

Bronkhorst Aardgasvrij

Een studie naar de mogelijkheden om Bronkhorst van het aardgas af te krijgen. Deze studie is onderdeel van de Haalbaarheidsstudie Biogas en Waterstof in Bronckhorst



Rapport: GO 21.01 Bronkhorst aardgasvrij

Versie: 1

Datum: mei 2021

Opgesteld door: CCS Energie-advies B.V.

Projectleider: Ruurd van Schaik

Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

Bronkhorst Aardgasvrij

Ruurd van Schaik

Deventer, CCS B.V., 2021

Meer informatie over dit rapport is te verkrijgen bij:
Ruurd van Schaik (Projectleider)

CCS B.V. Energie-advies

Project CCS	20.42
Archiefnummer CCS:	GO 21.01 Bronkhorst Aardgasvrij

Verspreiding van CCS B.V. publicaties door:

CCS Energie-advies B.V.
Binnensingel 3
7411 PL Deventer
Tel: 0570 - 667000
E-mail: info@ccsenergieadvies.nl
Website: www.ccsenergieadvies.nl

SAMENVATTING

CCS Energieadvies heeft van de gemeente Bronckhorst een opdracht gekregen, waarbij onderzocht wordt welke rol biogas en waterstof kan spelen bij de energietransitie. Eén van de deelvragen was hoe het historische stadje Bronckhorst van het aardgas af zou kunnen. Dit onderwerp is specifiek en was moeilijk in te passen in algemene opdracht. CCS heeft daarom besloten voor dit deel van het onderzoek een apart rapport op te stellen.

Het verduurzamen van het energieverbruik van een monumentaal stadje als Bronckhorst is niet eenvoudig. De huizen zijn voor het overgrote deel voor 1900 gebouwd en dus slecht geïsoleerd. Daarnaast gelden er strenge regels voor aanpassingen aan de woningen. Dubbel glas bijvoorbeeld is vaak niet toegestaan. Gangbare maatregelen, zoals isoleren, vloerverwarming, aangevuld met een laag temperatuurverwarmingssysteem, kunnen hier niet of beperkt toegepast worden. Uitgangspunt van deze studie is daarom, dat de huizen, net zoals nu, met een hoog temperatuursysteem verwarmd moeten worden.

Bronckhorst telt 70 huizen. Een analyse van het aardgasverbruik laat zien dat het jaarlijkse verbruik 2.500 m³ per jaar bedraagt. Voor alle huizen samen is dat 225.000 m³ per jaar. Het maximale verbruik ligt in de winter op 40 m³ per uur en in de zomer op 6 m³ per uur.

Er zijn 8 methodes bekeken om het aardgasverbruik te reduceren of helemaal te stoppen.

- 1 Energiebesparing
- 2 Gasverbruik vergroenen door de inzet van groengas middels GVO's.
- 3 Levering groengas
- 4 Centrale biogasketel met warmtenet
- 5 Hybride warmtepompen
- 6 Hoge temperatuur warmtepompen
- 7 Biogasketels bij huishoudens
- 8 Lage temperatuur warmtenet met warmtepompen.

De eerste vijf methodes zijn gangbaar, de laatste drie in meer of in mindere mate innovatief.

Energiebesparing: Het is altijd noodzakelijk energie te besparen. Bij monumentale panden is dat ingewikkelder, maar bij elk huis kan er bekeken worden wat er mogelijk is tegen welke kosten.

Gasverbruik vergroenen: Door GVO's te kopen kan het eigen aardgasverbruik vergroend worden. Dit is de eenvoudigste manier om in ieder geval op papier van het aardgas af te gaan. Het past echter niet in de geest van vergroening van de gemeente en andere belanghebbenden.

Levering Groengas: Bij deze methode gaat er een aftakking van de biogasleiding naar Bronckhorst. In een opwerkinstallatie wordt het opgewerkt tot groengas. Voordeel hiervan is dat er voor de bewoners weinig verandert, behalve dat men daadwerkelijk "van het gas" af is. Deze methode is wel duurder dan de basis optie van biogas leveren aan de industrie.

Biogasketel met een HT warmtenet: Er wordt een HT-warmtenet in het stadje aangelegd, dat verwarmd wordt met behulp van een biogasketel. Deze oplossing is beproefd en technisch haalbaar. Bedrijfseconomisch zal het moeilijk blijken om dit rendabel te exploiteren. Warmtenetten werken het beste bij een dichte woonbebouwing.

Hybride warmtepompen: Deze warmtepompen halen warmte uit de buitenlucht en werken die op naar water van > 70 °C voor het verwarmingssysteem. De COP is relatief hoog, omdat in het geval van een piekbehoefte er aardgas of biogas wordt bijgestookt. Het stroomverbruik neemt wel toe, dit zal duurzaam moeten worden opgewekt.

De volgende meer innovatieve methodes zijn ook bekeken:

Hoge temperatuur warmtepompen: Dit zijn lucht/water systemen, die ook water van 70 °C leveren. Deze systemen werken in twee stappen. De totale COP is vrij laag. Voor huishoudens komen deze pompen net beschikbaar.

Biogasketels voor huishoudens: Een mooie oplossing is de huishoudens te laten draaien op biogas. Ieder huis zijn eigen biogasketel. Dit systeem werkt en is beproefd, echter dergelijke ketels zijn voor de consumentenmarkt voornamelijk niet beschikbaar.

LT-warmtenet met warmtepompen: Bij dit systeem wordt er een LT-warmtenet, dat draait op restwarmte aangelegd. De warmtepompen van de huishoudens worden hierop aangesloten. Doordat de uitgangstemperatuur relatief hoog is, is de COP van de warmtepompen ook hoog. Dit systeem begint zich te ontwikkelen.

Evaluatie

De eerste stap op weg naar een CO₂-neutraal Bronkhorst is zoveel mogelijk aandacht te besteden aan isolatie, die past in de context van Bronkhorst. Als het mogelijk is om de huizen uit te rusten met een warmtepomp, is de combinatie met een LT-warmtenet voor wat betreft de verduurzaming van de warmtevraag de beste optie. Omdat dit leidt tot de meeste CO₂-besparing.

Als een LT-warmtenet niet mogelijk is vanwege het historische karakter van de wijk en de beschikbaarheid van restwarmte, dan lijkt de hybride warmtepomp in combinatie met biogas de beste oplossing. Als een decentrale biogasketel, ook op termijn niet haalbaar is, dan zal er pragmatisch gekozen moeten worden voor vergroening van het gasverbruik dat over is gebleven. Dit gas kan vergroend worden door GVO's in te kopen.

AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

AEq	: Aardgas equivalenten (in m ³)
Biogas	: Gas dat vrijkomt bij het vergistingsproces. Dit bevat tussen de 50 en 60% methaan.
Groengas	: Gas met exact dezelfde samenstelling als aardgas, maar dat is gemaakt uit biogas.
Biogashub	: Een groep boeren die samenwerken in een organisatie. Elke boer heeft zijn eigen vergistingsinstallatie. Het biogas wordt middels een biogasleiding getransporteerd naar een centraal punt, waar het direct wordt gebruikt als energiebron of opgewerkt tot groengas.
Biogasnetwerk	: = Biogashub
COP	: Coëfficiënt of Performance. Waarde van een warmtepomp, waarin wordt aangegeven hoeveel warmte er wordt opgewekt met 1 kWh _{elektrisch}
EB	: Energiebelasting
ODE	: Opslag Duurzame Energie
GVO's	: Garanties van Oorsprong. Groencertificaten, waarmee grijze energie duurzaam wordt, omdat het gecompenseerd wordt met een groene energie-installatie.
LT, HT-ketel of LT, HT-net	: Lage of hoge temperatuur ketel of net
SDE	: Stimulering Duurzame Energie
SDE++-subsidie	: Nieuwste SDE-subsidie

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	5
1. PROJECTINFORMATIE, AFBAKENING EN UITGANGSPUNTEN	6
1.1. DEELNEMENDE PARTIJEN.....	6
1.1.1. <i>Opdrachtgever</i>	6
1.1.2. <i>Potentiële leveranciers biogas</i>	6
1.1.3. <i>Overige belanghebbenden</i>	7
1.2. BESCHRIJVING ONDERZOEK	7
1.3. UITGANGSPUNTEN	7
1.4. DRAAGVLAK.....	8
1.5. STAND VAN ZAKEN ENERGIETRANSITIE	8
2. DE SITUATIE IN BRONKHORST	9
2.1. BESCHRIJVING WONINGVOORRAAD BRONKHORST.....	10
2.2. ENERGIEVERBRUIK BRONKHORST.....	11
3. BESCHRIJVING VAN DE VERSCHILLENDE METHODES	13
3.1. GANGBARE METHODES.....	13
3.1.1. <i>Energiebesparing</i>	13
3.1.2. <i>Gasverbruik vergroenen</i>	14
3.1.3. <i>Levering groengas</i>	14
3.1.4. <i>Biogasketel met een HT-warmtenet</i>	16
3.1.5. <i>Hybride warmtepompen</i>	16
3.2. MEER INNOVATIEVE METHODES	18
3.2.1. <i>Hoge temperatuur warmtepompen</i>	18
3.2.2. <i>Lage temperatuur warmtenet met warmtepompen</i>	19
3.2.3. <i>Biogasketels bij huishoudens</i>	19
3.3. EVALUATIE	20
3.4. CONCLUSIE	21
4. STAPPENPLAN	22
BIJLAGEN.....	23
BIJLAGE 1: BEREKENING KOSTEN GASOPWERKING	24

INLEIDING

CCS Energieadvies heeft van de gemeente Bronckhorst een opdracht gekregen, waarbij onderzocht wordt welke rol biogas en waterstof kan spelen bij de energietransitie. Eén van de deelvragen was hoe het historische stadje Bronckhorst van het aardgas af zou kunnen. Dit onderwerp is specifiek en was moeilijk in te passen in algemene opdracht. CCS heeft daarom besloten voor dit deel van het onderzoek een apart rapport op te stellen.

Dit deelonderzoek richt zich dus alleen op de situatie in Bronckhorst. Bekeken is welke mogelijkheden er zijn om dit historische stadje over te laten schakelen van aardgas naar duurzame energiebronnen, zoals biogas. De belangrijkste randvoorwaarde die hierbij gesteld wordt is dat het historische karakter van de monumentale panden en het stadsgezicht, zo weinig mogelijk geweld aangedaan wordt. Het project in Bronckhorst zou daarmee kunnen dienen als een voorbeeld voor andere vergelijkbare locaties.

Het rapport begint met een analyse van de woningvoorraad in Bronckhorst en een inschatting van het aardgasverbruik. Daarna volgen er twee hoofdstukken met scenario's om het aardgasverbruik te verduurzamen. Eerst wordt er gekeken naar meer gangbare oplossingen, die al verkrijgbaar zijn op de markt. Daarna worden een paar meer innovatieve technieken genoemd. Het rapport sluit af met een aantal conclusies en aanbevelingen.

1. PROJECTINFORMATIE, AFBAKENING EN UITGANGSPUNTEN

Deze studie "Bronckhorst aardgasvrij" is een onderdeel van de haalbaarheidsstudie "Biogas en Waterstof in Bronckhorst".

Dit hoofdstuk omvat de algemene projectinformatie en uitgangspunten.

1.1. DEELNEMENDE PARTIJEN

Bij het project zijn de volgende partijen betrokken:

1.1.1. OPDRACHTGEVER

Naam	: <u>Gemeente Bronckhorst</u>
Contact	: Erik Mol
Functie	: Cluster Wonen en Werken
Adres	: Elderinkweg 2 7255 KA Hengelo
Telefoon	: 0575 75 02 50
Mail	: E.mol@bronckhorst.nl

1.1.2. POTENTIËLE LEVERANCIERS BIOGAS

Naam	: <u>Waterstromen</u>
Contact	: Martine Klaver
Functie	: Directeur
Adres	: AWZI Olburgen Olburgseweg 42a 7225 NB Olburgen
Telefoon	: 0573 298 551 06 15 62 45 81
Mail	: m.klaver@waterstromen.nl

Naam	: <u>Waterstromen</u>
Contact	: Richard Haarhuis
Functie	: Projectleider
Adres	: AWZI Olburgen Olburgseweg 42a 7225 NB Olburgen
Telefoon	: 06 10 91 81 37
Mail	: r.haarhuis@waterstromen.nl

Diverse boeren: Zie onderzoek Biogas Bronckhorst

Adviesbureau

Naam	: <u>CCS Energie-advies</u>
Contact	: Ruurd van Schaik
Functie	: Projectleider
Adres	: Binnensingel 3 7411 PL Deventer
Telefoon	: 06 21 54 80 94
Mail	: vanschaik@ccsenergieadvies.nl

1.1.3. OVERIGE BELANGHEBBENDEN

Naast de gemeente, de biogasproducenten en -afnemers zijn er nog een aantal partijen actief binnen de gemeente Bronckhorst, die betrokken zijn bij dit onderzoek. De eerste is de Energie Coöperatie Boen. Deze energie coöperatie streeft naar energie neutraliteit van de gemeente.

Naam	: <u>BoeN</u>
Contact	: Gijs Wildeboer, voorzitter
	: Rob van Woerden, secretaris
Adres	: 't Hof 5
	: 7226 LG Bronckhorst
Mail	: secretariaat@boen.nl
	: gijs.wildeboer@hetnet.nl

1.2. BESCHRIJVING ONDERZOEK

Doelstelling van het project

Een haalbaarheidsstudie naar de verduurzaming van de gemeente Bronckhorst, specifiek het verduurzamen van de warmtevoorziening door de inzet van restwarmte, biogas en waterstof. In deze deelstudie wordt specifiek gekeken naar de mogelijkheden om Bronckhorst van het aardgas af te krijgen.

