 2018)

Gemiddelde investering (prijs installatie) kom je op een bedrag van € 3.425,-, dit ligt duidelijk lager dan een warmtepomp. De terugverdientijd is 10 jaar en maximale subsidie is € 500, -. (Zonneboiler info, 2018)

- *Energieverbruik*

Hij verbruikt ongeveer 40 kWh per jaar voor het rondpompen van het warme water bij een pomp met energielabel A. (CE, 2018)

- *Milieubelasting*

Een huishouden met 4 personen bespaart met een zonneboiler jaarlijks zo'n 180 m³ gas en 330 kg CO₂-uitstoot. (CE, 2018)

Geothermie

- *Ruimtelijke inpassing*

Geothermie vergt weinig bovengrondse aanpassingen, het meeste is namelijk ondergronds. Een groot nadeel is dat de buizen tijdens de aanleg door verschillende zandsteenpakketten gaan. Hierdoor komen meerdere grondwaterstromingen tussen deze pakketten met elkaar in aanraking waardoor de grondwaterstroming verandert. (Bron: zie hoofdstuk 4 Technische mogelijkheden)

- *Financieel*

Een gemiddelde investering van geothermie ligt al snel op € 96.750 000,- (incl. aansluitkosten woning + kosten aanleg warmtenet). Dat is natuurlijk een grote investering, maar je kunt hier wel 3155 woningen van warmte voorzien. Om terug te rekenen naar energielabel B en uitgaande van één woning kom je op een bedrag van € 30.666,- waarbij je de gehele woning van warmte kunt voorzien. De gemiddelde terugverdientijd ligt ongeveer gemiddeld op 19 jaar. Rendement is hoog en de subsidies liggen op maximaal € 400,- per woning. (NNTS, 2018)

De levensduur van geothermische put bedraagt 30 tot 60 jaar dit is afhankelijk van de plek van de boring. (rekenkamer, 2018)

- *Energieverbruik*

Een geothermische installatie heeft elektriciteit nodig, de warmtepomp heeft namelijk elektriciteit nodig. De grootte warmtepomp verschilt natuurlijk per installatie. Hier is moeilijk een indicatie van te geven.

- *Milieubelasting*

In Nederland ligt de gemiddelde jaarproductie per bron op circa 180.000 GigaJoule (GJ). De besparing op CO₂-emissies bedraagt per project circa 10.000 ton/jaar (5.500.000 m³ aardgas). De besparingscijfers voor het totaal van alle bronnen:

- CO₂ besparing: 150.000 ton/jaar
- Aardgas-besparing: 85.000.000 m³/jaar

(Bron: zie hoofdstuk 4 Technische mogelijkheden)

Restwarmte

- *Ruimtelijke inpassing*

Kijkend naar de ruimtelijke inpassing van restwarmte is het niet heel voordelig. De gemeente maakt gebruik van stadswarmte geleverd door Twence. Dit is een vorm van restwarmte uit de verbrandingsinstallatie. Hierbij wordt de warmte door middel van grote buizen richting Enschede en Hengelo geleid. (Twence, 2017)

- *Financieel*

Warmte uit verbrandingsinstallaties of industrie liggen de kosten gemiddeld gezien (excl. aanleg warmtenet) even hoog als een hr-ketel die op gas draait. De terugverdienperiode is 2,9 jaar en de overheid heeft een subsidie van 70 miljoen beschikbaar. (RVO, 2011)

- *Energieverbruik*

Om je dagelijkse dingen te doen als bewoner zul je nog wel extra maatregelen moeten treffen om bijvoorbeeld water te koken of elektriciteit op te wekken. Rendement is dus laag want er moet nog altijd bijgestookt worden. (RVO, 2011)

- *Milieubelasting*

Het nadeel van restwarmte is dat de warmte uit verbrandingsinstallaties of industrie (vaak) geproduceerd worden uit fossiele brandstoffen. Bij Twence stookt men met hout. Indien het hout niet lokaal kan worden gehaald, dient het vanuit het buitenland gehaald te worden. Het vervoer van dit hout brengt veel CO₂-uitstoot teweeg.

Groen gas

- *Ruimtelijke inpassing*

Om groen gas te produceren dient een biogas-installatie te worden geplaatst. Een biogas-installatie is een ruim begrip. Dit kan namelijk een verbrandingsinstallatie zijn van houtsnippers maar ook een vergistings- of stortgasinstallatie. In dit verslag wordt uitgegaan van een microvergistingsinstallatie welke reeds aanwezig is in Langeveen. Qua ruimtelijke inpassing neemt een microvergistingsinstallatie veel ruimte in bovengronds. Zo is de is bovengronds de vergistingstank aanwezig maar ook na-vergisters. Ondergronds worden alleen enkele leidingen en de fundering van de installatie aangelegd. (Host, 2010)

- *Financieel*

Bij een biogas-installatie ligt de investering tussen € 150.000,- tot € 3.000.000,- afhankelijk van de omvang en het type. Ter illustratie, de microvergister in Langeveen was een investering van € 300.000,-. Op basis van het hoog energetisch menu kan geconcludeerd worden dat de terugverdientijd ligt onder de subsidietermijn van 12 jaar zoals die zoals die gold voor co-vergistingsprojecten in de SDE-regeling van 2008. Er is een SDE-subsidie beschikbaar. (Nieuweoogst, 2018) (Veth, 2008)

- *Energieverbruik*

Het energieverbruik van een vergistingsinstallatie is nagenoeg nul aangezien de installatie ook elektriciteit opwekt. Voor de rest valt over het energieverbruik niet veel duidelijk te zeggen.

- *Milieubelasting*

Een belangrijk onderscheid dient gemaakt te worden tussen het groene gas en biogas. Biogas is gas uit biomassa als mest, gft-afval en rioolslib. Door vergisting wordt het organische materiaal omgezet naar biogas. Wanneer vervolgens het CO₂ wordt verwijderd uit het biogas spreekt men van groen gas, het percentage CO₂ is circa 25%. Vervolgens kan het groene gas rechtstreeks worden ingevoerd op het gasnetwerk. (Wise Nederland, 2016)

Riothermie

- *Ruimtelijke inpassing*

Bij riothermie is een warmtepomp noodzakelijk, deze heeft ondergrondse inpassing nodig. Ook komen er verschillende leidingen in de grond te liggen. Een warmtepomp neemt, afhankelijk van welk type, relatief veel ruimte in beslag.

- *Financieel*

Bij riothermie ligt de investering tussen € 15.000,- en € 20.000,- per huishouden echter afhankelijk van de omvang. De gemiddelde terugverdientijd is negen jaar. Rendement van

riothermie is gemiddeld/laag. Er zijn subsidies mogelijk voor riothermie, dit verschilt per gemeente en schaalniveau.

- *Energieverbruik*

Een riothermische installatie heeft elektriciteit nodig, de warmtepomp heeft namelijk elektriciteit nodig. De grootte warmtepomp verschilt natuurlijk per installatie. Om een indicatie te geven van het verbruik van zo'n warmtepomp hier het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp uit het rapport van Tauw voor de gemeente Oldenzaal wijk Vondersweijde: 388.000 kWh/jaar. (Tauw, 2018)

- *Milieubelasting*

De CO₂ besparing per jaar valt moeilijk te zeggen bij riothermie, deze verschilt per systeem. Om toch een indicatie te geven van een mogelijke CO₂ besparing bij riothermie: bij toepassing van riothermie in Oldenzaal (zwembad verwarmen met riothermie) wordt jaarlijks 317 ton CO₂ bespaard ten opzichte van een conventioneel systeem met aardgas. (Tauw, 2017)

5.3 Rationele keuze

In bovenstaande paragrafen zijn de technische mogelijkheden benoemd en getoetst aan de gestelde criteria. Vervolgens is voor zowel Oldenzaal als Tubbergen een MCA tot stand gekomen. Per criterium is een cijfer gegeven van 1 tot en met 10. Vervolgens wordt het cijfer vermenigvuldigd met de wegingsfactor. Hierdoor ontstaat per technische mogelijkheid per criterium een getal. Wanneer alle getallen per criterium per technische mogelijkheid worden opgeteld ontstaat een eindscore. Het hoogste getal is logischerwijs de best scorende technische mogelijkheid op basis van gestelde criteria. De twee best scorende technische mogelijkheden per gemeente worden benoemd tot voorkeursvariant. Deze zullen in het volgende hoofdstuk verder worden uitgewerkt.

Oldenzaal

Multicriteria-analyse Oldenzaal					
Opties	Ruimtelijke inpassing	Milieu	Financieel	Energieverbruik	Totaal
Wegingsfactor	20%	15%	50%	15%	100%
Vormfactor	0,20	0,15	0,50	0,15	1,00
Technische mogelijkheden:					
Warmtepomp + PV	1,2	0,9	2,5	0,9	5,5
Zonnethermie PV+zonneboiler	1,4	1,2	3	1,05	6,65
Geothermie	1,6	1,2	3,5	1,2	7,5
Restwarmte	1	0,45	3	0,9	5,35
Groen gas	0,8	1,2	3,5	1,05	6,55
Riothermie	1,4	1,2	3,5	1,05	7,15

Figuur 36: MCA Oldenzaal

In Figuur 36 wordt de Multicriteria-analyse weergegeven van Oldenzaal. Hieruit blijkt dat geothermie en riothermie als beste uit de analyse komen, zij scoren beiden hoger dan de overige technische mogelijkheden. Dat is natuurlijk niet heel raar dat zij als beste uit de bus komen. Met name geothermie is geschikt voor het type ondergrond dat aanwezig is Twente, vooral in Oldenzaal is daarvoor erg geschikt, zoals benoemd in paragraaf 3.1. Ook de impact op het milieu wordt aanzienlijk gereduceerd zoals benoemd in het voorgaande hoofdstuk. Geothermische systemen hebben namelijk een 'energetische terugverdientijd' van enkele maanden: in die periode is de CO₂ veroorzaakt door de benodigde staalproductie, het boren et

cetera, terugverdiend door de besparing op aardgas. Qua kosten is de geothermische installatie wel een aanzienlijke investering maar wanneer het investeringsbedrag terugverdiend is, heeft men minimaal 11 jaar tot maximaal 41 jaar “gratis” warmte in de woning. (Platform Geothermie, 2017) Al met al maakt het geothermie tot een geschikte voorkeursvariant voor verdere uitwerking. De nummer twee uit de MCA is riothermie zoals reeds benoemd. Dat zij goed uit de spreekwoordelijke bus komen is ook niet verrassend. Zo is riothermie namelijk zeer geschikt wanneer een grote warmtevrager aanwezig is, zoals het zwembad in de wijk Vondersweijde. Hoewel de terugverdientijd in vergelijking met geothermie relatief snel is (9 jaar), is het rendement wel lager. Verder is de ruimtelijke inpassing bovengronds niet veel nodig, echter dient ondergronds wel het één en ander bewerkstelligt te worden. De twee genoemde varianten zullen verder tegen elkaar worden afgewogen in het volgende hoofdstuk.

Tubbergen

Multicriteria-analyse Tubbergen					
Opties	Ruimtelijke inpassing	Milieu	Financieel	Energieverbruik	Totaal
Wegingsfactor	20%	15%	50%	15%	100%
Vormfactor	0,20	0,15	0,50	0,15	1,00
Technische mogelijkheden:					
Warmtepomp + PV	1,2	0,9	2,5	0,9	5,5
Zonnethermie PV+zonneboiler	1,4	1,2	3	1,05	6,65
Geothermie	1,6	1,2	3,5	1,2	7,5
Restwarmte	1	0,45	3	0,9	5,35
Groen gas	1,6	1,2	4	1,05	7,85
Riothermie	0,9	1,2	2,5	1,05	5,65

Figuur 37: MCA Tubbergen

Uit de bovenstaande MCA blijkt dat ook in Tubbergen geothermie tot één van de twee beste varianten behoort. Daarnaast scoort ook groen gas (opgewekt d.m.v. een biogas-installatie) erg goed. Zoals benoemd in paragraaf 5.2 wordt in dit verslag uitgegaan van een microvergistingsinstallatie als opwekker van groen gas. Dankzij de vele veehouderijen en andere agrarische bedrijven in Langeveen biedt dit ook veel perspectief. Zij hebben daar immers de ruimte voor. Zo zijn een tweetal varkenshouders reeds in bezit van een verbrandingsinstallaties één veehouder bezit een microvergistingsinstallatie (Bron: hoofdstuk 4.4). Behalve dat het groene gas goed is voor het milieu en de ruimtelijk inpassing van een vergistingsinstallatie aanwezig is, heeft het ook een snelle terugverdientijd. Dit zal verder worden uitgezocht in het volgende hoofdstuk. Geothermie biedt ook in Langeveen kansen. Zoals gezegd is geothermie erg aantrekkelijk in Twente waaronder ook Langeveen valt. Tevens is de wijk Langeveen geschikt voor geothermie zoals vermeld in paragraaf 3.2. Ook in Langeveen heeft geothermie praktisch gezien dezelfde voordelen als in Oldenzaal, op de afstand van de onderlinge woningen na. De twee varianten zullen worden uitgewerkt in het volgende hoofdstuk.

