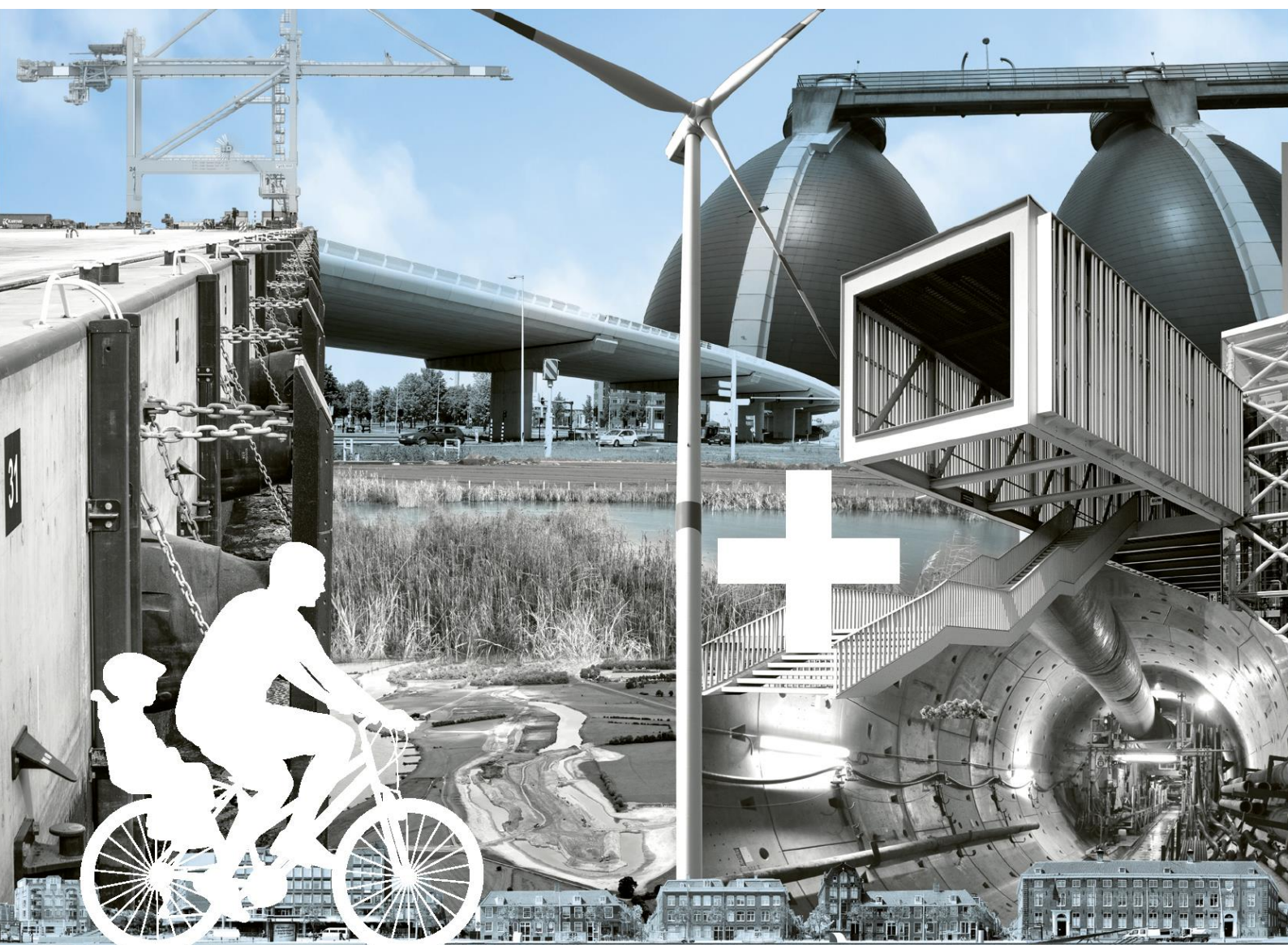




Onderzoek naar duurzaam gas voor De Parken gemeente Apeldoorn 2023

Eindrapportage

Gemeente Apeldoorn

27 november 2023

Project Onderzoek naar duurzaam gas voor De Parken gemeente Apeldoorn 2023
Opdrachtgever Gemeente Apeldoorn

Document Eindrapportage
Status Definitief 02
Datum 27 november 2023
Referentie 136602/23-018.904