Opdrachtformulering

Welke opties zijn er om Bronckhorst van het aardgas af te krijgen. Daarbij moet rekening worden gehouden met het monumentale karakter van het stadje.

Projectresultaat

Het project is afgerond als er inzicht is in de volgende aspecten:

- Inschatting van het afnameprofiel van aardgas in Bronckhorst.
- Analyse van bestaande en innovatieve technieken.
- Voorstel voor de verduurzaming van de energievoorziening van Bronckhorst.

Als het onderzoek is afgerond, moet duidelijk zijn op welke manier Bronckhorst het beste kan overstappen op een duurzame energiebron ter vervanging van aardgas.

Afbakening

Dit deelproject richt zich alleen op Bronckhorst

1.3. UITGANGSPUNTEN

Het gaat om de meest praktische oplossing om Bronckhorst van het aardgas af te krijgen voor de verwarming en warmwatervoorziening. Daarbij moet rekening gehouden worden met het monumentale karakter van de woningen en de infrastructuur. Daardoor zijn een aantal maatregelen uitgesloten:

- Zichtbare isolatiemaatregelen, zoals HR++-glas.
- Zonnepanelen op daken.

Ook wordt ervan uitgegaan dat verwarming middels een laag temperatuursysteem moeilijk haalbaar is in de meeste woningen. Daarom is het uitgangspunt dat de woningen middels een hoog temperatuursysteem met radiatoren verwarmd blijven worden.

In hoeverre een warmtepomp acceptabel is, moet overlegd worden met de gemeente, de energiecoöperatie BoeN en monumentenzorg.

1.4. DRAAGVLAK

Het project wordt geïnitieerd door de gemeente, maar het wordt op veel fronten ondersteund, vanuit de bewoners van het stadje en de energiecoöperatie BoeN.

1.5. STAND VAN ZAKEN ENERGIETRANSITIE

Er lopen al een aantal projecten binnen de gemeente, waarop aangehaakt kan worden. Deze worden ook verder in dit onderzoek besproken.

- De gemeente heeft een RES (regionale Energie Strategie) opgesteld, waarin de plannen en de toekomstvisie zijn aangegeven.
- Waterstromen levert al decennialang biogas aan AVIKO.
- AVIKO levert restwarmte aan het zwembad, een kinderdagverblijf en een school.
- De energiecoöperatie BoeN exploiteert een zonnedak via de postcoderoos.

2. DE SITUATIE IN BRONKHORST

Min of meer als een demonstratieproject is in dit onderzoek ook bekeken wat de mogelijkheden zijn om een monumentaal stadje als Bronkhorst van het aardgas af te krijgen. Als randvoorwaarde wordt hierbij gesteld dat het monumentale karakter van dit kleinste stadje van Nederland niet aangetast mag worden. Figuur 2-1 maakt duidelijk wat de uitdaging is.



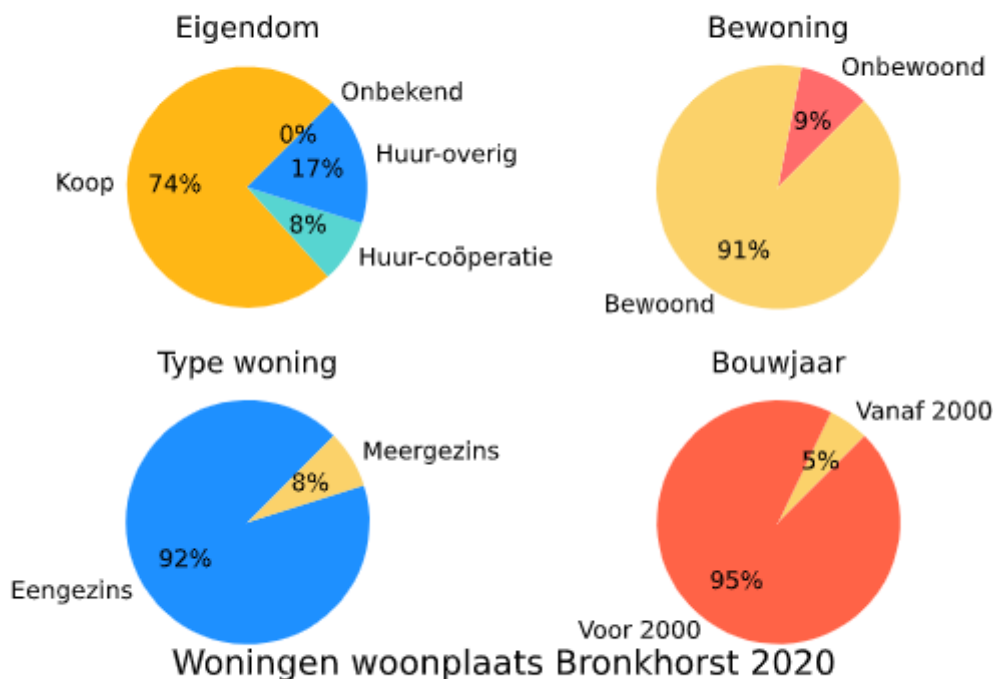
Figuur 2-1: Bronkhorst

In veel huizen zal de toepassing van vloerverwarming moeilijk te realiseren zijn, aangezien optimale isolatie niet toegepast kan worden. Dit betekent dat er in de huizen gewerkt moet worden met een hoge temperatuur systeem (60 °C) en dat er altijd relatief veel warmte verloren gaat. In dit onderzoek worden de verschillende opties besproken voor het verwarmen van de huizen van in dit historische stadje. Er wordt begonnen met het maken van een inschatting van het aardgasverbruik.

2.1. BESCHRIJVING WONINGVOORRAAD BRONKHORST.

Bronkhorst heeft 133 inwoners, zij wonen in het totaal in 70 woningen. 74% van de woningen zijn koopwoningen [Bron: <https://allecijfers.nl/woonplaats/bronkhorst/>]

Kenmerken van de 70 woningen in Bronkhorst

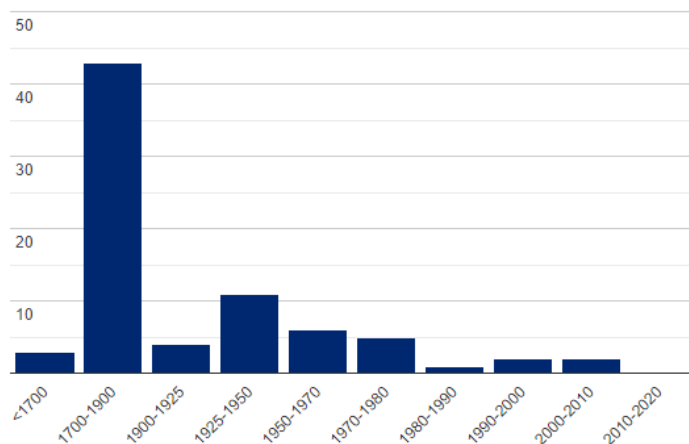


Percentages woning eigendom-, bewoning-, type- en bouwperiode.