6 Uitwerking voorkeursvariant(en)

In dit hoofdstuk worden de technische mogelijkheden, die uit de MCA zijn gekomen, verder uitgewerkt. Er bestaat een kans dat meerdere mogelijkheden de voorkeur hebben. In deze uitwerking wordt dieper ingegaan op de technische mogelijkheid, zoals: de inpassing inpandig, bovengronds, ondergronds en de kosten vs. baten. Uit deze uitwerking komt een conclusie voor welk type woning, welk type technische mogelijkheid (of mogelijkheden) het best is (of zijn).

6.1 Variant Oldenzaal

Inpandige inpassing

- *Riothermie*

Riothermie komt met een temperatuur tussen 8-20 °C richting de woning. Door middel van een warmtewisselaar wordt de temperatuur opgewaardeerd naar 45-55°C. Bij een hogere temperatuur is het rendement veel lager waardoor het economisch gezien niet rendabel is om de warmte met een warmtepomp op te wekken. Dit maakt dat het systeem van warmteafgifte moet worden aangepast aan de lagere temperatuur. Dit houdt dan in voor de woning dat het op laagtemperatuur moet worden verwarmd. Dit kan door middel van vloerverwarming, wandverwarming of plafondverwarming. Indien een woning gebruik maakt van radiatoren is dit een grote inpandige aanpassing. (Tauw, 2018)

- *Geothermie*

Geothermie kan een oplossing zijn voor bestaande bouw, vooral omdat bestaande bouw vaak gebruik nog maakt van HTV (hoge temperatuurverwarming). Geothermie komt ook met HTV binnen bij de woning. Alleen het nadeel is dat het een te hoge temperatuur is dat het eigenlijk moet worden afgekoeld. De bodemwarmtewisselaar wordt hierbij gebruikt om koeling te leveren. Deze draagt de vrijkomende warmte via de condensor over aan de transportvloeistof, die deze vervolgens via de bodemwarmtewisselaar afstaat aan de omringende bodem. (Van der Broek, Ten Have, Hermann, Hofman, & Schepers, 2018)

- *Afweging*

Als we riothermie vergelijken met geothermie hebben beide mogelijkheden in principe dezelfde problemen waar men tegenaan loopt. Een verschil is wel dat riothermie de woning binnenkomt met LTV (lage temperatuurverwarming) en geothermie met HTV binnenkomt. Riothermie kan niet worden aangesloten op de HTV-verwarming van bestaande woningen. Om riothermie toe te passen is er een grote inpandige investering benodigd. Bij geothermie dient er alleen een bodemwarmtewisselaar worden toegepast en kunnen de huidige radiatoren worden gehandhaafd. Daarom zal er bij inpandige inpassing gekozen worden voor geothermie.

Bovengrondse inpassing

- *Riothermie*

Riothermie is gunstig voor de bovengrond. Het kost voornamelijk een investering om het straatwerk open te breken om zo het riool geschikt te maken voor riothermie. Vervolgens moet het straatwerk weer geheel hersteld worden. Voor de rest is er vrijwel geen ruimte bovengronds nodig voor centrales of installaties. (Tauw, 2018)

- *Geothermie*

Als de putten eenmaal geboord zijn is een terrein benodigd van zo'n 30 bij 30 meter en verder een gebouw van zo'n 20 bij 20 meter voor de warmtewisselaars en (meestal) enkele filters, vaten en pompen. (Van der Broek, Ten Have, Hermann, Hofman, & Schepers, 2018)

- *Afweging*

Op het gebied van bovengrondse inpassing is de riothermie het meest gunstig, doordat deze bovengronds verder geen ruimte inneemt. Hoewel bij beide installaties vrij veel ondergrondse bouw nodig is, zijn er alleen bij geothermie bovengrondse installaties nodig. Bij riothermie ligt alles ondergronds, wat deze installatie het voordeel geeft dat er bovengronds geen extra ruimte hoeft te worden vrijgemaakt.

Ondergrondse inpassing

- *Riothermie*

Riothermie kan vanzelfsprekend alleen worden toegepast op locaties waar een riool aanwezig is. Dit betekent dat toepassing van riothermie voornamelijk in stedelijke gebieden mogelijkheden biedt. Op het gebied van de ondergrond dient een nieuw rioolstelsel te worden aangelegd. Dit is een grote investering, omdat hierbij een riool moet worden toegepast met een diameter van 1000 mm voor de installatie. (Tauw, 2018)

- *Geothermie*

De boring van de putten gaat soms door zogenoemde watervoerende lagen. Hierdoor bestaat de kans dat een verontreinigde watervoerende laag in contact komt met de 'schone' watervoerende laag. Daardoor worden beide watervoerende lagen verontreinigd. De putten worden zo geboord en vastgezet met cement dat de kans nihil is dat water van de ene diepte/aardlaag in de andere terechtkomt. Een geothermie-installatie bestaat daarom uit minimaal twee putten: tenminste één voor de aanvoer en tenminste één voor de afvoer van water. (Van der Broek, Ten Have, Hermann, Hofman, & Schepers, 2018)

- *Afweging*

Op het gebied van ondergrondse inpassing is geothermie een betere optie omdat er alleen twee boringen benodigd zijn. Deze zijn relatief simpel uit te voeren, en bovengronds ondervindt men verder geen hinder tijdens de aanleg en bij onderhoud. Als we kijken naar riothermie moet er een compleet ander riool worden aangelegd. Naast dat dit nieuwe riool moet worden aangelegd, moet het ook worden aangesloten op het bestaande rioolnetwerk en ondervindt men tijdens de aanleg hiervan erg veel hinder. Bij onderhoud wordt dezelfde hinder weer ondervonden, doordat men dan het riool moet afsluiten en de pijpen moeten worden opgegraven.

Opbrengstenraming

Voor het isoleren is het gemiddeld aardgasverbruik van 110 woningen 221.023 m³ en het gemiddeld elektriciteitsverbruik 426.043 kWh. De cijfers worden weergegeven in de bijlage. Per woning betekent dit een gemiddeld aardgasverbruik van 2.009 m³ en een gemiddeld elektriciteitsverbruik van 3.873 kWh.

Na het isoleren (alle woningen naar B geïsoleerd die een lager energielabel hadden dan B) is het aardgasverbruik 207.435 m³, per woning ligt het gemiddelde op 1.886 m³. Qua gemiddeld elektriciteitsverbruik wordt het gereduceerd tot 409.082 kWh. Per woning betekent dit een gemiddelde van 3.719 kWh. Ook deze cijfers worden weergegeven in de bijlage.

Het verschil in gasverbruik in Oldenzaal is na isoleren 13.588 m³. Dit is een reductie van 124 m³ per woning. In totaal is het verschil in gemiddeld stroomverbruik na isoleren 16.961 kWh in de

wijk Oldenzaal. Per huishouden wordt het gemiddelde elektriciteitsverbruik 154 kWh verminderd.

Als wordt uitgegaan van een CO₂-uitstoot equivalent van 1,875 kg per m³ gas, wordt per huishouden 233 kg CO₂ bespaard door gasreductie. Per kWh wordt circa 2,42 kg aan CO₂ geproduceerd. Dit betekent een reductie van 373 kg aan CO₂-uitstoot. Wanneer dat bij elkaar wordt opgeteld is dat een totale reductie van 606 kg CO₂ besparing per huishouden. Voor de gehele wijk wordt gemiddeld 67 ton aan CO₂ uitstoot bespaard en dat simpelweg door allemaal beter te isoleren. (Milieu Centraal, sd)

- Riothermie

De constante jaarlijkse beschikbaarheid van het riool in Vondersweijde is circa 1.500.000 kWh. In het rapport zoals uitgevoerd door Tauw staat een jaarlijkse opbrengst van riothermie van 7400 GJ wat gelijk staat aan 2.055.556 kWh, echter is dit niet de werkelijke opbrengst conform gebruik van de consument. Zo heeft een huishouden in de winter meer warmtevraag dan in de zomer en levert de riothermische installatie in de wintermaanden maximaal 800 GJ in tegenstelling tot de zomer waarin de installatie maximaal 450 GJ levert. Daarom is er gekozen om het minimum maximaal vermogen van de riothermische installatie toe te passen wat neerkomt op circa 1.500.000 kWh. Daarbij is een uitgangspunt al dat alle woningen goed geïsoleerd zijn (energielabel A of B).

Riothermie

kWh capaciteit	Gem. gasverb. P.w.	Aantal won.
1500000	19870	75

Aanleg warmtenet p.w.	Kosten verb. LTV p.w.	Tot. Verb. Kosten p.w.
€ 10.000,00	€ 2.145,00	€ 12.145,00

Tot. Inv. Riothermie inst.	Aantal won.	Prijs p.w.
€ 446.000,00	75	€ 5.946,67

Totale kostprijs per woning	€ 18.091,67
-----------------------------	-------------

Totaal terugverdientijd (jaar)	8,65
--------------------------------	------

Zwembad

kWh capaciteit riothermie	kWh behoefte zwembad	Tekort/over (kWh)
1500000	1527778	-27778

Figuur 38: Opbrengsten riothermie

(Tauw, 2017)

- Geothermie

Het bronvermogen van een geothermische installatie is afhankelijk van de diepte van de bron en het debiet dat door het doublet heen gepompt wordt. De ordegrrootte van het bronvermogen van een installatie binnen het onderzoeksgebied is ongeveer 64.500.000 kWh per jaar. (NNTS, 2018) Hiervan is het gemiddelde verbruik 64.500.000 kWh, is gelijk aan 6.602.218 m³ gas per

jaar. Gekeken naar de wijk Vondersweijde na het isoleren is de totale warmtevraag: 2.185.693 kWh. Dit is veel minder dan het bronvermogen er is een overschot van 62.314.307 kWh met dit overschot kan het zwembad ook worden verwarmd. Het zwembad heeft een jaarlijkse warmtevraag van 1.527.778 kWh. Na aftrek van de jaarlijkse warmtevraag van het zwembad en de wijk blijft er nog een enorme capaciteit (60.786.529 kWh) aan warmte over om wellicht de gehele stad Oldenzaal te verwarmen. Echter moet hier nog meer onderzoek naar worden gedaan. Uit de tabel blijkt dat het gunstig is voor ruim 3.000 woningen, veel meer dan de aanwezige woningen in de Vondersweijde. Om die reden is het verstandig om het uit te voeren voor meerdere wijken dan alleen de Vondersweijde in Oldenzaal.

Geothermie

m3 gas	Aantal won.	Gem. m3 gas per won.
6602218	3155	2092,6

Gem. m3 gas per won.	Gasprijs	Gem. besparing per huis p.j.
2092,6	€ 0,76	€ 1.590,39

Gem. inv.	Gem. besparing per huis p.j.	Tot. Terugverdiendtijd (jaar)
€ 30.666,00	€ 1.590,39	19,3

*Figuur 39: opbrengsten geothermie
(NNTS, 2018)*

Conclusie

Uit bovenstaande afwegingen kan worden opgemaakt dat geothermie een aantrekkelijkere optie is voor warmtevoorziening dan riothermie. Riothermie vergt meer inpandige inpassingen en ondergrondse inpassingen ten opzichte van geothermie, wat het voor bewoners minder aantrekkelijk maakt. Dit komt doordat er zowel meer hinder door installatie en onderhoud wordt ondervonden als dat er meerdere inpandige inpassingen moeten worden gedaan. Een voordeel is wel dat er bij riothermie geen bovengrondse inpassing hoeft te worden gedaan, hoewel dit wellicht niet opweegt tegen de eerdergenoemde nadelen. Uiteindelijk kunnen wij uit deze vergelijking nog geen volledige conclusie trekken welke technische maatregel het beste zou zijn voor Oldenzaal, omdat nieuwe technieken op het moment nog volop worden ontwikkeld, en de nadelen op lange termijn van bestaande technieken nog niet concreet genoeg zijn vastgelegd.

6.2 Variant Tubbergen

Inpandige inpassing

- Groen gas

Omdat groen gas (omgezet biogas) in feite hetzelfde werkt als aardgas is de inpandige inpassing geen grote ingreep. De cv-ketel, radiatoren, gasfornuis en andere gasverbruikers in de woning kunnen dus blijven staan. Behoudens de isolatie voor de woningen waardoor het gasverbruik afneemt, hoeft er dus niks te gebeuren. Dit is vooral bij de oude woningen of monumentale panden een voordeel.

- Geothermie

Geothermie kan een oplossing zijn voor bestaande bouw, vooral omdat bestaande bouw vaak gebruik nog maakt van HTV (hoge temperatuurverwarming). Geothermie komt ook met HTV binnen bij de woning. Alleen het nadeel is dat het een te hoge temperatuur is dat het eigenlijk moet worden afgekoeld. De bodemwarmtewisselaar wordt hierbij gebruikt om koeling te leveren. Deze draagt de vrijkomende warmte via de condensor over aan de transportvloeistof, die deze vervolgens via de bodemwarmtewisselaar afstaat aan de omringende bodem. (Van der Broek, Ten Have, Hermann, Hofman, & Schepers, 2018)

- *Afweging*

Op basis van de inpassing is groen gas logischerwijs een betere optie om inpassing te gebruiken. Dit komt omdat, in tegenstelling tot geothermie, inpassing niks vervangen hoeft te worden.