Projectcode 136602
Projectleider Dr.ir. J.C. van 't Spijker
Projectdirecteur Ir R.T. van der Velde

Auteur(s) M. Hansen MSc, ir. M. Al-Bouawad
Gecontroleerd door Ir. R.T. van der Velde
Goedgekeurd door Ir. R.T. van der Velde

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	5
1	INLEIDING	7
2	AANPAK	9
2.1	De onderzoeksvraag	9
2.2	De structuur van onze aanpak	9
2.3	Nauwkeurigheid van de toekomstscenario's	10
3	RESULTATEN	11
3.1	De warmtevraag verkend (bijlage II)	11
3.2	De bronnen en mogelijkheden verkend (bijlage III)	14
3.3	Scenario's toekomstvisie waterstof en groengas 2050 (bijlage IV)	14
3.3.1	Waterstofscenario	15
3.3.2	Groengas scenario	17
3.3.3	Alternatieven	18
3.3.4	Motivatie per criteria	19
3.3.5	Gekozen voorkeursalternatief	21
3.3.6	Business case voorkeursoplossing	21
4	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	22
5	REFERENTIELIJST	25
	Laatste pagina	26

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Leeswijzer	2
II	Inventarisatie warmtevraag	12
III	Inventarisatie bronnen waterstofgas en groengas	15
IV	Toekomstvisie Scenario's waterstofgas en groengas	33
V	Beantwoording van de deelvragen van CDP	2

SAMENVATTING

De wijk de Parken is aangewezen als 'Wijk van de Toekomst'. In 2030 is de ambitie deze wijk aardgasvrij te hebben. Coöperatie Duurzame Parken heeft op basis van eerder onderzoek van Witteveen+Bos en raadpleging van bewoners de ambitie om de wijk in de toekomst te verwarmen met duurzaam gas (groengas of waterstof). Door de gemeente Apeldoorn is in dat kader in samenwerking met Coöperatie Duurzame Parken de vraag gesteld:

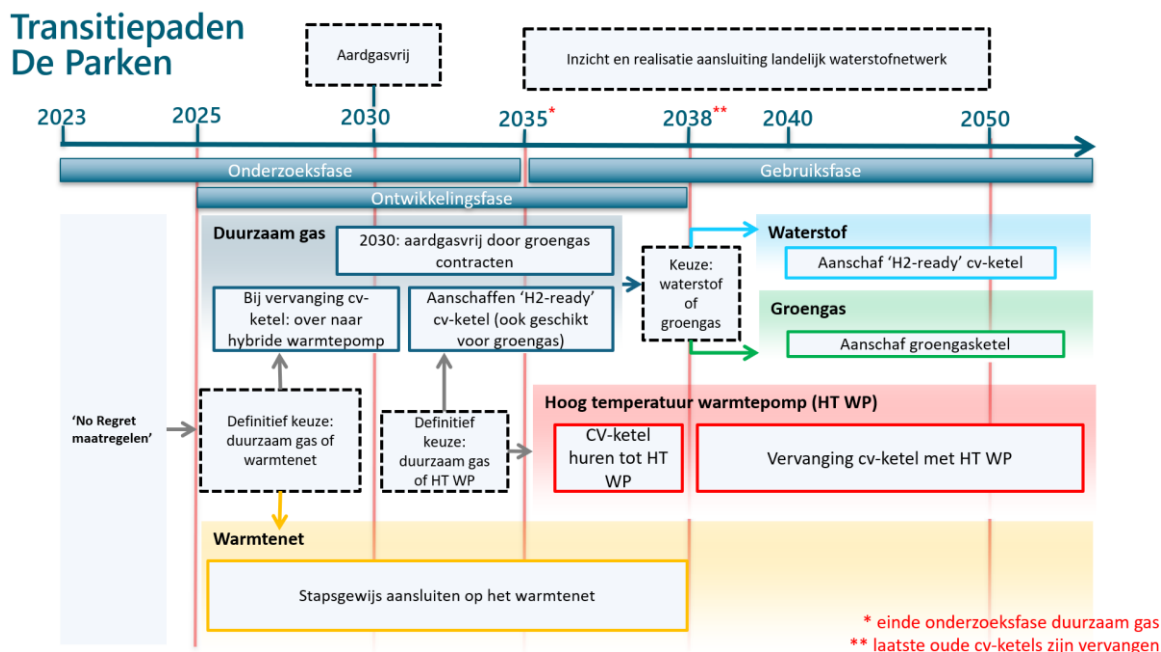
Welk duurzaam gas is – al dan niet in combinatie met een hybride warmtepomp - de beste, meest realistische, haalbare en betaalbare warmtebron als eindoplossing voor een aardgasvrije wijk De Parken in Apeldoorn voor de lange termijn?