Figuur 2-2: Kenmerken woningvoorraad Bronkhorst [AlleCijfers.nl]

Opvallend aan de woningen in Bronkhorst is dat de huizen over het algemeen erg oud zijn.

Adressen: bouwperiode van panden



Overzicht van het aantal panden naar bouwjaar op basis van de BAG.

Figuur 2-3: Bouwperiode van panden

Het overgrote deel is voor 1900 gebouwd, slechts 10 huizen zijn na 1970 gebouwd. Het is dus duidelijk dat ervan uitgegaan kan worden dat de huizen matig tot slecht geïsoleerd zijn.

2.2. ENERGIEVERBRUIK BRONKHORST

Figuur 12-4 laat zien dat het energieverbruik per huishouden in Nederland veel verschilt per type woning.

Huizen met 2 of meer bewoners

Type woning	Gemiddeld gasverbruik per jaar (2019)	Gemiddeld stroomverbruik per jaar (2019)
Oud klein appartement	1010 m ³	2220 kWh
Oude kleine woning (hoek, tussen, 2 onder 1 kap)	1230 m ³	2780 kWh
Oude middelgrote woning (hoek, tussen, 2 onder 1 kap)	1390 m ³	3190 kWh
Nieuwe middelgrote woning (hoek, tussen, 2 onder 1 kap)	1080 m ³	3260 kWh
Oude grote woning (hoek, tussen, 2 onder 1 kap)	1940 m ³	3860 kWh
Oude grote vrijstaande woning	2400 m ³	4450 kWh

Figuur 2-1: Gemiddeld energieverbruik per huishouden [Bron: Milieucentraal.nl]

Het aardgasverbruik varieert van 1.000 tot 2.400 m³ per woning. Op de “Publicatiefile Energie Postcode” is een lijst te vinden van alle postcodes van Nederland, met daarop aangegeven het gemiddelde aardgasverbruik en elektriciteitsverbruik. Onderstaande tabel geeft de situatie weer in Bronkhorst.

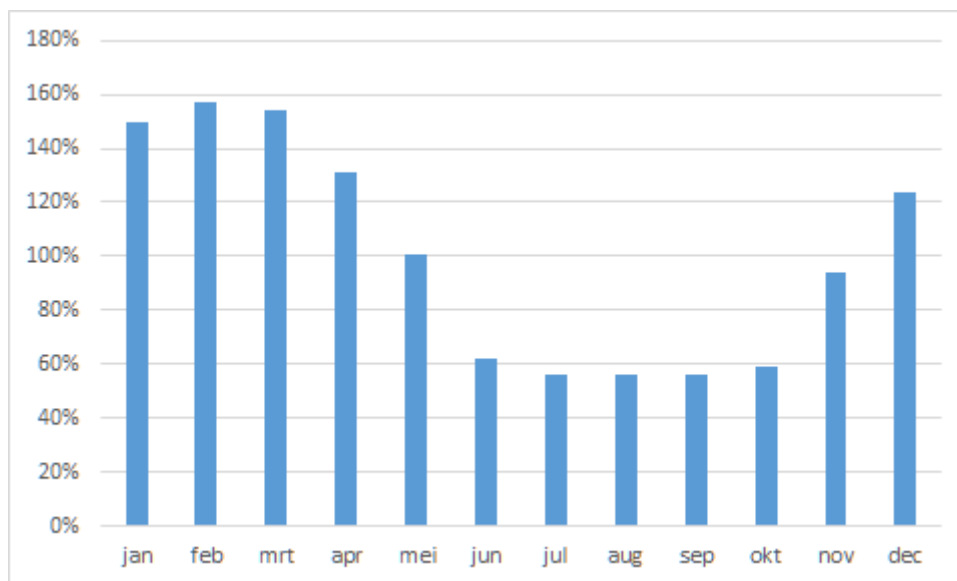
Postcode	Aardgaslevering	Aardgaslevering gecorrigeerd	E-levering
7226LA	.	.	.
7226LB	.	.	.
7226LC	.	.	.
7226LD	2.620	2.910	2.270
7226LE	.	.	.
7226LG	1.590	1.760	3.040
7226LH	2.330	2.580	3.870
7226LJ	.	.	.
7226LK	.	.	.
7226LL	.	.	.
7226LM	.	.	.
7226LN	2.290	2.540	3.530

Figuur 2-2: Energieverbruik Bronkhorst [publicatiefile energie postcode]

Zoals te verwachten is, komt het aardgasverbruik overeen met het landelijk gemiddelde voor een grote vrijstaande woning, rond de 2.500 m³ per jaar. Het stroomverbruik ligt iets lager, dan wat past bij dit type woning, rond de 3.500 kWh. Het aardgasverbruik voor de 70

woningen van Bronkhorst bepalen wij op $70 \times 2.500 = 175.000 \text{ m}^3$ per jaar. Het stroomverbruik zit op $70 \times 3.500 = 245.000 \text{ kWh}$.

Het gemiddelde aardgasverbruik komt dus neer op $175.000/8.760 = 20 \text{ m}^3$ per uur.



Figuur 2-3: Variatie aardgasgebruik [Bron: www.nieuwestroom.nl]

Volgens de bovenstaande grafiek is het maximale verbruik 160% en het minimale 60%. Bij slecht geïsoleerde huizen ligt dit verder uit elkaar, omdat er dan relatief veel gas verstoekt wordt voor ruimteverwarming. In het geval van Bronkhorst gaan wij uit van 200 en 30%. Dat betekent dat het maximale verbruik op 40 m^3 per uur ligt en het minimale op 6 m^3 per uur.

Gemiddeld wordt 75% van het aardgasverbruik gebruikt voor ruimteverwarming, douchen 20% en de overige 5% wordt gebruikt om te koken. Bij een hoge afname van aardgas liggen de verhoudingen iets anders. Het aandeel ruimteverwarming ligt dan hoger. Normaalgesproken wordt ongeveer 60 m^3 per jaar besteed aan koken.

3. BESCHRIJVING VAN DE VERSCHILLENDE METHODES

Bij het ontwerp van een verwarmingssysteem wordt uitgegaan van de historische bebouwing in Bronkhorst. Dit sluit alle lage temperatuur systemen uit. Bij dergelijke systemen, moet er dusdanig verbouwd worden, dat dit niet in overeenstemming is met de monumentale waarde van de gebouwen. Er is daarom gekeken naar de volgende oplossingen:

- 1 Energiebesparing
- 2 Gasverbruik vergroenen door de aanschaf van groengas.
- 3 Levering groengas
- 4 Centrale biogasketel met warmtenet
- 5 Hybride warmtepompen
- 6 Hoge temperatuur warmtepompen
- 7 Biogasketels bij huishoudens
- 8 Lage temperatuur warmtenet met warmtepompen.
- 9 Combinatie van 5 met 1, 2 of 3

De eerste vijf methodes zijn gangbaar, de laatste vier zijn in meer of in mindere mate innovatief.