Bovengronds inpassing

- *Groen gas*

Voor de bovengrondse inpassing heeft een biogas-installatie wel wat spreekwoordelijke voeten in aarde. Zo dient namelijk een bovengrondse biogas-installatie te worden aangebracht. Deze installatie kan zowel een vergistings-, verbrandings-, rioolwaterzuiverings- of een gasstortinstallatie zijn. Bovengronds nemen de biogas-installaties veel ruimte in (uitgaande van een vergistings- en verbrandingsinstallatie zoals ze zich bevinden in Langeveen). Zo heeft de microvergister in Langeveen een bovengrondse opslagcapaciteit van 2.500 m³, daarnaast zijn vaak ook na-vergisters aanwezig die veel ruimte innemen. Op dit moment bevinden zich de vergisting- en verbrandingsinstallaties zich op boerderijen. Omdat rondom de kern van Langeveen veel boerderijen aanwezig zijn lijkt er dan ook veel potentie in te zitten om dit meer toe te passen bij boerderijen. (Host, 2010) Met behulp van subsidie kunnen zij een biogas-installatie laten bouwen. Zij kunnen de stallen verwarmen en tevens een gedeelte van de warmte aan de woningen leveren.

- *Geothermie*

Als de putten eenmaal geboord zijn is een terrein benodigd van zo'n 30 bij 30 meter en verder een gebouw van zo'n 20 bij 20 meter voor de warmtewisselaars en (meestal) enkele filters, vaten en pompen. Van deze gegevens is uitgegaan omdat hier ook de cijfers omtrent gasverbruik en energieverbruik bekend zijn. Indien een kleinere geothermische installatie wordt gekozen is de bovengrondse benodigde ruimte ook minder.

- *Afweging*

Als puur wordt gekeken naar de bovengrondse ruimte die in beslag wordt genomen is een geothermische installatie aantrekkelijker. Echter wordt de technische ruimte in het gebouw alleen gebruikt voor een warmtewisselaar, filters, vaten en pompen. Dus puur voor de opslag en omzetting van energie. Bij een biogas-installatie wordt de ruimte benut door mest uit de stallen te halen en naar de vergister te brengen. Hierdoor wordt bijvoorbeeld overbemesting tegen gegaan, Komt er geen ammoniak en lachgas in de lucht en komt geen nitraat in het drinkwater. Dus in die zin is de bovengrondse opslag weliswaar groter maar ook beter voor het milieu. Voor beide bovengrondse inpassingen is wat voor te zeggen.

Ondergrondse inpassing

- *Groen gas*

Tijdens de aanleg dient logischerwijs een bouwkuip of meerdere bouwkuipen ontgraven te worden om een fundering te realiseren voor de biogas-installatie. Verder dient een tracé te worden uitgezet voor de aanleg van de nieuwe gasaansluiting en gasbuizen. Vervolgens kan het tracé worden aangesloten op het LD-net (lagedruk gasnet).

- *Geothermie*

De boring van de putten gaat soms door zogenoemde watervoerende lagen. Hierdoor bestaat de kans dat een verontreinigde watervoerende laag in contact komt met de 'schone' watervoerende laag. Daardoor worden beide watervoerende lagen verontreinigd. De putten worden zo geboord en vastgezet met cement dat de kans nihil is dat water van de ene diepte/aardlaag in de andere terechtkomt. Een geothermie-installatie bestaat daarom uit minimaal twee putten: tenminste één voor de aanvoer en tenminste één voor de afvoer van water. (Van der Broek, Ten Have, Hermann, Hofman, & Schepers, 2018)

- *Afweging*

Als wordt gekeken naar de invloed die beide installaties uitoefenen op de bodem is het beter om te kiezen voor een biogas-installatie. Een biogas-installatie mag dan wel een grote bovengrondse ruimte in beslag nemen, de fundering ondergronds neemt echter minder ruimte in beslag. Bij een geothermische installatie wordt een leiding kilometers diep aangelegd. Dit heeft logischerwijs meer invloed op de bodem dan de een fundering van slechts een paar meter.

Opbrengstraming

Voor het isoleren is het gemiddeld aardgasverbruik van 277 woningen 757.631 m³ en het gemiddeld elektriciteitsverbruik 1.321.550 kWh. De cijfers worden weergegeven in de bijlage. Per woning betekent dit een gemiddeld aardgasverbruik van 2.735 m³ en een gemiddeld elektriciteitsverbruik van 4.771 kWh.

Na het isoleren (alle woningen die een lager energielabel hadden dan B) is het aardgasverbruik 589.491 m³, per woning ligt het gemiddelde op 2.128 m³. Qua gemiddeld elektriciteitsverbruik wordt het gereduceerd tot 1.103.884 kWh. Per woning betekent dit een gemiddelde van 3.985 kWh. Ook deze cijfers worden weergegeven in de bijlage.

Het verschil in gasverbruik in Langeveen is na isoleren 168.140 m³. Dit is een reductie van 607 m³ per woning. In totaal is het verschil in gemiddeld stroomverbruik na isoleren 217.666 kWh in de wijk Langeveen. Per huishouden wordt het gemiddelde elektriciteitsverbruik 786 kWh verminderd.

Als wordt uitgegaan van een CO₂-uitstoot equivalent van 1,875 kg per m³ gas, wordt per huishouden 1.138 kg CO₂ bespaard door gasreductie. Per kWh wordt circa 2,42 kg aan CO₂ geproduceerd. Dit betekent een reductie van 1.902 kg aan CO₂-uitstoot. Wanneer dat bij elkaar wordt opgeteld is dat een totale reductie van 3040 kg CO₂ besparing per huishouden. Voor de gehele wijk wordt gemiddeld 842 ton aan CO₂-uitstoot bespaard en dat simpelweg door allemaal beter te isoleren. (Milieu Centraal, sd)

Het grote verschil met de wijk in Oldenzaal kan makkelijk verklaard worden. Daar staan veel woningen die relatief nieuw zijn en bijna allemaal voorzien van energielabel A en B. In Langeveen bevinden zich meer woningen en daarnaast zijn de meeste ook voorzien van een energielabel lager dan A en B.

- *Groen gas*

Een biogas-installatie levert aanzienlijk veel energie op voor de betreffende eigenaar en de omliggende woningen. Echter hangt de hoeveelheid energie vanzelfsprekend sterk af van het type installatie (vergisting, verbranding, gasstort etc.) en de grootte van de installatie. Voor onderstaande gegevens is uitgegaan van de microvergistingsinstallatie van de varkenshouderij in Langeveen. Zij leveren 210.000 m³ groen gas per jaar (dit is het overblijfsel nadat de zuurstof uit het biogas is gehaald en het wordt omgezet naar groen gas). Dit is circa 24 m³ groen gas per uur. Met 24 m³ per uur kunnen circa 240 huishoudens verwarmen mits alle

energie naar de huishoudens gaat (Host, 2010). Daarbij dient wel de kanttekening gemaakt te worden dat de varkenshouder op dit moment ook een deel van de energie gebruikt als warmtebenutting van de stallen. Mocht dus nog een biogas-installatie van deze grootte worden gebouwd in de nabijheid van de wijk Langeveen, kunnen alle huishoudens voorzien worden van groen gas door de twee microvergistingsinstallaties. Gezien het aantal veehouders in en nabij Langeveen is die potentie zeker aanwezig. Omdat het een behoorlijke investering is, betaalt een huishouden circa € 0,79 per m³ groen gas. Dit is circa € 0,20 meer dan het aardgas op dit moment in 2018, echter is de verwachting dat aardgas per m³ aanzienlijk zal stijgen de komende jaren. Voor de boer is de aanschaf van een microvergistingsinstallatie zoals die in Langeveen € 300.000,-. De totale opbrengst per jaar is € 71.100,- (opbrengst verkoop groen gas, vermeden inkoop van gas en elektriciteit). De onderhoudskosten bedragen € 13.034,-. De totale terugverdientijd bedraagt dan 5,2 jaar met een marktenergieprijs van € 0,169/kWh. (Brouwer, 2010)

- *Geothermie*

Het bronvermogen van een geothermische installatie is afhankelijk van de diepte van de bron en het debiet dat door het doublet heen gepompt wordt. De ordegrrootte van het bronvermogen van een installatie binnen het onderzoeksgebied is ongeveer 64.500.000 kWh per jaar. (NNTS, 2018) Het gemiddelde elektrische verbruik is 64.500.000 kWh. In Langeveen wordt circa 1.103.884 kWh verbruikt, na isoleren van de woningen. Wanneer de geothermische installatie wordt gebruikt, blijft een overschot over van 63.693.116 kWh. Hierdoor blijft dus nog een aanzienlijke capaciteit over. De mogelijke afstand tussen de geothermiebron en aangesloten woningen zal ongeveer 2 kilometer bedragen, gekeken naar de omvang en mogelijke locatie van de installatie.

- *Afweging*

Op basis van de opbrengsten kan wellicht beter geïnvesteerd worden in een microvergistingsinstallatie. Hiervan heeft een boer veel profijt vanwege de terugverdientijd, krijgt subsidie voor het investeren (indien hij ook het groengas geeft aan het lagedruk-gasnet) en de bewoners worden voorzien van groengas in plaats van aardgas. Bovendien hoeft maar geïnvesteerd te worden in één microvergistingsinstallatie en de gehele wijk wordt al verwarmd (met behulp van de andere installatie). Bij het aanbrengen van een geothermische installatie wordt het rendabel wanneer veel huishoudens bij elkaar worden aangesloten. Daarvoor is de wijk in Langeveen praktisch te klein. Tevens betaalt ieder huishouden dan € 30.666,-, uitgaand van een geothermie-installatie van gemiddelde grootte (3155 woningen) en totaalkosten van € 96.750.000,-. Hierbij inbegrepen zijn de aansluitkosten van de woningen en het warmtenet zelf (Technisch Rapport, 2018). Dit is een aanzienlijk bedrag voor een gemiddeld huishouden. Ook dit kan deels worden gedicht met een subsidie, echter blijft het een flinke investering. Bij groen gas hoeft alleen voor het gas betaald te worden. Op dit moment betaalt men meer voor groen gas, echter is de verwachting dat dit de komende jaren ook gaat veranderen omdat de aardgasprijs stijgt.

Conclusie

Op basis van bovenstaande afwegingen kan de conclusie worden getrokken dat groen gas een beter alternatief is, op dit moment, dan geothermie om van het aardgas af te gaan. Zowel in pandige inpassing als bovengrondse inpassing scoort het aanzienlijk beter.

Echter dient wel de kanttekening gemaakt te worden dat op het moment van schrijven erg veel technische alternatieven voor aardgasvervanging nog volop in ontwikkeling zijn. Hierdoor kan geen harde conclusie worden getrokken. Zo zijn ontwikkelingen als waterstofgas en synthetisch gas nog bezig. Het is dan ook bekend dat dit een potentiële vervanger kan zijn voor aardgas,

alleen is het nog niet op grote schaal toegepast. Hierdoor zijn de mogelijkheden over een aantal jaar al helemaal anders dan nu.

7 Uniform stappenplan

Zoals in de onderzoeksaanpak (paragraaf 1.3) is uitgelegd zou er worden gewerkt aan een uniform stappenplan. Door dit onderzoek uit te voeren, zijn verschillende stappen doorlopen. Deze hebben geresulteerd in de eerste twee stappen van het uniforme stappenplan. Vervolgens zijn er mogelijke koppelkansen bedacht en is de planvorming inzichtelijk gemaakt met een bijbehorende tijdlijn. Deze stappen worden hieronder verder uitgelegd.

Stap 1: Beperken warmtevraag

De allereerste stap bij het aardgasloos maken van woning is het beperken van de energiebehoefte. Het beperken van de energiebehoefte is te realiseren door middel van het upgraden van het energielabel. Denk bij het upgraden van het energielabel vooral aan het isoleren van de woning en zorgen voor duurzamere energie.

Bij het isoleren van de woning kun je denken aan de volgende maatregelen: vloerisolatie, dakisolatie, spouwmuurisolatie en geïsoleerde beglazing.

Bij vloerisolatie zijn diverse mogelijkheden aanwezig: het isoleren van de kruipruimte, het isoleren van de onderkant van de begane grond vloer en het isoleren van de bovenkant van de begane grond vloer.

Dakisolatie is ook te onderscheiden in diverse mogelijkheden, zowel aan de binnenkant als de buitenkant is dakisolatie toe te passen.

Ook bij het isoleren van de spouwmuur zijn diverse mogelijkheden aanwezig: het volblazen van de spouw met isolerend materiaal. Spouwmuurisolatie toepassen aan de binnenkant, en spouwmuurisolatie toepassen aan de buitenkant van de gevel. De spouw volblazen met isolatiemateriaal is hierbij vaak het goedkoopste middel om de spouw goed te isoleren.