Om deze vraag te beantwoorden is in eerste instantie onderzocht wat de exacte gasvraag is van de woningen en utiliteiten in de wijk De Parken. Vervolgens is via openbaar beschikbare data en gesprekken met stakeholders onderzocht wat op de korte termijn tot 2030 de mogelijkheden zijn voor een duurzaam gas gebaseerde warmtevoorziening van de wijk De Parken. Uit dit onderzoek is gebleken dat er geen groengas of waterstofbronnen beschikbaar zijn te maken in de periode tot 2030. Ook zijn er geen mogelijke samenwerkingspartners in de nabijheid van de wijk De Parken met concrete plannen om bij aan te sluiten. Hieruit is de conclusie getrokken dat tot 2030 groengas contracten met energiebedrijven de enige mogelijkheid zijn voor de bewoners van De Parken om 'virtueel' aardgasvrij te worden op basis van een duurzame gasbron. Het groengas zal zeer waarschijnlijk elders geproduceerd worden en dus ook niet werkelijk in De Parken worden benut.

Vervolgens zijn twee toekomstscenario's geschetst waarin respectievelijk groengas en waterstof de duurzame gassen zijn die na 2050 de warmtebron vormen voor De Parken. Deze vergezichten zijn met de kennis van nu getoetst op zes criteria (duurzaamheid, betrouwbaarheid, betaalbaarheid, haalbaarheid, primair elektriciteitsverbruik, draagvlak) om te bepalen welk scenario het meest voor de hand ligt. Op basis van die analyse lijkt een toekomst met waterstof het meest aannemelijk vanwege de grotere (inter)nationale inzet op de ontwikkeling van waterstof en de daarmee samenhangende verwachte grootschaligere infrastructuur. Met deze (inter)nationale infrastructuur van waterstof versus een lokale infrastructuur voor groengas wordt verwacht dat de betrouwbaarheid van levering en ook betaalbaarheid van waterstof beter is dan die van groengas. Uit de analyse komt echter ook naar voren dat zowel waterstof als groengas niet gemakkelijk te realiseren zijn en dat geen van beide opties er met kop en schouder bovenuit uitsteekt. Ook is de kans klein dat er voor 2050 waterstof beschikbaar komt via een aansluiting op de (inter)nationale waterstof infrastructuur.

Vanuit die vergezichten (scenario's) is geredeneerd wat de transitiepaden zijn om tot dat eindbeeld in 2050 te komen. Daarbij is ook een beeld gevormd hoe de situatie in 2030 zou moeten zijn om te komen tot dat eindbeeld. Door deze aanpak is inzichtelijk gemaakt welke maatregelen op welk moment getroffen moeten worden door respectievelijk bewoners, Coöperatie Duurzame Parken en de gemeente Apeldoorn. Vanwege het ontbreken van perspectief op de korte termijn voor een op duurzaam gas gebaseerde warmtebron is nu nog niet definitief te bepalen wat nu het wenselijke gas gebaseerde eindbeeld is. Deze onduidelijkheid geeft ook de kans om alternatieven zoals een collectief warmtenet en individuele all-electric hoog temperatuur warmtepompen (HT WP) in beeld te houden en daar op een later moment alsnog voor te kiezen (zie afbeelding 1). Daarbij lijkt een warmtenet op de korte en middellange termijn een meer kansrijke optie dan de HT WP.

Afbeelding 1 Transitiepaden op weg naar een duurzame warmtebron in De Parken



Om alle opties open te houden zijn voor de bewoners de volgende 'No-Regret' (geen spijt) maatregelen gedefinieerd:

- afnemen (mix) groengas via Nederlandse energieleveranciers;
- de woning (verder) isoleren;
- naar energielabel D (of B indien kostentechnisch haalbaar);
- CV-ketel na levensduur vervangen met hybride warmtepomp;
- koken op inductie;
- verandering in gedrag: bewust omgaan met energie.

De gemeente Apeldoorn en Coöperatie Duurzame Parken worden geadviseerd te zoeken naar lokale en regionale (industriële) medegebruikers van waterstof en daarmee samen de lobby richting HyNetwork Services (Gasunie) te voeren voor aansluiting op het landelijk waterstofnetwerk.