In dit hoofdstuk wordt in het eerste deel de methodes besproken die gangbaar is en daarom zonder te verwachten aanloopproblemen geïmplementeerd kan worden. Daarna volgt de wat minder conventionele aanpak.

3.1. GANGBARE METHODES

3.1.1. ENERGIEBESPARING

Voor welke methode van aardgasverwarming ook wordt gekozen. Extra isolatie is altijd van belang. Energie die niet verbruikt wordt, hoeft ook niet te worden opgewekt. Zoals eerder is aangegeven mag er niet te veel worden ingegrepen in monumentale panden.

De energiecoöperatie BoeN heeft een project Duurzaam Bronkhorst opgezet. Bewoners gaan gezamenlijk aan de slag met de verduurzaming van hun woningen. In maart 2020 is hierover een thema-avond georganiseerd. Een deskundige van de Rijksdienst voor cultureel erfgoed heeft een presentatie gegeven over het verduurzamen van monumentale woningen [www.boen.nu/nieuws].

Het adviesbureau Oomsadvies heeft van elk huis een aparte energiescan gemaakt. Dit rapport is onlangs afgerond en wordt binnenkort aangeboden aan de gemeente.

Kapisolatie



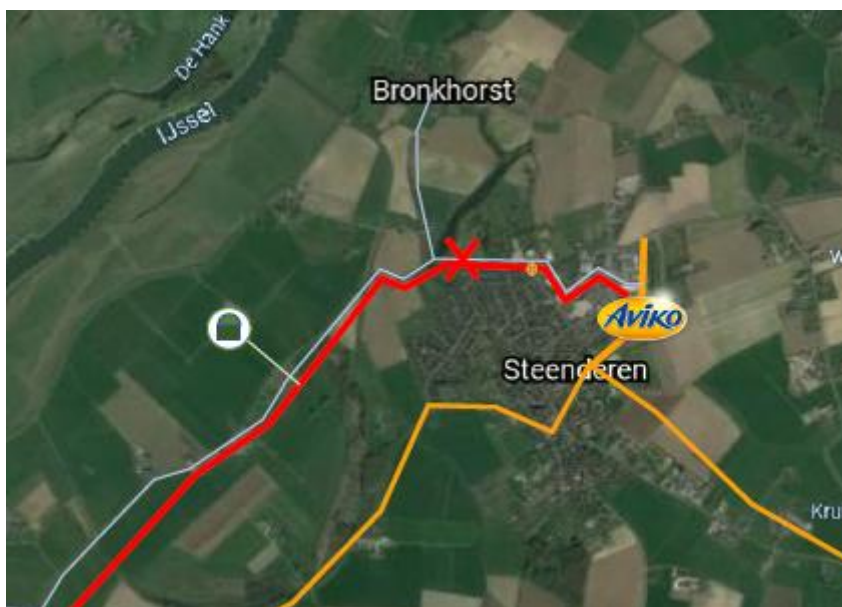
Figuur 3-1 Isolatie monumentale panden

3.1.2. GASVERBRUIK VERGROENEN

De meest eenvoudige optie is het vergroenen van het aardgasverbruik. De energiecoöperatie koopt GVO's van een (lokale) groengas producent en het grijze aardgas dat wordt aangeleverd is dan groen. Alhoewel dit een waterdicht systeem is, dat goed functioneert, leidt het niet tot extra groengas. Het past ook niet in de geest van wat de gemeente wil. Dit kan wel een tijdelijke oplossing zijn als tussenstap, totdat het stadje door andere maatregelen verduurzaamd is. De prijs voor groengas certificaten varieert tussen de 10 en de 15 cent per m³ AEq.

3.1.3. LEVERING GROENGAS

Het is logistiek vrij eenvoudig om Bronkhorst te voorzien van lokaal opwekt groengas. Op het onderstaande kaartje staat het gasnet rondom Bronkhorst ingetekend. Hierop is te zien dat Bronkhorst een eigen aardgasnet heeft. Goed geschikt voor een specifieke levering van groengas. Op het punt van de aftakking zou de gasopwerkinstallatie kunnen staan. De installatie voedt groengas in op de bestaande gasleiding naar Bronkhorst. Het overschot aan groengas kan dan worden afgeleverd aan het netwerk richting Steenderen.



Figuur 3-2: Overzicht gasnetwerk: Rood = biogas, Geel = aardgas hoge druk, Grijs = aardgas lage druk

Technische aspecten

De gasopwerkinstallatie wordt uitgelegd op de maximale vraag van Bronkhorst, dus 40 m³ groengas per uur (zie paragraaf 2.2). Het overschot van gas, dat vooral in de zomermaanden plaatsvindt, gaat naar het standaard aardgasnet.

Technisch zijn er weinig problemen te verwachten met deze oplossing. Het biogas wordt afgetapt van de biogasleiding (rood) en de gasopwerkinstallatie houdt de leiding naar Bronkhorst op druk (125 mBar). Wat niet gebruikt kan worden gaat via een gestuurde klep naar Steenderen. Of dit net voldoende capaciteit heeft, moet nog worden uitgezocht middels een invoedstudie. Gezien de aanwezigheid van AVIKO, Friesland Campina en een zwembad, is het niet de verwachting dat dit een probleem is.

In geval van storing, wordt de gasopwerking omzeild en gaat er aardgas naar Bronkhorst.

SDE++-subsidie

Een SDE++-subsidie is gelinkt aan een locatie waar duurzame energie (in dit geval biogas) wordt geproduceerd. Het tarief hangt af van de toepassing van het biogas. In het geval van toepassing bij AVIKO en Friesland Campina wordt er SDE++ aangevraagd voor duurzame warmte.

Als een deel wordt omgezet in groengas, dan past dat moeilijk in de gangbare SDE-systematiek. De SDE++-subsidie is gelinkt aan het bedrijf dat duurzame energie produceert. Er wordt dan ook een keuze gemaakt, waar het biogas voor gebruikt wordt. In dit geval wordt het overgrote deel gebruikt voor warmte en de rest wordt opgewerkt tot groengas.

Met RVO is overlegd of het mogelijk is om een SDE++ te krijgen voor twee verschillende toepassingen. Zij hebben aangegeven dat dat kan, mits de productie en afname van het biogas gemeten wordt met gecertificeerde installaties. Iedere producent krijgt dat naar rato van zijn productie een aandeel in de groengas SDE.

Organisatie

Particulieren betalen relatief veel voor aardgas. De gemiddelde prijs voor de consument ligt in 2021 op 77 cent per m³. Dit is inclusief 41 cent ODE en EB en 16 cent BTW. Deze belastingen moeten ook betaald worden bij de levering van groengas. Het verkooptarief is dus 20 cent per m³.