De laatste stap bij upgraden van het energielabel is vaak het toepassen van zonnepanelen. Deze variëren sterk in prijs maar is over het algemeen een goede investering omdat het zichzelf terugverdiend.

Niet elke stap heeft voor een woning evenveel zin. Wanneer er veel glas in de woning aanwezig is heeft HR++ glas beglazing misschien wel evenveel zin als spouwmuurisolatie, maar over het algemeen is met behulp van de bovengenoemde stappen een hoekwoning uit 1955 met energielabel G terug te brengen naar energielabel A.

Stap 2: Alternatieve bronnen

Er zijn veel technische mogelijkheden bij het aardgasloos maken van een wijk. Deze zijn uitgewerkt in hoofdstuk 4. De tweede stap van het uniforme stappenplan is het onderzoeken en afwegen van de alternatieve bronnen bij het aardgasloos maken van een wijk. De beste oplossing verschilt per wijk aangezien elke wijk verschillend is. Voor een goede oplossing zal elke bron moeten worden onderzocht. De gemeente kan hier verschillende criteria aan koppelen om zo met de bewoner tot de beste oplossing te komen.

Stap 3: Koppelkansen

De derde stap van het uniforme stappenplan is het bedenken van mogelijke koppelkansen. Koppelkansen zijn ook per project verschillend. Koppelkansen zijn noodzakelijk om (onnodige) kosten in de toekomst te besparen. Er zijn enkele voorbeelden van deze koppelkansen hieronder verder uitgewerkt.

- *Veiligheid en gezondheid*

Denk hierbij aan het verbeteren van de infrastructuur. Is er een bredere stoep nodig? Is er behoefte aan extra verlichting? Wanneer er bijvoorbeeld een warmtenet moet worden aangelegd ligt de infrastructuur er tijdelijk uit en zijn deze behoeftes goedkoper uit te voeren. Hierdoor is er minder (over)last voor de betrokkenen.

- *Natuur inclusief renoveren en inrichten*

Denk hierbij aan het toepassen van groenvoorziening. Is er behoefte aan meer groen of water? Wanneer er bijvoorbeeld een warmtenet moet worden aangelegd ligt de infrastructuur er tijdelijk uit en zijn deze behoeftes goedkoper uit te voeren. Hierdoor is er minder (over)last voor de betrokkenen.

- *Klimaatadaptatie afkoppelen en inrichten*

Denk hierbij aan het opvangen van regenwater, waterpleinen kunnen in dit traject makkelijker, goedkoper en met minder (over)last worden aangelegd. Ook kun je hierbij denken aan het meenemen van installaties voor zonnevelden, etc. Wanneer er toch aan de infrastructuur wordt gewerkt is dit makkelijker te koppelen.

- *Ruimtelijke kwaliteit*

Denk hierbij aan de waardering van de ruimte door de beoordelaar, in vele gevallen de bewoner. Hierbij kan er in contact worden gegaan met de bewoner, vind hij/zij dat hij voldoende licht binnen krijgt etc. Hier kan rekening worden gehouden met beplanting etc. Ook bij het toepassen van een elektriciteitshuisje is het belangrijk dat de ruimtelijke kwaliteit gewaarborgd wordt.

- *Levensloopbestendigheid*

Wanneer er LTW moet worden toegepast is een aanpassing in de woning vaak noodzakelijk, er moet vaak vloerverwarming worden toegepast. Door deze aanpassing kan de levensloopbestendigheid van de woning ook gelijk worden meegenomen. Denk hierbij aan het toepassen van een antislipvloer, het laagdrempelig maken van de woning, het toepassen van een inlopdouche etc. Dit is voor oudere bewoners vaak noodzakelijk om thuis te kunnen blijven wonen. Doordat er toch het een en ander moet worden aangepast in de woning is dit vaak koppelen met de bovengenoemde werkzaamheid, dit zou geld besparen voor de bewoner.

- *Sociale cohesie*

Door bewoners de indruk te geven dat hun mening telt en hen laten meebeslissen over het aardgasvrij maken van de wijk kan sociale cohesie ontstaan. Misschien willen de bewoners zelf wel het een en ander verrichten aan werkzaamheden. Doordat er wordt gepraat over het begrip aardgasvrij kunnen burens bijvoorbeeld met elkaar om tafel, deze kunnen bijvoorbeeld kosten besparen op het kopen van zonnepanelen wanneer dit in grote getalen wordt ingekocht. Door bewoners met elkaar hierover te laten discussiëren kan sociale cohesie ontstaan.

- *Sport*

Denk hierbij aan het aanpakken van sportparken, sportparken moeten vaak verduurzaamd worden. Door dit in een vroeg stadium mee te nemen kan kosten worden bespaard. Als de naastgelegen wijk aardgasvrij wordt gemaakt kan het sportpark goedkoper worden aangepakt door het eenmalig loshalen van de infrastructuur.

- *Beheer en infrastructuur*

Wanneer de infrastructuur er moet worden uitgetrokken voor bijvoorbeeld een warmtenet is het voor de gemeente een optie om volledig nieuwe infrastructuur toe te passen. Is er behoefte aan andere bestrating, is er een bredere stoep nodig, hoe gaan we het beheer en onderhoud

hiervan regelen. Door hier in een vroeg stadium over na te denken kan dit in één ingreep worden aangepast.

- *Circulaire economie*

Denk hierbij aan: hoe gaan we energie opwekken, wat gaan we met onze overgebleven energie doen, wat gaan we met ons afvalwater doen, wat gaan we met regenwater doen etc.? Om volledig circulair te worden moet hierover worden nagedacht. Door dit in een keer goed aan te pakken kan hier veel arbeid en kosten op worden bespaard. Ook het (her)gebruik van grondstoffen is direct verbonden bij een circulaire economie. Dit is een goede koppelkans bij het aardgasloos maken van een wijk.

Stap 4: De planvorming

Stap 4 van het uniforme stappenplan is de planvorming. Om als Nederland (en de Europese Unie) de doelen te behalen, zullen we samen moeten werken. Hierdoor is het belangrijk om op alle niveaus beleid te voeren. Zo zullen op grote en kleine schaal afspraken gemaakt moeten worden, hoe we in de toekomst woningen van aardgas te kunnen halen. Op elk niveau worden nu (of zijn al) plannen gemaakt. Deze zijn meegenomen in het uniforme stappenplan omdat het direct verbonden is bij het aardgasloos maken van een wijk.

- *Nationaal*

In Nederland zijn internationale afspraken gemaakt op het gebied van klimaat. In 2015 heeft Nederland ingestemd met een nieuw VN-klimaatakkoord. Het akkoord heeft als doel: de opwarming van de aarde beperken tot ruim onder 2 °C, met een duidelijk zicht op 1,5 °C. Dit akkoord gaat per 2020 in. Uiteraard heeft dit akkoord met de Europese Unie invloed op het klimaat in de hele wereld. Op nationaal niveau heeft dit geleidt tot de nodige doelen. Zo wil Nederland in 2030 bijna de helft minder broeikasgassen uitstoten dan we in 1990 deden (in 2050 moet dit zelf 95% minder zijn!), Het belangrijkste broeikasgas is CO₂. Daarom richten we ons in Nederland vooral op het verminderen van CO₂ in de lucht. Deze doelen zijn vastgelegd in de Klimaatwet. De wet moet burgers en bedrijven zekerheid geven over de klimaatdoelen. In het klimaatakkoord staan afspraken met de sectoren over de manier waarop de klimaatdoelen kunnen worden gehaald. De sectoren waar afspraken mee zijn gemaakt zijn: de elektriciteitssector, de industrie, de gebouwde omgeving, de transportsector en de landbouw. (Rijksoverheid)

- *Provinciaal*

Op provinciaal niveau is de Regionale Energie Strategie (RES) opgesteld. Hierin zijn afspraken gemaakt hoe men op regionaal niveau de doelen uit het klimaatakkoord kan behalen. De RES focust zich op de gebouwde omgeving (energiebesparing en warmtevoorziening) en elektriciteit (opwekking en infrastructuur). Eventuele andere afspraken, zoals: maatregelen voor mobiliteit of landbouw en landgebruik kunnen meegenomen worden in de plannen. De RES is een instrument om te komen tot regionaal gedragen keuzes voor de opwekking van duurzame elektriciteit, de warmtetransitie in de gebouwde omgeving en de daarvoor benodigde opslag en energie infrastructuur. Om het doel te behalen is samenwerking nodig. Hierdoor zijn verschillende partners betrokken bij de RES zoals: provincie, waterschappen, de gemeenten, netbeheerders, het bedrijfsleven, maatschappelijke organisaties en burgers. (Interprovinciaal Overleg, 2018)

- *Gemeentelijk*

Op gemeentelijk niveau is een gemeentelijke omgevingsvisie vastgesteld. Dit betekent dat elke gemeente verplicht is om haar ambities en beleidsdoelen voor de fysieke leefomgeving voor de lange termijn vast moet leggen. Op dit moment zijn gemeenten bezig om voor haar

grondgebied vast te leggen wat de mogelijkheden zijn op het gebied van nieuwe energie. De zogeheten warmtetransitie visie. Zo moet op korte termijn duidelijk zijn hoe met zijn steentje bij kan dragen aan het klimaatakkoord. Door gegevens te verzamelen als: de energievraag, besparingspotentieel, eventuele nieuw/verbouwplannen, alternatieve energiebronnen, eigendomssituaties en de staat van de wijken moet duidelijk worden wat de mogelijkheden zijn. Uiteraard is voor deze visie een goede samenwerking nodig met onder andere gemeenten, netbeheerders, het bedrijfsleven en maatschappelijk organisaties. (Stroomversnelling)

- *Wijkgericht*

De zogeheten wijkuitvoeringsplannen zullen van grootschalig niveau uitgewerkt moeten worden naar straat-/wijkeniveau. Hierbij is de samenwerking nodig van de organisatie die ook betrokken zijn geweest bij de warmtetransitie visie plus burgers en uitvoerende partijen.

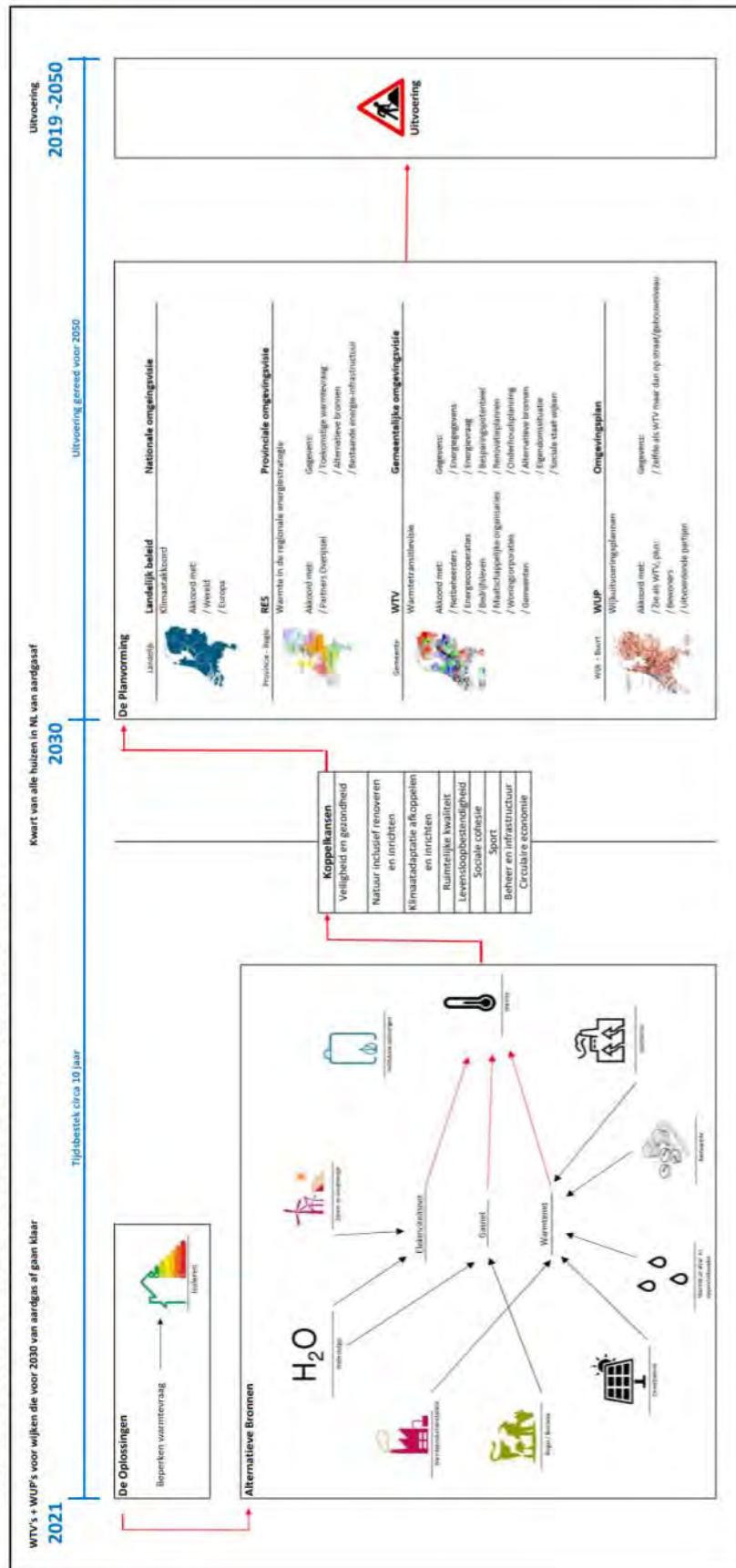
Stap 5: De uitvoering

Wanneer alle bovengenoemde stappen zijn doorlopen kan er worden begonnen met de uitvoering. Die uiterlijk 2050 gerealiseerd moet zijn. Na de uitvoering moet er uiteraard gezorgd worden voor beheer en onderhoud. Deze fase kan door de gemeente worden uitbesteed aan diverse partijen die ervaring hebben in de meest efficiënt geachte oplossing.