Daarnaast wordt aanbevolen om met partners in de industrie, Waterschap Vallei en Veluwe, Firan, en energieleveranciers onderzoek te doen naar kansen voor het ontwikkelen van lokale waterstof productie zoals die er ook zijn in Deventer, Zutphen en Zwolle.

Met het oog op het toewerken naar een lokale groengasinfrastructuur wordt aanbevolen met de verwerker van het gemeentelijke GFT, Waterschap Vallei en Veluwe, Friesland Campina, industrieën met een biomassa reststroom in Apeldoorn, Firan, Liander en eventueel een energieleverancier de samenwerking te zoeken. Echter wordt ook aanbevolen de optie van aansluiting van De Parken op een groter warmtenet nader door te rekenen en het resultaat aan de bewoners voor te leggen.

INLEIDING

Projectbeschrijving

De gemeente Apeldoorn heeft de wijk De Parken aangewezen als Wijk van de Toekomst. Ze heeft daarom Witteveen+Bos gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de mogelijkheden om De Parken vanaf 2030 te voorzien van duurzaam gas. De Coöperatie Duurzame Parken (hierna: CDP) wil in afstemming en in goed overleg met de gemeente werken aan het aardgasvrij maken van de wijk.

In de notitie 'Rolneming bij waterstofprojecten' heeft de gemeente beschreven dat voor de wijk De Parken wordt uitgezocht welk duurzaam gas (groengas of waterstof) de voorkeur heeft. 'Voor deze wijk (...) zouden hybride warmtepompen met duurzaam gas een eindoplossing kunnen zijn.'

Hoofdvraag onderzoek

Welk duurzaam gas is -al dan niet in combinatie met een hybride warmtepomp- de beste, meest realistische, haalbare en betaalbare warmtebron als eindoplossing voor een aardgasvrije wijk De Parken in Apeldoorn voor de lange termijn?

Daarbij zijn eisen geformuleerd dat de plannen realistisch, haalbaar, betaalbaar, duurzaam en CO₂-neutraal moeten zijn. Daaronder zijn een groot aantal deelvragen gesteld die in het onderzoek beantwoord dienen te worden.

Deelvragen Coöperatie Duurzame Parken (CDP)

Daarnaast heeft CDP een vijftal vragen:

- **optimaal transitieproces:** het ontwikkelen van een optimaal transitieproces binnen en met de wijk, gedragen door de wijk en de gemeente;
- **modelmatige aanpak:** het ontwikkelen van een modelmatige aanpak. Daardoor neemt de kwaliteit van het proces en de inzichtelijkheid ervan toe. Ook wordt zo beter toegewerkt naar het bereiken van schaalgrootte-voordelen;
- **gefaseerde aanpak deelprojecten:** het ontwikkelen van een gefaseerde aanpak van deelprojecten. Daarbij worden clusters van (enigszins) vergelijkbare woningen gemaakt;
- **inzichtelijk handelen:** bepaalde thema's (zoals het isoleren van de woningen, het voorkomen van vocht problemen en de aanschaf van warmtepompen) worden zo inzichtelijk mogelijk ontwikkeld en toegankelijk gemaakt voor alle bewoners van de wijk;
- **gedragen oplossing voor energie- en duurzaamheidsvraagstuk.**

Leeswijzer

Dit rapport bevat het resultaat van het onderzoek naar duurzaam gas voor woonwijk De Parken. In dit rapport is in hoofdstuk 2 de aanpak op hoofdlijnen beschreven en zijn in hoofdstuk 3 de samengevatte resultaten en conclusies uit de gedetailleerdere notities (Bijlage II, III, en IV) weergegeven. Deze notities zijn opgenomen in de bijlage van dit rapport:

- 1 bijlage II: Inventarisatie warmtevraag;
- 2 bijlage III: Inventarisatie bronnen waterstofgas en groengas;
- 3 bijlage IV: Scenario's waterstofgas en groengas;
- 4 bijlage V: Beantwoording van de deelvragen van CDP.

In Hoofdstuk 4 zijn de conclusies en aanbevelingen van de gehele studie beschreven.

Tevens is in Bijlage I een leeswijzer opgenomen met alle criteria en bijbehorende deelvragen uit dit onderzoek met daarbij de verwijzingen naar waar in het rapport de deelvraag wordt beantwoord.