Het netwerk in Bronkhorst blijft functioneren zoals het nu ook functioneert. Dat betekent dat de huidige netbeheerder het beheer blijft doen. Dat is overigens ook verplicht. Een aardgasleiding mag alleen worden beheerd door een officiële netbeheerder.

De gasopwerkinstallatie valt onder de coöperatie van de deelnemende boeren. De coöperatie sluit ook een leveringscontract af met de inwoners van Bronkhorst of met de energiecoöperatie BoeN. Deze laatste optie heeft de voorkeur, aangezien de biogas coöperatie dan maar met één partij zaken hoeft te doen.

Economisch rendement

Het kleinschalig opwerken van biogas naar groengas kost ongeveer en € 0,30 per m³ groengas (zie bijlage 1). Dit zijn extra kosten ten opzichte van het direct gebruiken van biogas. Deze kosten moeten gedekt worden door extra inkomsten.

Biogas vermogens	Groene warmte Groengas			
SDE++ in €/kWh	€	0,078	€	0,073
SDE++ in €/m ³ AEq	€	0,686	€	0,642
Verkoopprijs in €/AEq	€	0,246	€	0,176
GVO's in €/AEq		-	€	0,105
	€	0,933	€	0,923

Figuur 3-3: Vergelijk opbrengsten groengas en groene warmte

Bovenstaande figuur geeft de verschillen in opbrengsten aan. De SDE++-subsidie is in beide gevallen bijna gelijk. Bij de verkoopprijs van de twee opties is gerekend met de waarden waar de SDE++-subsidie (correctiebedragen) vanuit gaat. Particulieren zullen meer betalen voor het groengas dan in de bovenstaande tabel aangeven. Of ze ook bereid zijn extra te betalen voor het feit dat het gas groen is (de GVO's), valt nog te bezien.

Conclusie

Aangezien de opbrengsten voor groene warmte en groengas elkaar nauwelijks ontlopen, maar de kosten voor groengas hoger liggen, is het opwerken tot groengas niet terug te verdienen.

Bij deze conclusie zijn een paar kanttekeningen te maken:

- Levering van biogas aan particulieren is in de praktijk moeilijk (zie paragraaf 3.2.3).
- Als er groene warmte wordt geleverd aan de industrie, rekent de SDE-subsidie met een rendement van de ketel. Als daarmee rekening gehouden wordt is de SDE-subsidie $85\% * € 0,686 = € 0,583$. De groengas optie wordt dan 9 cent voordeliger ten opzichte van groene warmte.

Levering van warmte aan de industrie is bedrijfseconomisch interessanter dan de levering van groengas aan de bewoners van Bronkhorst.

3.1.4.BIOGASKETEL MET EEN HT-WARMTENET

Een vrij gangbare optie is de warmtevoorziening te laten uitvoeren door een centrale biogasketel die gekoppeld wordt aan een HT-warmtenet. Dit soort ketels zijn commercieel beschikbaar. Het warmtenet moet een HT-net zijn, omdat de woningen niet voldoen aan de eisen die worden gesteld aan woningisolatie.

Een voordeel van deze oplossing is, dat het mogelijk is de energie opslagen EB en ODE te vermijden, omdat er sprake is van levering van warmte, niet van gas.

Normaalgesproken vinden warmtenetten plaats in wijken met een (zeer) dichte woonbebouwing. Daarvan is hier geen sprake, het lijkt hier daarom geen haalbare oplossing.

3.1.5.HYBRIDE WARMTEPOMPEN

Een hybride warmtepomp werkt samen met een cv-ketel op gas. De cv-ketel springt bij op koude dagen, of als er extra warm water nodig is. Een voordeel hiervan is dat de warmtepomp niet uitgelegd hoeft te worden op de piekvraag, waardoor deze voordeliger is. In principe hoeven bij dit systeem de radiatoren niet vervangen te worden, aangezien dit ook een hoge temperatuur systeem is. Elk huis wordt dan wel uitgevoerd met een buitenunit (zie figuur 3-4). Deze moeten zo worden geplaatst dat het historische karakter van Bronkhorst niet wordt aangetast.

Een hybride warmtepomp kan geplaatst worden in combinatie met de bestaande cv-ketel, of er kan gekozen worden voor een geïntegreerd combinatie warmtepomp/cv-ketel.



Figuur 3-4: Werking hybride warmtepomp [Bron: www.instalcenter.nl]

Een voordeel van een warmtepomp is, dat deze op zeer efficiënte wijze elektriciteit omzet in warmte. Dit wordt uitgedrukt in de COP (Coëfficiënt of Performance). Bij een COP van 3,5, waarmee meestal gerekend wordt, wordt 1 kWh elektrisch vermogen omgezet in 3,5 kWh thermisch vermogen. Door de toepassing van een hybride warmtepomp neemt het aardgasverbruik gemiddeld met 2/3 deel af. Het stroomverbruik neemt toe (met een factor $1/\text{COP}$).

Het voordeel van deze hybride warmtepomp is dat deze ook kan worden toegepast in een huis dat niet geschikt is voor lage temperatuur verwarming. Een ander voordeel is dat de gemiddelde COP hoger ligt dan bij een standaard warmtepomp, omdat deze niet of minder draait bij een piekvraag.

In het geval van een gemiddeld huis in Bronkhorst, dat jaarlijks 2.500 m^3 aardgas verbruikt, betekent dit een afname van 1.650 m^3 aardgas. Deze hoeveelheid komt overeen met $1.650 \text{ m}^3 \cdot 8,8 \text{ kWh/m}^3 \cdot 95\% \approx 13.800 \text{ kWh}$ aan netto warmte. Het stroomverbruik neemt per huishouden dus met $13.800 / 3,5 \approx 3.940 \text{ kWh}$ toe.

De variabele kosten voor de gebruiker nemen met deze oplossing iets af. Stroom kost gemiddeld 22 cent per kWh. Dat wordt dus € 867 ($\text{€ } 3.940 \cdot \text{€ } 0,22$) voor stroom en $2.500/3 \cdot \text{€ } 0,77 = \text{€ } 642$ voor de hoeveelheid aardgas die nog bijgestookt moet worden. De totale energierekening voor het verwarmen van het huis wordt dus € 1.510. Terwijl er nu voor het aardgas $2.500 \cdot \text{€ } 0,77 = \text{€ } 1.925$ betaald wordt.

Om deze energie voor 70 huizen duurzaam te produceren is een zonnepark nodig met een vermogen van $3.940 \text{ kWh} \cdot 70 / 0,85 \text{ kWh/kWp} \approx 325 \text{ MWp}$. Dat zijn ongeveer 930 zonnepanelen van 350 kWp. Hier is een oppervlakte van ongeveer 1.850 m^2 voor nodig.

I-SDE Warmtepompen

Voor de aanschaf van hybride warmtepompen is een ISDE-subsidie beschikbaar. De subsidie is afhankelijk van het vermogen en varieert tussen de € 1.800 en € 2.400. Op de site rvo.nl, apparatenlijst er per type warmtepomp de ISDE-subsidie te achterhalen.