Op de volgende bladzijde is het uniforme stappenplan te zien, waarbij de bovengenoemde stappen in verwerkt zijn. Tevens is dit stappenplan in groot formaat opgenomen in de bijlage.

Uniform stappenplan

STAPPENPLAN NAAR EEN AARDGASVRIJE GEMEENTE IN 2050



8 Conclusie

Tijdens ons onderzoeksproces zijn wij verschillende resultaten tegengekomen. Met name ondervonden wij dat veel van de huidige informatie rondom alternatieven voor gas vaak nog incompleet of verouderd is. Dit geldt met name bij technologie waarbij in de afgelopen jaren veel ontwikkelingen zijn geweest en relatief nieuwe technologieën die pas relatief recentelijk in de praktijk worden toegepast.

Bij het onderzoek naar de twee gebieden in Oldenzaal en Tubbergen is een focus gelegd op aanwezige potentiële energiebronnen die in het gebied aanwezig zijn. Hierbij gaat het om alternatieve energiebronnen die voor de specifieke gebieden geldt, en die dus niet overal toepasbaar zijn. Voor Vondersweijde in Oldenzaal was dit riothermie, terwijl bij Langeveen in Tubbergen mogelijkheden zijn rondom biogas.

Voor riothermie in Oldenzaal bleek uit onze analyse niet genoeg capaciteit aanwezig te zijn om de wijk rendabel te kunnen verwarmen. Het zwembad in de wijk was een mogelijke kandidaat waarbij riothermie wel toepasbaar zou kunnen zijn, maar tijdens piekuren en met name in de wintermaanden zou riothermie alsnog niet voldoende warmte kunnen leveren om het zwembad te verwarmen. Hierdoor zou het dan ook geen rendabele investering zijn om momenteel een dergelijke installatie te bouwen, omdat men toch afhankelijk blijft van een hybride installatie.

Wel bleek uit ons onderzoek dat er bij de wijk in Tubbergen mogelijkheden liggen voor een biogas installatie. Twee agrarische bedrijven in de directe omgeving maken momenteel al gebruik van verbrandingsinstallaties, terwijl een derde gebruik maakt van een vergistingsinstallatie. Deze installaties leveren vrij veel energie, die momenteel alleen voor de individuele bedrijven wordt benut. Er liggen zeker mogelijkheden om deze energie ook deels toe te passen in de omgeving, waarvoor nog extra onderzoek nodig is.

Wat betreft het opwekken van energie in de wijken zelf zien wij vooral geothermie als een belangrijke energiebron. Een centraal geothermie netwerk zou volgens ons een goed kunnen bijdragen aan het gasvrij maken van beide wijken. Dit moet echter wel op een grotere schaal gebeuren, omdat kleinere private geothermische installaties niet financieel aantrekkelijk zijn voor bewoners, en omdat installaties die te dicht op elkaar liggen elkaars prestatievermogen kunnen hinderen.

Naast grootschalige energieopwekking moet er ook worden gekeken naar het verlagen van het energieverbruik per woning door middel van betere isolatie, energiezuinige huishoudelijke voorzieningen en individuele vormen van energieopwekking zoals zonneboilers voor warmwatervoorziening.

8.1 Aanbevelingen

Wij bevelen aan de gemeente aan ons stappenplan te gebruiken bij het aardgasloos maken van meerdere wijken in haar gemeente. Ook raden wij aan geduld te hebben met het aardgasloos maken van woningen, er lopen namelijk nog ontwikkelingen met betrekking op technische installaties. Een goed voorbeeld van lopende ontwikkelingen is waterstof, dit kan in de toekomst misschien wel het beste alternatief zijn maar is nu nog niet volledig uitgedacht.

Aan het COB bevelen wij aan rekening te houden met ondergrondse inpassingen van diverse technische oplossingen. Denk hierbij aan een eventuele verzwaring van het elektriciteitsnet, een warmtenet, het eventueel laten liggen van het gasnet (i.v.m. ontwikkelingen waterstof), diepte boringen, geothermische installaties, warmtepompen etc. Dit zou allemaal invloed hebben op de ondergrond. Wij raden het COB aan om hier verder onderzoek naar te doen om goede ondergrondse oplossingen te realiseren.

8.2 Reflectie onderzoeksplan

Bij de start van het onderzoek is een onderzoeksplan opgesteld. In deze paragraaf wordt er gereflecteerd op dit onderzoeksplan. Het onderzoeksplan is te vinden in paragraaf 1.3.

In de locatiebepaling wordt er veel informatie van de bewoners verzameld zoals: wat is het gemiddelde inkomen, wat is de gemiddelde leeftijd, wat is het percentage huur en koopwoningen, welke type woning etc. Deze informatie wordt minimaal meegenomen in de afweging van de verschillende technische mogelijkheden. Er kan wel een warmtenet worden bedacht, maar zijn bewoners wel in staat en bereid om hun eigen huis te veranderen naar LT-verwarming. Er is specifiek gekozen om het rapport technisch te houden en minimaal rekening te houden met bewoners. Toch moet er in de praktijk veel aandacht worden geschonken aan de bewoners en hun belangen in kaart brengen. De bewoners informatie dient de gemeente meer mee te nemen in de afweging van technische mogelijkheden dan dat in ons rapport is gebeurd.

Wat niet is meegenomen in het onderzoeksplan zijn de koppelkansen. Dit is een belangrijke factor bij het aardgasloos maken van een wijk. Dankzij opgedane ervaringen gedurende het project kwam het besef bij de projectgroep dat dit wel degelijk een belangrijk onderdeel is in het aardgasloos maken van een wijk. Daar was simpelweg niet over nagedacht toen vooraf de onderzoeksplan werd opgesteld. Het is daarom wel meegenomen in het uniforme stappenplan.

Bij de technische mogelijkheden zijn verschillende berekeningen op het gebied van kosten gemaakt. Deze komen vanuit verschillende bronnen. Wij raden de gemeentes aan verder onderzoek op het gebied van kosten te doen. De gemeente kan met diverse partijen prijsafspraken maken om zo een duidelijker kostenbeeld te creëren. Onze kosten komen uit verschillende bronnen en liggen hierdoor waarschijnlijk verder van de werkelijke kosten.

De ondergrondse inpassing had misschien specifieker kunnen worden uitgewerkt voor beide wijken. Zo had er bijvoorbeeld een kadaستر-KLIC tekening kunnen worden opgevraagd om zo een helderder beeld te krijgen van de huidige ondergrondse inpassingen. Vervolgens had dit meegenomen kunnen worden in het adviesrapport om zo een beter advies te kunnen geven aan het COB.

Over het algemeen was het een duidelijk, haalbaar en volledig onderzoeksplan.

EXCURSIE

Naam excursie:	Nieuwe Energiedag Oost-Nederland
Plaats excursie:	Berkum
Bezoekers:	Matthijs Wetering, Oscar Braamhaar
Betreft:	Verbreding kennis duurzame energie
Datum afname:	1 november 2018

Op woensdag 1 november 2018 vond de “Nieuwe Energiedag Oost-Nederland” plaats. Oscar Braamhaar en Matthijs Wetering van de projectgroep “Van Gas Los” zijn hierbij aanwezig geweest om de informatie te verkrijgen.

De eerste excursie van de dag was in de wijk Berkum in Zwolle. Na het ontvangst in het dorpshuis heeft Berto Boeve een presentatie gegeven over de verschillende mogelijkheden van all-Electric wonen. Berto gaf aan werkzaam te zijn voor Loohuis, een bedrijf dat gespecialiseerd is in energie en installatieadvies. Na afloop van de presentatie zijn we met de groep door de wijk in Berkum gelopen waarbij Berto uitleg gaf over de verschillende all-electric technieken die zijn toegepast in de wijk en waarom deze zijn toegepast. Hierbij was vooral de koppeling tussen praktijk en theorie erg interessant, want op school hebben we veel informatie verzameld, echter is het mooier om het in de praktijk te zien. Tijdens de wandeling door Berkum hebben we ook genetwerkt aangezien alle aanwezige personen op zijn of haar beurt een rol spelen in de energietransitie. Zo hebben we onder andere gepraat met mensen van Coteq, Enexis, Saxion (lectoren) en vele anderen. Na afloop van de wandeling werden we verwacht in de statenzaal van het provinciehuis te Zwolle.

Na de excursie in Berkum kwam iedereen weer tezamen op het Provinciehuis voor het vervolg van de dag. André van der Zee leidde de zaal door het plenaire programma waarbij volop aandacht was voor het 10-jarig jubileum van BEON en de plannen van de stichting voor de toekomst. Daarna heeft Richard van Leeuwen, lector bij het Saxion, zijn visie gegeven over de duurzame energievoorziening in Nederland waarbij hij vooral aandacht schonk aan de mogelijkheden en beperkingen.

zijn een drietal sessies gevolgd over het balanceren op het gas- en elektriciteitsnet. Hier werd besproken wat de invloed is van verschillende vormen van energie op het elektriciteit- en gasnet door Jur Hofsteege van Enexis. Dominique Doedens van Escozon vertelde over de opslag van zonne-energie in Heeten. De laatste sessie ging over het balanceren op mobiliteit in Duitsland en waarom Duitsland zo ver voor loopt met de “Energiewende”.

INTERVIEW

Bedrijf/Firma: Tauw Group
Interview aan: Barry Meddeler
Interview afgenomen door: Alec de Monnik, Léon Dogger, Mike Semmekrot, Wout Wigger
Betreft: Informatie Riothermie
Datum afname: 6 november 2018



1. Is Riothermie een optie bij de wijk Vondersweijde in Oldenzaal?

Normaliter word dit concept andersom toegepast, het zwembad wordt dan op het warmtenet aangesloten van de woningen. Dit wordt niet vaak toegepast maar is mogelijk bij dit project.

2. Wat zijn de voorwaarden om riothermie toe te passen in dit project?

Goed geïsoleerde woningen. Investerings vanuit de gemeente. Een goed onderbouwt rapport met onderzoeksgegevens.

3. Welke fysieke ingrepen moeten worden gedaan om riothermie tot stand te brengen in dit project?

Normaal word dit concept andersom toegepast, het zwembad wordt aangesloten op het warmtenet van de woningen, dit is een makkelijkere ingreep. Er moet veel worden ingegrepen in de infrastructuur. Voordeel van deze fysieke ingreep is wel dat alles ondergronds gaat worden met één centrale 'kast' bovengronds -> het is allemaal weggewerkt.

4. Er worden ook op oude voetbalvelden zonnevelden gecreëerd. Is hier een koppeling bij mogelijk om bijvoorbeeld deze energie te gebruiken bij riothermie?

Een warmtepomp (die nodig is bij Riothermie), heeft elektra nodig. Ook heeft een eventuele WKO installatie elektriciteit nodig. Deze is misschien vanuit de zonnevelden te gebruiken.

5. Hoeveel huishoudens kunnen (vuistregel?) worden aangesloten op het warmtenet die het warmte opwekt uit het rioolwater van het zwembad? En is dit ook rendabel voor de bewoners?

Uit te rekenen door: warmtevraag per woning, levert vermogen per jaar op. Vervolgens aanbod van zwembad riool uitzoeken, bijvoorbeeld 300KW incl. extra WKO-installatie. Zo kun je makkelijk uitrekenen hoeveel woningen op dit warmtenet kunnen worden aangesloten.

6. Schatting van kosten bij toepassing riothermie in dit project?

Niet te schatten.

7. Zijn er subsidies aanwezig bij toepassing van Riothermie?

Er zijn subsidies aanwezig op warmtepompen.

8. Zijn er nog aandachtspunten, problemen of/en valkuilen bij het toepassen van riothermie in dit project?

De aandachtspunten/ valkuilen in dit project zijn vooral de bewoners, de investering en de capaciteit van het warmtenet.

9. WTTK

Tauw heeft al een onderzoeksrapport gemaakt voor Oldenzaal voor het toepassen van Riothermie. Wel is dit in tegengestelde richting als dat wij onderzoeken.

Destijds is een Urig systeem bedacht voor dit project.

Het rapport met onderzoeksgegevens van warmtevraag/-aanbod, rioolwarmte etc. ligt bij de gemeente Oldenzaal. Deze is handig om te bemachtigen om te gebruiken bij het onderzoek.

Er staat een grote renovatie in 2020 gepland.

Goed alternatief in dit project lijkt Barry biomassaketels.

Barry raad aan het onderzoek simpel te houden en in grote lijnen de beste optie toe te lichten aan de gemeente.

Alle nieuwe systemen zijn op lage temperatuur, dus warmtepomp bij benodigd.

Barry Meddeler wil graag op de hoogte worden gehouden in dit project en we kunnen hem vragen stellen wanneer we willen.

INTERVIEW

Bedrijf/Firma: Cogas/ Coteq
Interview aan: Robbert Cornelissen
Interview afgenomen door: Alec de Monnink, Léon Dogger, Mike Semmekrot
Betreft: Kijk vanuit netbeheerders op aardgas loos
Datum afname: 6 november 2018



1. Hoe ervaren jullie het begrip gas-loos bouwen?

Dat je gas moet onderscheiden in aardgas en duurzaam gas en dat met zegt dat je gas-loos moet bouwen maar je ook gebruik kunt maken van duurzame gasbronnen.

2. Welk effect heeft het op het elektriciteitsnet dat 1 juli 2018 verplicht is om gas-loos te bouwen?

Dat het Elektranet opnieuw moet worden aangepakt.

3. Denken jullie dat in 2050 alles aardgasloos is? En waarom wel/ niet?

De doelstelling is ervan wel dus JA

4. Welke rol hebben de netbeheerders in het aardgasloos maken van de wijk?

- *Wanneer er wordt geïnvesteerd moet het 50 jaar meekunnen*
- *Afstemmen met gemeente welke wijk en waar het eruit gaat.*
- *Warmte infra realiseren.*
- *Niet naar sub maar naar et hele systeem kijken.*
- *Aangeven wanneer er wat gebeurd*

5. Welke mogelijkheden (technisch) denken jullie aan om een wijk van gas loos te voorzien?

Kijken naar all-electric,

ALTERNATIEF AARDGAS	KOSTEN AANPASSINGEN HUIS	KOSTEN AANPASSINGEN INFRA	KOSTEN AANPASSINGEN PRODUCTIE
ALL ELECTRIC	-	+/-	+
WARMTE-NET	+/-	-	+/-
WATERSTOF	+	+	-

6. Wat doen jullie met de bestaande gasleiding?

Eruit halen of voorzien van eventueel waterstof

6.b. Als de gaskraan in 2050 ook daadwerkelijkheid wordt dichtgedraaid, wat doen jullie dan met de overbodige gasleiding in de grond?

Eruit halen of voorzien van eventueel waterstof

7. Welke duurzame energiebronnen zijn in de omgeving (Tubbergen/ Oldenzaal Vondersweijde) aanwezig om de wijk van energie te voorzien? Is dit er al of zijn er plannen voor de toekomst?

Eerst kijken naar het bouw jaartal

BOUWJAAR	VUISTREGEL BESTE OPLOSSING
+/- 1945	Waterstof
+/- 1975	Warmtenet
+/- 2005	All-electric

8. Is er een referentieproject waar een wijk aardgasloos is gebouwd?

Ja, (Almelo stadverwarming)

9. Is het huidige net bestand voor een all-electric oplossing voor alle woningen? Aangezien er meer elektriciteit benodigd is per huishouden.

Nee, dan zouden we minder woningen voorzien van één kabel dus meerdere kabels aanleggen.

9.A zo niet, welke maatregelen moeten jullie treffen om het huidige net bestand te maken tegen deze aanpassingen?

Meer kabels aanleggen!

10. Wat is jullie beleidsvisie om dit te door te voeren?

Dat er veel kansen in het verschiet liggen.

INTERVIEW

Bedrijf/Firma: Loohuis Installatiegroep
Interview aan: Berto Boeve
Interview afgenomen door: Matthijs Wetering, Oscar Braamhaar
Betreft: Installatietechnische kijk op aardgas loos
Datum afname: 30 november 2018



1. Zijn jullie al lang bezig met de energietransitie en bijbehorende ontwikkelingen?

Sinds de laatste jaren zijn we daar actiever mee bezig. In de jaren tachtig tot vijf jaar terug was dit allesbehalve een hot-item zoals nu. Sinds het klimaatakkoord is het langzaam op gang gekomen. Nu zie je dat het een bewustwording wordt onder de mensen. Een mooi voorbeeld hiervan zijn de labels bij de woningen (A, B, C, D, en E). Iedereen wil liever in een A-label woning wonen dan in een E. Mensen worden zich bewust van de energieverliezen die een label-E woning heeft wegens slechte isolatie waardoor ze eerder neigen naar een label-A woning te gaan. Echter is dit systeem nu gewijzigd, hedendaags worden energie-indexen gebruikt.

2. Wat is volgens u de reden dat er maar weinig mensen zijn die overgaan op duurzame energie (of van gas los)?

Op dit moment zijn het vooral de woningbouwcorporaties die het voortouw nemen om over te gaan op aardgasloos wonen. Zij hebben immers meer geld te besteden dan de gemiddelde particulier.

En wat is dan de reden dat mensen niet snel overgaan op duurzame energie, is dat puur financieel?

Indirect wel. Op dit moment voelen mensen zich niet geneigd om over te gaan op duurzame energie omdat het op dit moment goedkoper is om gebruik te maken van gas. Daarnaast is een warmtepomp bijvoorbeeld erg veel energie nodig. Normaal heb je namelijk voor 1 m³ gas 10 kWh uur aan elektra. Voor 1kw uur aan stroom dat de warmtepomp verbruikt krijg je 4 kWh/uur aan opgewekte stroom terug. Als je dan bedenkt dat gas een stuk goedkoper is dan elektriciteit is de rekensom snel gemaakt en blijven mensen vasthouden aan het gas.

Maar kan de overheid het gas dan niet duurder maken?

Dat moet vooral uit de markt zelf komen. Echter verwacht ik ook dat binnenkort de energierekeningen aanzienlijk duurder zullen worden zodat mensen serieus gaan nadenken over andere alternatieve energievoorzieningen dan gas.

3. Wat is dan, voor een gemiddeld huis in een wijk als Langeveen, de goedkoopste en beste oplossing om van het gas af te gaan?

Dat zijn de WKO en de warmtepomp als je kijkt naar de individuele oplossingen. Het feit is alleen dat de cv-ketel gewoon een ontzettend goed ding is en zeer goedkoop in vergelijking met een warmtepomp en WKO. Echter kan een gehele wijk, dus niet individueel, ook gebruikmaken van biomassa of pelletkachels indien die aanwezig zijn. Dit geldt vaak pas vanaf circa 100 woningen.

INTERVIEW

Bedrijf/Firma: Gemeente Oldenzaal
Interview aan: Anita Oude Groote Beverborg
Interview afgenomen door: Alec de Monnik, Léon Dogger, Mike Semmekrot
Betreft: Gemeentelijke kijk op het begrip aardgas loos
Datum afname: 6 december 2018



1. Hoe ziet de gemeente het begrip 'Van (aard)Gas Af'?

Het begrip wordt als lastig ervaren, in de gemeente Oldenzaal liggen geen warmtenetten. Bij oudere wijken zijn warmtepompen geen oplossingen. De gemeente moet heel veel technieken vergelijken, kosten zijn moeilijk in te schatten.

2. Wat zijn volgens de gemeente knelpunten bij van het gas af?

Kennis, ervaring, complexiteit en investeringen. Vooral de investering het kostenplaatje is een dilemma bij vergelijking van verschillende alternatieven. Geen economisch probleem is maar een maatschappelijk probleem.

3. Wat is de doelstelling van de gemeente om de hele gemeente van het gas af te krijgen?

Eerst alle alternatieven in beeld brengen, verschillende alternatieven afwegen op basis van investeringen. Van gas af in 2050 blijft de doelstelling, maar eerst een hybride tussenoplossing, dit is volgens de gemeente veel reëler. Hybride door een slimme cv-ketel. Op dit moment zijn ze bezig met een onderzoek naar waterstof. Waarbij ze een tussenoplossing maken waarbij Hybride door middel van waterstof biogas+ deels aardgas door de oorspronkelijke leiding laten lopen. Op dit moment loopt er een pilot in Hoogeveen die bovenstaande tussenoplossing toepast.

4. Wat is het percentage huur-/koopwoningen in de wijk Vondersweijde?

Alle woningen (125st) zijn koopwoningen.

5. Wat is het gemiddeld energieverbruik per huishouden in Vondersweijde?

Niet kunnen beantwoorden, uitleg bij wvttk.

6. Is de locatie van de oude voetbalvelden de grond van de gemeente?

Ja, grond van de gemeente. Gemeente kijkt of hier zonne-energie kan worden gebruikt die kan worden ingezet bij het zwembad.

7. Zijn er subsidies binnen de gemeente aanwezig voor het van aardgas maken van je woning?

- *Er zijn subsidies op warmtepompen.*

- Goedkope lenen (alleen voor bedrijven) en er zijn
- Groene leges.

8. WTTK

Gemeente is aan het kijken of waterstof kan worden bijgemengd met biogas.

Tot op heden gaat de gemeente niet verder met geothermie i.v.m. hoge kosten geothermie.

Geothermie zou evt. voor ons een oplossing kunnen zijn door de NAN infra toe te passen.

Gemeente ziet veel kansen en toekomst in waterstof.

De gemeente acht het onmogelijk dat wij een uitvoeringsgericht advies geven, hun zijn nog maar in het stadium uitzoeken bronnen.

Restwarmte wordt onderzocht, bakkerijen zijn hier het best voor geschikt bijvoorbeeld in Oldenzaal bakkerijen als Smithuis. Wat hier een nadeel van blijft is dat restwarmte voortkomt uit fossiele brandstoffen want waarschijnlijk gebruiken de bakkerijen fossiele brandstoffen.

Wijk Vondersweijde is modaal-boven modaal inkomen.

Voor energieverbruik kunnen we het beste kijken op energiecentraal -> eengezinswoningen.

Voor isoleren Oldenzaal

ENERGIELABEL A	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	1	1185	1185	2481	2480,59605
2. Vrijstaand	4	1936	7742	3452	13809,4054
3. Hoekwoning	2	1857	3713	3397	6794,789629
4. Twee-onder-één kap	8	1620	12956	3278	26222,944
			Totaal		49307,73508

ENERGIELABEL B	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	36	1500	54000	3140	113039,82
2. Vrijstaand	22	2450	53900	4370	96141,43
3. Hoekwoning	14	2350	32900	4300	60206,99671
4. Twee-onder-één kap	19	2050	38950	4149	78834,8
		0	0 Totaal		348223,0467

ENERGIELABEL C	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)		Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	1671	0	3498	0
2. Vrijstaand	0	2729	0	4868	0
3. Hoekwoning	0	2618	0	4790	0
4. Twee-onder-één kap	1	2283	2283	4622	4621,79388
			Totaal		4621,79388

ENERGIELABEL D	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)		Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	2145	0	4490	0
2. Vrijstaand	1	3503	3503	6249	6248,755944
3. Hoekwoning	0	3360	0	6149	0
4. Twee-onder-één kap	0	2931	0	5933	0
			Totaal		6248,755944

ENERGIELABEL E	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)		Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	2500	0	5234	0
2. Vrijstaand	0	4084	0	7284	0
3. Hoekwoning	0	3917	0	7169	0
4. Twee-onder-één kap	0	3417	0	6916	0
			Totaal		0

ENERGIELABEL F	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)		Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	2856	0	5978	0
2. Vrijstaand	1	4665	4665	8320	8320,166754
3. Hoekwoning	0	4474	0	8188	0
4. Twee-onder-één kap	0	3903	0	7900	0
			Totaal		8320,166754

ENERGIELABEL G	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)		Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	3200	0	6698	0
2. Vrijstaand	1	5226	5226	9321	9321,348645
3. Hoekwoning	0	5013	0	9173	0
4. Twee-onder-één kap	0	4373	0	8850	0
			Totaal		9321,348645

TOTAAL warmtevraag wijk 426042,847 kWh

Grenswaarden Energie-Index (EI)	Energieprestatie-Indicator
Kleiner of gelijk aan 1,70	A
1,21-1,40	B
1,41-1,80	C
1,81-2,10	D
2,11-2,40	E
2,41-2,70	F
groter dan 2,70	G

Na isoleren Oldenzaal

ENERGIELABEL A	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	1	1185	1185	2362	2362,099605
2. Vrijstaand	4	2015	8058	3752	15009,95892
3. Hoekwoning	2	1343	2686	2844	5687,8736
4. Twee-onder-één kap	8	1620	12956	3279	26229,422
			Totaal		49289,35413