Lucht/water-warmtepompen ≤ 70 kW thermisch aansluitvermogen				
Meldcode	Merk	Type	Vermogen [kW]	Indicatief subsidiebedrag
KA13945	ATAG	ENERGION M HYBRID all 4	5	€ 1.800
KA13946	ATAG	ENERGION M HYBRID all 5	5	€ 1.800
KA13947	ATAG	ENERGION M HYBRID all 7	7	€ 2.000
KA13948	ATAG	ENERGION M HYBRID all 9	9	€ 2.200
KA13954	ATAG	ENERGION M HYBRID zone 11	11	€ 2.400
KA13950	ATAG	ENERGION M HYBRID zone 4	5	€ 1.800
KA13951	ATAG	ENERGION M HYBRID zone 5	5	€ 1.800
KA13952	ATAG	ENERGION M HYBRID zone 7	7	€ 2.000
KA13953	ATAG	ENERGION M HYBRID zone 9	9	€ 2.200

Figuur 3-5: Apparatenlijst ISDE

Economisch rendement

De aanschaf van een hybride warmtepomp met een capaciteit van ongeveer 5 kW kost €3.000, (inclusief BTW, met aftrek van de ISDE-subsidie).

Conclusie

Een hybride warmtepomp is een manier om het aardgasverbruik fors terug te dringen. Er zal wel geïnvesteerd moeten worden in de duurzame opwekking van stroom.

3.2. MEER INNOVATIEVE METHODES

In deze paragraaf worden een aantal methodes beschreven die technisch zeker mogelijk zijn, maar die nog niet commercieel zijn uitgerold.

3.2.1. HOGE TEMPERATUUR WARMTEPOMPEN

Een van de oplossingen om ook oudere woningen gasloos te maken is door de toepassing van hoge temperatuur (HT) warmtepompen, die een aanvoertemperatuur van 70 °C kunnen maken. Nu is dat op zich niet het probleem, lastig is het om dit ook zo zuinig mogelijk te doen. Hoe groter het verschil in temperatuur van de bron en afgifte hoe meer energie nodig zal zijn om het voor elkaar te krijgen.

Om dit te kunnen bereiken is een ander type koudemiddel nodig dan die in de huidige generatie LT-warmtepompen gebruikt wordt. Inmiddels worden er aardige resultaten behaald met propaan en butaan als koelmiddel. Dit type warme pompen begint nu op de markt te komen voor industriële toepassingen.

Een andere oplossing is de tweetraps warmtepomp. In de eerste trap gebruikt men een koudemiddel dat de bron van 5°C bijvoorbeeld brengt naar 35°C met een COP van 5. In de tweede trap verhoogt men dit water, met een 2e compressor en ander type koudemiddel, van 35 °C naar 70°C ook met een COP van 5.

Er kan gekozen worden voor een geïntegreerd systeem, waarbij er sprake is van 1 warmtepomp met twee compressoren, of voor een systeem waarbij twee warmtepompen in serie worden geschakeld.

De COP van een dergelijke warmtepomp is vrij laag, namelijk 2,7. Als er 4 kW gratis uit de omgeving (bodem of lucht) wordt gehaald, komt daar 1 kW_e bij (COP 5). Dat levert 5 kW aan warmte op. Vervolgens wordt deze 5 kW gebruikt en komt daar 1,25 kW bij om 6,25 kW eruit

te halen (COP 5). Er is dan in 2 stappen bronwater van 5°C omgezet naar 70°C aan de afgifte kant. Er wordt dus $1 \text{ kW} + 1,25 \text{ kW} = 2,25 \text{ kW}_e$ energie gebruikt om $6,25 \text{ kW}_{th}$ te krijgen. De COP is dan 2,7.

Voor een gemiddeld huishouden neemt het gemiddelde stroomverbruik als volgt toe: $2.500 \text{ m}^3 * 8,8 \text{ kWh/m}^3 * 95\% \approx 20.900 \text{ kWh}$ aan netto warmte. Het stroomverbruik neemt per huishouden dus met $20.900 / 2,7\text{€} \approx 7.740 \text{ kWh}$ toe.

Het investeringsbedrag voor een HT-warmtepomp ligt rond de €15.000 (- ISDE-subsidie).

De variabele kosten voor de gebruiker nemen wel iets af. Aan stroomkosten is men dan € 1.700 kwijt voor verwarming, terwijl de aardgaskosten bij 2.500 m^3 op € 1.925 liggen. Dit voordeel slaat snel om, als de COP in de praktijk iets lager ligt.

3.2.2. LAGE TEMPERATUUR WARMTENET MET WARMTEPOMPEN

De COP van een HT-warmtepomp is sterk te verhogen, als de uitgangstemperatuur relatief hoog is. Dit kan door deze aan te sluiten op een warmwaterbron. Restwarmte van de industrie (AVIKO) wordt afgekoppeld en gaat via een warmwaterleiding naar Bronckhorst. De HT-warmtepompen worden op deze leiding aangesloten en kunnen dit opwerken naar een hoge temperatuur. De COP komt dan rond de 5 te liggen.

Voor deze oplossing moet er wel een warmtenet worden aangelegd. Dit kan, in tegenstelling tot een HT-warmtenet, vrij eenvoudig worden uitgevoerd, omdat er gewerkt kan worden met een temperatuur van tussen de 20 en 30 °C. Er is dus veel minder isolatie nodig.

Dergelijke systemen zijn nog nauwelijks uitgevoerd in Nederland. Er loopt een initiatief in Deventer, waarbij een bestaande woonwijk voorzien wordt van dit systeem.

3.2.3. BIOGASKETELS BIJ HUISHOUDENS

Net zoals aardgas is het ook mogelijk om biogas te verbranden in een Cv-ketel. Daarmee wordt het opwerken tot groengas vermeden. In 2013 is hier uitgebreid onderzoek naar gedaan. Hierbij waren de netbeheerder Lliander, overheidspartijen als RVO en de provincie Gelderland en ATAG, een producent van Cv-ketels bij betrokken. Dit heeft geleid tot een proefproject Bionet, waarbij de Multigasketel van Atag is getest.



Figuur 3-6: Bionet, Multigasketel [Bron: youtube]

In 2012 voor de Multigasketel een VSK Award gewonnen. Ondanks dit succes, is de verdere ontwikkeling hiervan in de ijskast beland. Op YouTube [Het Bionet – verwarmen op biogas met de multigas cv-ketel] is een verslag van het proefproject te vinden. De conclusie van het onderzoek was dat er meer aandacht besteed moet worden aan ontwaveling en ontvochtiging van het biogas, maar de ketel functioneerde goed.

De Multigasketel heeft een dubbele aansluiting en kan bij een tekort aan biogas, of door afschakeling van biogas door kwaliteitsproblemen, overschakelen op aardgas. In dit geval zou een dubbele aansluiting niet noodzakelijk zijn, omdat er een overmaat aan biogas uit verschillende bronnen beschikbaar is.