ENERGIELABEL B	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	36	1500	54000	2990	107639,982
2. Vrijstaand	25	2550	63750	4750	118749,675
3. Hoekwoning	14	1700	23800	3600	50398,88
4. Twee-onder-één kap	20	2050	41000	4150	83004,5
		0	0 Totaal		359793,037

ENERGIELABEL C	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	1671	0	3331	0
2. Vrijstaand	0	2840	0	5291	0
3. Hoekwoning	0	1894	0	4010	0
4. Twee-onder-één kap	0	2283	0	4623	0
			Totaal		0

ENERGIELABEL D	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	2145	0	4275	0
2. Vrijstaand	0	3646	0	6792	0
3. Hoekwoning	0	2431	0	5148	0
4. Twee-onder-één kap	0	2931	0	5934	0
			Totaal		0

ENERGIELABEL E	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	2500	0	4984	0
2. Vrijstaand	0	4251	0	7918	0
3. Hoekwoning	0	2834	0	6001	0
4. Twee-onder-één kap	0	3417	0	6918	0
			Totaal		0

ENERGIELABEL F	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	2856	0	5693	0
2. Vrijstaand	0	4855	0	9044	0
3. Hoekwoning	0	3237	0	6854	0
4. Twee-onder-één kap	0	3903	0	7902	0
			Totaal		0

ENERGIELABEL G	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	3200	0	6378	0
2. Vrijstaand	0	5439	0	10132	0
3. Hoekwoning	0	3626	0	7679	0
4. Twee-onder-één kap	0	4373	0	8852	0
			Totaal		0

TOTAAL warmtevraag wijk

409082,3911 kWh

Grenswaarden Energie-
Index (EI)

Kleiner of gelijk aan 1,20

1,21-1,40

1,41-1,80

1,81-2,10

2,11-2,40

2,41-2,70

Groter dan 2,70

Energieprestatie-
indicator

A

B

C

D

E

F

G

Voor isoleren Tubbergen

ENERGIELABEL A	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	1185	0	2481	0
2. Vrijstaand	21	1936	40646	3452	72499,37835
3. Hoekwoning	0	1857	0	3397	0
4. Twee-onder-één kap	10	1620	16195	3278	32778,68
			Totaal		105278,0584

ENERGIELABEL B	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	2	1500	3000	3140	6279,99
2. Vrijstaand	38	2450	93100	4370	166062,47
3. Hoekwoning	2	2350	4700	4300	8600,99953
4. Twee-onder-één kap	10	2050	20500	4149	41492
		0	0	Totaal	222435,4595

ENERGIELABEL C	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)		Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	51	1671	85213	3498	178379,662
2. Vrijstaand	36	2729	98246	4868	175241,3545
3. Hoekwoning	10	2618	26177	4790	47903,26688
4. Twee-onder-één kap	15	2283	34252	4622	69326,9082
			Totaal		470851,1916

ENERGIELABEL D	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)		Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	2145	0	4490	0
2. Vrijstaand	12	3503	42039	6249	74985,07132
3. Hoekwoning	7	3360	23522	6149	43044,9923
4. Twee-onder-één kap	6	2931	17588	5933	35597,64648
			Totaal		153627,7101

ENERGIELABEL E	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)		Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	2500	0	5234	0
2. Vrijstaand	8	4084	32671	7284	58275,69079
3. Hoekwoning	0	3917	0	7169	0
4. Twee-onder-één kap	5	3417	17086	6916	34581,5074
			Totaal		92857,19819

ENERGIELABEL F	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)		Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	2856	0	5978	0
2. Vrijstaand	24	4665	111949	8320	199684,0021
3. Hoekwoning	6	4474	26845	8188	49126,32902
4. Twee-onder-één kap	7	3903	27321	7900	55297,63316
			Totaal		304107,9643

ENERGIELABEL G	Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)		Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	3200	0	6698	0
2. Vrijstaand	7	5226	36581	9321	65249,44052
3. Hoekwoning	0	5013	0	9173	0
4. Twee-onder-één kap	0	4373	0	8850	0
			Totaal		65249,44052

TOTAAL warmtevraag wijk 1321549,824 kWh

Grenswaarden Energie-index (EI)	Energieprestatie-indicator
Kleiner of gelijk aan 1,20	A
1,21 – 1,40	B
1,41 – 1,80	C
1,81 – 2,10	D
2,11 – 2,40	E
2,41 – 2,70	F
Grooter dan 2,70	G

Na isoleren Tubbergen

ENERGIELABEL A

Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	1185	0	2481
2. Vrijstaand	21	1936	40646	3452
3. Hoekwoning	0	1857	0	3397
4. Twee-onder-één kap	10	1620	16195	3278
		Totaal		105278,0584

ENERGIELABEL B

Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	53	1500	79500	3140
2. Vrijstaand	125	2450	306250	4370
3. Hoekwoning	25	2350	58750	4300
4. Twee-onder-één kap	43	2050	88150	4149
		0	0	Totaal
				998605,9541

ENERGIELABEL C

Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	1671	0	3498
2. Vrijstaand	0	2729	0	4868
3. Hoekwoning	0	2618	0	4790
4. Twee-onder-één kap	0	2283	0	4622
				Totaal
				0

ENERGIELABEL D

Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	2145	0	4490
2. Vrijstaand	0	3503	0	6249
3. Hoekwoning	0	3360	0	6149
4. Twee-onder-één kap	0	2931	0	5933
				Totaal
				0

ENERGIELABEL E

Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	2500	0	5234
2. Vrijstaand	0	4084	0	7284
3. Hoekwoning	0	3917	0	7169
4. Twee-onder-één kap	0	3417	0	6916
				Totaal
				0

ENERGIELABEL F

Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	2856	0	5978
2. Vrijstaand	0	4665	0	8320
3. Hoekwoning	0	4474	0	8188
4. Twee-onder-één kap	0	3903	0	7900
				Totaal
				0

ENERGIELABEL G

Aantal woningen	Gemiddeld aardgasverbruik (m3)	totaal	Gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh)	totaal
1. Tussenwoning	0	3200	0	6698
2. Vrijstaand	0	5226	0	9321
3. Hoekwoning	0	5013	0	9173
4. Twee-onder-één kap	0	4373	0	8850
				Totaal
				0

TOTAAL warmtevraag wijk

1103884,012 kWh

Grenswaarden Energie-
Index (EI)

Kleiner of gelijk aan 1,20

1,21-1,40

1,41-1,80

1,81-2,10

2,11-2,40

2,41-2,70

Groter dan 2,70

Energieprestatie-
indicator



STAPPENPLAN NAAR EEN AARDGASVRIJE GEMEENTE IN 2050

WTV's + WUP's voor wijken die voor 2030 van aardgas af gaan klaar

Kwart van alle huizen in NL van aardgas af

Uitvoering
2019 - 2050

2021

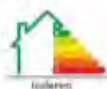
2030

Tijdsbestek circa 10 jaar

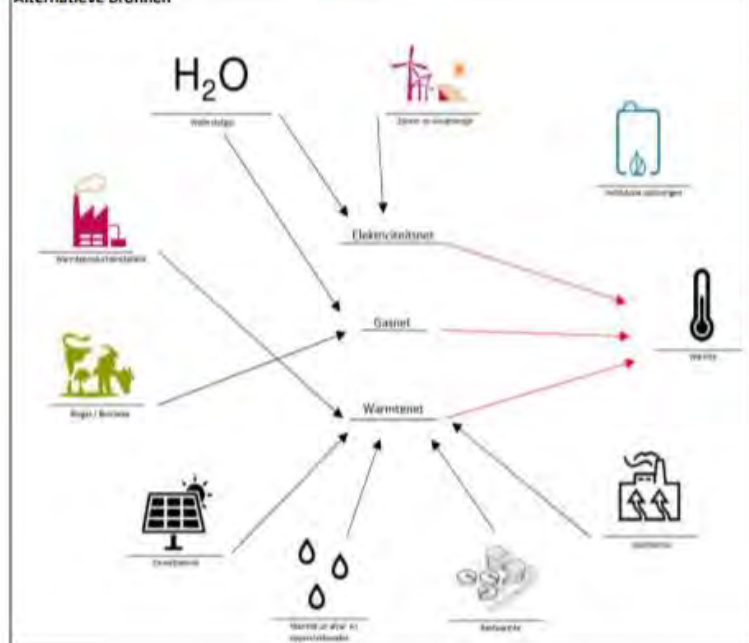
Uitvoering gereed voor 2050

De Oplossingen

Beperken warmtevraag



Alternatieve Bronnen



Koppelkansen
Veiligheid en gezondheid
Natuur inclusief renoveren en inrichten
Klimaatadaptatie afkoppelen en inrichten
Ruimtelijke kwaliteit
Levensloopbestendigheid
Sociale cohesie
Sport
Beheer en infrastructuur
Circulaire economie

De Planvorming

Landelijk	Landelijk beleid	Nationale omgevingsvisie
	Klimaatakkoord	
	Akkoord met: / Wereld / Europa	
Provincie - Regio	RES	Provinciale omgevingsvisie
	Warmte in de regionale energiestrategie	
	Akkoord met: / Partners Overijssel	Gegevens: / Toekomstige warmtevraag / Alternatieve bronnen / Bestaande energie-infrastructuur
Gemeente	WTV	Gemeentelijke omgevingsvisie
	Warmtetransmissie	
	Akkoord met: / Netbeheerders / Energiecoöperaties / Bedrijfsleven / Maatschappelijke organisaties / Woningcorporaties / Gemeenten	Gegevens: / Energiegegevens / Energievraag / Besparingspotentieel / Renovatieplannen / Onderhoudsplaning / Alternatieve bronnen / Eigendomsituatie / Sociale staat wijken
Wijk - Buurt	WUP	Omgevingsplan
	Wijkuitvoeringsplannen	
	Akkoord met: / De als WTV, plus: / Bewoners / Uitvoerende partijen	Gegevens: / Zelfde als WTV maar dan op straat/gebouwiveau



Uitvoering

Bronvermelding

- Aalst, J.-W. v. (2015, Juli 22). Opgehaald van Open Topografie Nederland:
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/P04-OV-positiekaart2-gemlabels.png>
- allecijfers.nl. (2018). *Cijfers kern Langeveen*. Opgeroepen op november 21, 2018, van allecijfers: <https://allecijfers.nl/buurt/langeveen-kern-tubbergen/>
- allecijfers.nl. (2018, november 15). *Overzicht buurt Langeveen Kern:*. Opgeroepen op november 28, 2018, van allecijfers.nl: <https://allecijfers.nl/buurt/langeveen-kern-tubbergen/>
- allecijfers.nl. (2018, november 16). *Overzicht Nederland*. Opgeroepen op november 28, 2018, van allecijfers.nl: <https://allecijfers.nl/nederland/>
- AlleCijfers.nl. (sd). *Gemiddeld inkomen per inwoner*. Opgehaald van AlleCijfers.nl: <https://allecijfers.nl/gemeente/oldenzaal/>
- Brouwer, B. (2010). *Presentatie HoSt Mini BioWKK*. HoSt. Opgehaald van <http://www.biowkk.eu/wp-content/uploads/2015/02/12748856862-HoSt-Brouwer-Microferm.pdf>
- Business Development Holland BV . (sd). *Subsidies warmtepompen*. Opgehaald van Warmtepompplein: <https://warmtepompplein.nl/subsidies-warmtepompen/>
- Business Development Holland BV. (sd). *Warmtepomp soorten*. Opgehaald van Warmtepompplein: <https://warmtepompplein.nl/warmtepomp-werking/warmtepomp-soorten/>
- CE. (2018). *Zonneboiler*. CE. Opgeroepen op Januari 23, 2019, van www.ce.nl: [https://www.ce.nl/assets/upload/file/Rapporten/2018/Factsheets%20warmtetechniek en/22_Factsheet%20Zonneboiler_DEF.pdf](https://www.ce.nl/assets/upload/file/Rapporten/2018/Factsheets%20warmtetechniek%20en/22_Factsheet%20Zonneboiler_DEF.pdf)
- Cornelissen, R. (2018). Coteq.
- de Bruijn, J. (2018, Juni 14). *Synthetisch gas en waterstof: kunnen we aardgas niet gewoon vervangen?* Opgehaald van [hier.nu](http://www.hier.nu): <https://www.hier.nu/themas/stroom-en-gas/synthetisch-gas-en-waterstof-kunnen-we-aardgas-niet-gewoon-vervangen>
- Destentor. (2018). toename zonne energie leidt tot overbelasting stroomnetwerk. Opgehaald van <https://www.destentor.nl/hardenberg/toename-zonne-energie-leidt-tot-overbelasting-stroomnetwerk~a6409468/>
- DinoLoket. (1974, Juni 1). *Ondergrondgegevens*. Opgehaald van dinoloket.nl: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>
- Dinoloket. (1976, November 11). *Ondergrondgegevens*. Opgeroepen op November 22, 2018, van dinoloket.nl: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>
- DinoLoket. (1979, Mei 22). *Ondergrondgegevens*. Opgehaald van dinoloket.nl: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>
- Dinoloket. (1982, Juni 1). *Ondergrondgegevens*. Opgehaald van dinoloket.nl: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>

Energiegenie. (sd). *Windenergie*. Opgehaald van Energiegenie:
<https://www.energiegenie.nl/energie-en-bronnen/begrijp-energie/windenergie>

energiekaart.net. (2017). *Waterstof uit windenergie*. Opgehaald van energiekaart.net:
<https://energiekaart.net/initiatieven/waterstof-uit-windenergie/>

Energieloket. (sd). *Subsidies woningeigenaren*. Opgeroepen op januari 8, 2019, van energielokettubergen.nl:
<http://www.energielokettubergen.nl/subsidies/subsidies.html>

Europa decentraal. (2018, juni 25). *Politiek akkoord voor governance Energie-Unie*. Opgeroepen op november 19, 2018, van <https://europadecentraal.nl>:
<https://europadecentraal.nl/politiek-akkoord-governance-energie-unie/>

europa.eu. (2014, november). *Energie*. Opgeroepen op november 19, 2018, van europa.eu:
https://europa.eu/european-union/topics/energy_nl

Gas, R. G. (2017). *Bio-Energie*. RVO .

Gemeenten Noordoost-Twente. (2017, november 07). *Ambitiedocument Energietransitie Noordoost-Twente*. Opgeroepen op november 19, 2018, van Overheidspublicaties:
<https://repository.officiële-overheidspublicaties.nl/externebijlagen/exb-2017-51583/1/bijlage/exb-2017-51583.PDF>

Geocaching.com. (sd). *De enige Nederlandse esker*. Opgeroepen op November 22, 2018, van inlangeveenbruinehaar.nl: <https://inlangeveenbruinehaar.nl/de-enige-nederlandse-esker/>

Het Oversticht. (1990). *Gemeentebescrijving Oldenzaal*. Zwolle: Het Oversticht.

HierVerwarmt. (2017, Juni 27). *Warmtepomp*. Opgeroepen op 1 23, 2019, van www.hierverwarmt.nl:
https://www.hierverwarmt.nl/warmtepomp?gclid=Cj0KCQiAvqDiBRDAARIsADWh5TfaK-WDroR_H0UF7nRmrXcLzSLVkoQoBzaCcQqU8hKFnkKY6VDAs_oaAmXdEALw_wcB

Host. (2010). *Langeveen, Nederland*. Opgeroepen op December 12, 2018, van host.nl:
<https://www.host.nl/nl/case/microferm-langeveen/>

Interprovinciaal Overleg. (2018). *Regionale Energiestrategie*.

Kerncijfers wijken en buurten 2004-2008. (2013, mei 3). Opgehaald van Centraal Bureau voor de Statistiek:
<https://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=81903ned&D1=50-57&D2=2528-2529&D3=a&VW=T>

Kostermans, E. (2016, augustus 8). *Hoe zit het nu met groen gas*. Opgehaald van Wisenederland.nl: <https://wisenederland.nl/blog/hoe-zit-het-nu-met-groen-gas>

Mathilde. (2018, Juli 31). *Landschap lopen*. Opgehaald van landschaplopen.wordpress.com:
<https://landschaplopen.wordpress.com/2018/07/31/de-esker-bij-langeveen/>

Milieu Centraal. (sd). *Bereken je CO2-uitstoot*. Opgeroepen op januari 22, 2019, van milieucentraal.nl: <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/klimaatverandering/bereken-je-co2-uitstoot/>

Milieucentraal. (sd). *Kleine windmolens*. Opgehaald van Milieucentraal:
<https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/windenergie/kleine-windmolens/>

Nationale Energie Atlas. (sd). *Aardwarmtepotentiekaarten van Nederland (uit DINO)*. Opgehaald van Nationale Energie Atlas: <https://www.nationaleenergieatlas.nl/kaarten>

Nationale Energie Atlas. (sd). *Potentieel koude opslag gesloten WKO systemen per buurt*. Opgehaald van Nationale Energie Atlas: <https://www.nationaleenergieatlas.nl/kaarten>

Nieuweoogst. (2018). *Geen subsidie voor biohas*. Opgehaald van nieuweoogst: <https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2018/06/30/geen-subsidie-voor-biogas>

NNTS. (2018). *Grofwazige scan geothermie NO twente*. Noordoost Twente.

NOS.nl. (2018, oktober 18). *Proef met (klimaatvriendelijke) waterstof in de cv-ketel van start*. Opgehaald van www.nos.nl: <https://nos.nl/artikel/2254291-proef-met-klimaatvriendelijke-waterstof-in-de-cv-ketel-van-start.html>

NU.nl. (2018, maart 29). *Kabinet wil gaswinning Groningen uiterlijk in 2030 stopzetten*. Opgehaald van www.nu.nl: <https://www.nu.nl/gaswinning-groningen/5199407/kabinet-wil-gaswinning-groningen-uiteindelijk-in-2030-stopzetten.html>

Oldenzaals Energiefonds. (2017). *Oldenzaals Energiefonds*. Opgeroepen op januari 8, 2019, van [oldenzaalsenergiefonds.nl](http://www.oldenzaalsenergiefonds.nl): <http://www.oldenzaalsenergiefonds.nl/Home.html>

Op weg met waterstof. (2018, Juni 18). *Stoken en koken op waterstofgas, kan dat?* Opgehaald van Op weg met waterstof: <https://opwegmetwaterstof.nl/2018/06/18/stoken-en-koken-op-waterstofgas-kan-dat/>

PDOK. (1985). *Bodemkaart van Nederland*.

Platform Geothermie. (2017). *CO2- en aardgasbesparing*. Opgeroepen op November 28, 2018, van geothermie.nl: <https://geothermie.nl/index.php/nl/geothermie-aardwarmte/geothermie-in-nederland/duurzaamheid-en-omvang/23-co2-en-aardgasbesparing>

Provincie Overijssel. (2017). *Nieuwe Energie Overijssel - Uitvoeringsprogramma 2017-2023*. Provinciale Staten van Overijssel.

Provincie Overijssel. (2018). *Subsidie Energiebesparende maatregelen (geld terug actie) (Ubs 3.3)*. Opgehaald van overijssel.nl: <https://forms.overijssel.nl/subsidie/48-energieb-maatr-on/>

Provincie Overijssel. (2018). *Subsidie Stimuleringsproject Energiescan*. Opgehaald van Subsidies: <https://forms.overijssel.nl/subsidie/23b-proj-energiescan/>

Redactie blognieuws. (2013). *Meeste zonne-energie in oosten opgewekt*. Opgehaald van [Energienieuws](http://www.energienieuws.info): <http://www.energienieuws.info/2013/07/meeste-zonne-energie-in-oosten-opgewekt.html>

rekenkamer, G. (2018). *Groene Rekenkamer*. Opgeroepen op 01 22, 2019, van [Aardwarmte als energiebron](http://www.groenerekenkamer.nl): <https://www.groenerekenkamer.nl/7119/aardwarmte-als-energiebron/>

Rendo B.V. (2018, juli 3). *RENDOWIL IN 2030 100% DUURZAME GASSEN VERVOEREN*. Opgehaald van www.rendo.nl: <https://www.rendo.nl/nieuws/rendo-wil-in-2030-100-duurzame-gassen-vervoeren/>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2018). *Energie label woningen*. Opgehaald van [Energie label woningen verplicht](http://www.rvo.nl): <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels-gebouwen/bestaande-bouw/energie-label-woningen>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2018). *Investeringsubsidie duurzame energie ISDE*. Opgeroepen op januari 8, 2019, van www.rvo.nl: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/investeringsubsidie-duurzame-energie-isde>

Rijksoverheid. (2017). *Vertrouwen in de toekomst - Regeerakkoord 2017 - 2021*.

- Rijksoverheid. (sd). *Klimaatbeleid*. Opgehaald van Klimaatverandering:
<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/klimaatbeleid>
- RVO. (2011). *Haalbaarheid benutting restwarmte in de paddenstoelteelt*. Opgehaald van RVO:
https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Haalbaarheid_benutting_restwarmte_in_de_paddenstoelteelt_januari_2011.pdf
- RVO. (2017, december). *Samen aan de slag met aardgas vrij*. Opgeroepen op september 20, 2018, van www.rvo.nl:
https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/12/Start%20Aardgasvrij_inspiratie%20voor%20gemeenten.pdf
- RVO. (N.D.). *Energieakkoord*. Opgehaald van www.rvo.nl:
<https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energieakkoord>
- RVO.nl. (sd). *Kaart met alle bio-energie-installaties in Nederland*. Opgeroepen op december 12, 2018, van [Groengas.nl](http://groengas.nl): <https://groengas.nl/kaart-bio-energie-installaties-nederland/>
- Slimwoner. (2016, December 1). *Warmtepomp vs hr-ketel*. Opgeroepen op Januari 23, 2019, van www.slimwoner.nl: <https://www.slimwoner.nl/blog/2016/12/01/warmtepomp-vs-hr-ketel/>
- statline.cbs.nl. (2017, september 5). *Energieverbruik particuliere woningen; woningtype en regio's*. Opgeroepen op november 28, 2018, van statline.cbs.nl:
<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=81528NED&D1=0-1&D2=a&D3=0,17-20,22-33,36-66,69-71,73-75,77-79,81-103,105-120,122-133,135-141,143-147,149-165,167-222,224-225,227-229,231-232,234-237,239-243,245-248,250-253,255-269,271-272,275-295,297>
- statline.cbs.nl. (2017, september 05). *Energieverbruik particuliere woningen; woningtype, wijken en buurten, 2017*. Opgeroepen op november 28, 2018, van statline.cbs.nl:
<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=84314ned&D1=a&D2=0%2c2%2c5-6&D3=13984-13986&VW=T>
- Stichting Platform Geothermie. (2017). *Wat is geothermie?* Opgehaald van Platform Geothermie: <https://www.geothermie.nl/index.php/nl/gebruikers>
- Stichting Platform Geothermie. (2018). *Techniek*. Opgehaald van Platform Geothermie: <https://www.geothermie.nl/index.php/nl/techniek>
- Stroomversnelling. (sd). *Stroomversnelling*. Opgehaald van Omgevingswet:
<https://stroomversnelling.nl/omgevingswet/>
- Subsidie voor zonneboilers ISDE*. (sd). Opgehaald van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/investeringsubsidie-duurzame-energie-isde/voor-welke-apparaten-geldt-de-isde-1/zonneboilers>
- Tauw. (2017). *Haalbaarheidsonderzoek riothermie*. Deventer: Tauw.
- Tauw. (2018, December). *Riothermie, aquathermie en andere technieken*. Opgehaald van [Tauw.nl](http://www.tauw.nl): <https://www.tauw.nl/op-welk-gebied/duurzaamheid/omgevingswarmte/riothermie-aquathermie.html>
- Twence. (2017). *Twence*. Opgeroepen op 01 23, 2019, van wat leveren wij :
<https://www.twence.nl/energie/wat-leveren-wij.html>
- Van der Broek, H. J., Ten Have, S. Y., Hermann, K. M., Hofman, A., & Schepers, I. (2018). *Grofmazige scan naar geothermie in regio Noordoost Twente*. Enschede: No Nonsense Technical Sollutions.

van Zijverden, W. (2018). BOON Energie. *Les 2 Energie*. Deventer: Saxion. Opgeroepen op November 28, 2018

Veth, R. i. (2008). *Haalbaarheid Groen Gas*. Nijmegen: SenterNovem.

Warmtepomp-info. (sd). *Energieverbruik warmtepomp*. Opgeroepen op Januari 23, 2019, van [www.warmtepomp-info.nl](https://www.warmtepomp-info.nl/energieverbruik/): <https://www.warmtepomp-info.nl/energieverbruik/>

Warmtepompplein. (sd). *Warmtepompplein*. Opgehaald van Werking warmtepomp: <https://warmtepompplein.nl/warmtepomp-werking/>

weetmeer.nl. (2018). *Details Langeveen*. Opgeroepen op november 21, 2018, van [weetmeer.nl](http://www.weetmeer.nl/buurt/Tubbergen/Langeveenkern/01830400/bagview): <http://www.weetmeer.nl/buurt/Tubbergen/Langeveenkern/01830400/bagview>

Werking van een zonneboiler. (2010-2019). Opgehaald van Zonneboiler info: <https://www.zonneboiler-info.nl/werking/>

Wise Nederland. (2016, Augustus 8). *Hoe zit het met groen gas?* Opgeroepen op Januari 23, 2018, van <https://wisenederland.nl/blog/hoe-zit-het-nu-met-groen-gas>

Zonneboiler info. (2018). Opgehaald van [zonneboiler-info.nl](https://www.zonneboiler-info.nl/): <https://www.zonneboiler-info.nl/>

Zonne-energie. (2013-2019). Opgehaald van Zonne-energiegids: <https://www.zonne-energiegids.nl/>

Zonne-energie Gids. (2019). *Betaal ik btw over zonnepanelen*. Opgehaald van Zonne-energieGids.nl: <https://www.zonne-energiegids.nl/betaal-ik-btw-over-zonnepanelen/>