SDE++-subsidie

Bij deze optie kan gebruik gemaakt worden van SDE-warmte, zoals die ook aangevraagd wordt voor de rest van het project. Er zijn wel wat punten bij de afrekening van de SDE. De afrekening is normaal gesproken gebaseerd op de levering van nuttig toegepaste warmte. Dit wordt vastgesteld met een gecertificeerde meter, die op afstand wordt afgelezen. Bij een cv-ketel wordt het gasverbruik gemeten, niet de daadwerkelijke omzetting naar warmte. Met RVO zal overlegd moeten worden of het gebruik van een slimme meter, die het gasverbruik meet voldoende is.

De SDE++-subsidie bij levering aan particulieren zou hoger moeten zijn, aangezien het rendement van een cv-ketel door toepassing van condensatiewarmte boven de 100% ligt.

Economisch rendement

Er wordt bespaard op een gasopwerkinstallatie. Daarvoor in de plaats moeten alle huishoudens een andere ketel krijgen, die op biogas kan stoken. Hiervoor is nog geen prijs beschikbaar.

De inkomsten voor het project zijn iets hoger in vergelijking met levering aan de industrie. De verkoopprijs per m³ AEq ligt hoger dan bij de industrie en de SDE++-subsidie zou 15% hoger moeten liggen, vanwege het betere rendement van cv-ketels.

3.3. EVALUATIE

Er zijn verschillende manieren om te kijken naar wat de beste manier is om Bronkhorst van het aardgas af te krijgen. Er kan gekeken worden naar CO₂-reductie, Exergie, energiedekking, innovatie of naar de kosten.

CO₂-besparing

De CO₂-besparing wordt vergeleken met het basis project: leveren van biogas aan de industrie. In dat geval leveren de groengas- en de biogasopties geen extra CO₂-besparing op. Of het biogas nu gebruikt wordt voor de processen in de industrie, of voor verwarming van huizen, maakt voor de CO₂-balans weinig uit. Leveren aan huizen heeft een klein voordeel, omdat het rendement van een cv-ketel hoger ligt dan bij een industriële ketel.

Het specifiek produceren van groengas voor Bronkhorst, leidt zelfs tot een verhoging van de CO₂-uitstoot, omdat er elektriciteit nodig is voor het bedienen van de groengas installatie.

Een warmtepomp en een hybride warmtepomp leiden wel tot extra CO₂-besparing. Dit effect wordt nog versterkt als de extra elektriciteit wordt opgewekt met zonne-energie.

De combinatie met restwarmte van de industrie, die leidt tot een hogere COP, levert de hoogste CO₂-winst op.

Exergie

De kwaliteit van de energie wordt ook wel exergie genoemd. Het zegt iets over de meest rendabele methode van het inzetten van energie. Hoe hoger de temperatuur die nodig is, hoe beter de exergie. Warmte heeft een lage exergie. In een Cv-ketel wordt methaan met een temperatuur van ongeveer 1.000 °C verbrand, om een kamer op te warmen tot circa

20 °C. Het is duidelijk dat dit niet erg efficiënt is. Vanuit het oogpunt van exergie is het dus beter het biogas te gebruiken in de industrie, waar gewerkt wordt met veel hogere temperaturen. Bovendien is in de industrie de toepassing van warmtepompen lastiger.

Vanuit het oogpunt van Exergie is de oplossing van een LT-warmtenet in combinatie met een warmtepomp de beste oplossing, omdat dan restwarmte wordt gebruikt.

Energiedekking

Het energieverbruik van de warmtepompen is te dekken door zon en wind. In dit geval loopt de opwek niet synchroon met het verbruik. Aansluiting op het hoofd elektriciteitsnet blijft noodzakelijk.

De levering van biogas of groengas zijn methodes die het hele jaar rond toe kunnen worden gepast. Een groot voordeel van de situatie hier is, dat het overschot altijd geleverd kan worden aan de industrie.

Innovatie

Het meest innovatief is de oplossing met een decentrale biogasketel. Dat biogasketels mogelijk zijn is bewezen in een proefproject. Het is echter nog niet op een redelijke schaal uitgevoerd. Biogas voor het verwarmen van huizen kan een oplossing bieden voor huizen op het platteland en monumentale panden.

HT-warmtepompen zijn al beschikbaar, maar nog duur voor huishoudelijke toepassing.

Kostprijs

Als alleen naar de variabele kosten wordt gekeken, zijn de warmtepomp opties het goedkoopst. Als de investeringskosten meegenomen worden, dan is de decentrale biogasoptie waarschijnlijk het goedkoopst. Een knelpunt hierbij is, dat er een partij gevonden moet worden die ze kan en wil leveren.

3.4. CONCLUSIE

De eerste stap is zoveel mogelijk aandacht te besteden aan isolatie, die past in de context van Bronkhorst. Als het mogelijk is om de huizen uit te rusten met een warmtepomp, is de combinatie met een LT-warmtenet voor wat betreft de verduurzaming van de warmtevraag de beste optie. Omdat dit leidt tot de meeste CO₂-besparing.

Als een LT-warmtenet niet mogelijk is vanwege het historische karakter van de wijk en de beschikbaarheid van restwarmte, dan lijkt de hybride warmtepomp in combinatie met biogas de beste oplossing. Als een decentrale biogasketel, ook op termijn niet haalbaar is, dan zal er pragmatisch gekozen moeten worden voor vergroening van het gasverbruik dat over is gebleven. Dit gas kan vergroend worden door GVO's in te kopen.

4. STAPPENPLAN

Dit onderzoek is een eerste aanzet naar de verduurzaming van de warmtevraag van Bronkhorst. Een initiatief dat kan dienen als een voorbeeld voor vergelijkbare woonbebouwing. Om dit plan handen en voeten te kunnen geven zullen de volgende acties moeten worden uitgevoerd:

- Isolatie: stand van zaken en zoveel mogelijk uitvoeren.
- Is het mogelijk in Bronkhorst een LT-warmtenet te plaatsen. Op basis daarvan een optie met warmtepompen uitwerken.
- Als de bovenstaande optie niet kan: oplossing met hybride warmtepompen verder uitwerken. Waarbij het overblijvende gasverbruik wordt ingevuld door (vergroend) aardgas of biogas.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1: BEREKENING KOSTEN GASOPWERKING

Exploitatiekosten per m3 groengas		
Productie groengas per jaar		320.000
Investeringskosten	€	450.000
Afschrijving (12 jaar)	€	37.500
Rente (2,5 %)	€	5.625
CAPEX per jaar	€	43.125
CAPEX per m3 GG	€	0,13
OPEX per jaar		
Gebruiksmiddelen	€	4.500
Onderhoud en vaste kosten	€	34.500
Stroom	€	8.500
OPEX per jaar	€	47.500
OPEX per m3 GG	€	0,15
OPEX + CAPEX per m3 GG	€	0,28