2

AANPAK

De aanpak, gericht op het beantwoorden van de hoofdvraag, is hieronder beschreven. In de leeswijzer in bijlage I is aangegeven waar in het rapport de criteria en de bijbehorende deelvragen zijn beantwoord.

2.1 De onderzoeksvraag

Hoofdvraag - Welk duurzaam gas is – al dan niet in combinatie met een hybride warmtepomp - de beste, meest realistische, haalbare en betaalbare warmtebron als eindoplossing voor een aardgasvrije wijk De Parken in Apeldoorn voor de lange termijn?

Voor het beantwoorden van de hoofdvraag zijn de criteria uit de 'Vraagspecificatie Duurzaam Gas De Parken - versie 5' overgenomen (financieel, technisch, duurzaamheid, organisatorisch en overig). De onderliggende vragen per criterium zijn beantwoord.

De lokale huidige, en in de toekomst verwachte, situatie maken of een oplossing haalbaar en betaalbaar is en dus realistisch is. Wij brengen daarom in kaart wat er al bekend is van de lokale situatie en welk toekomstscenario wij zien bij toepassing van of groengas of waterstof. Hierin gebruiken we ook de gegevens die in vorige studies zijn verzameld door CDP.

Daarbij verkennen we de dichtstbijzijnde potentiële bronnen en voedingspunten voor beide gassen. Uiteindelijk zijn er meerdere criteria die bepalen welk gas en welke techniek de voorkeur geniet. Dit hangt ook af van de benodigde aanpassingen in de infrastructuur en de al dan niet benodigde aanpassingen in de woningen, afhankelijk van de toepassing van een (nieuw) afgiftetoestel (CV ketel, hybride warmtepomp).

We wegen de scenario's af met een Multi-Criteria Analyse (MCA) op subwijk niveau. Daarbij gebruiken we de VESTA MAIS tool. De criteria zijn afgestemd met opdrachtgever.

2.2 De structuur van onze aanpak

We hebben het project in drie stappen opgedeeld en dit vastgelegd in drie deelrapportages, die als bijlage bij dit rapport zijn gevoegd:

- **stap 1 in kaart brengen van de huidige en toekomstige warmtevraag** (zie bijlage II);
- **stap 2 inventarisatie van mogelijke bronnen en (industriële) medegebruikers** (zie bijlage III). Daarbij hebben we ook gekeken naar transport opties en opslag van gassen. Ook is gekeken hoe de waterstof en groengas toegepast kunnen worden in de woning;
- **stap 3 op basis van expertview is een tweetal toekomstscenario's geschetst en het mogelijke transitiepad daarnaartoe** (zie bijlage IV). Daarbij is een korte termijn tot 2030, een middellange termijn tot 2050 en een lange termijn van 2050 en verder onderscheiden. Voor de korte termijn zijn No Regret maatregelen voorgesteld voor aanpassingen in de woning en collectieve acties die CDP eventueel in samenwerking met de gemeente kan nemen. Waar het toepassen van waterstof of groengas niet de voor de hand liggende oplossing is, is all-electric of aansluiting op de warmtenetplannen van de Gemeente globaal beschouwd.

2.3 Nauwkeurigheid van de toekomstscenario's

Dit onderzoek richt zich op scenario's voor duurzame gassen voor de warmtevoorziening in de toekomst. Daarbij kijken we naar de korte, maar vooral ook naar de middellange en lange termijn. Dat betekent dat we deels op basis van huidige kentallen, kennis en verwachtingen een prognose moeten maken voor in de toekomst. Prijzen van energie, productiekosten voor waterstof en groengas, en onzekerheid over de toekomstige infrastructuur zijn een aantal van de variabele parameters in dit onderzoek. Dit brengt inherent een zekere mate van onnauwkeurigheid in de resultaten, zoals bij de ontwikkeling van de toekomstscenario's groengas en waterstof in 2050. Vanwege de grote mate van onzekerheid en het karakter van een concept screening schatten wij de nauwkeurigheid van kostenramingen in het kader van de analyse van een businesscase in op -50 % tot +100 %. Deze reikwijdte in nauwkeurigheid is in lijn met de Cost Estimate Classification System van de Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE).

Dit rapport dient als een startpunt voor verdere gedetailleerde analyse en besluitvorming, en het is aan te bevelen om regelmatig updates uit te voeren naarmate er meer actuele informatie beschikbaar komt en de projectplannen zich verder ontwikkelen.

3

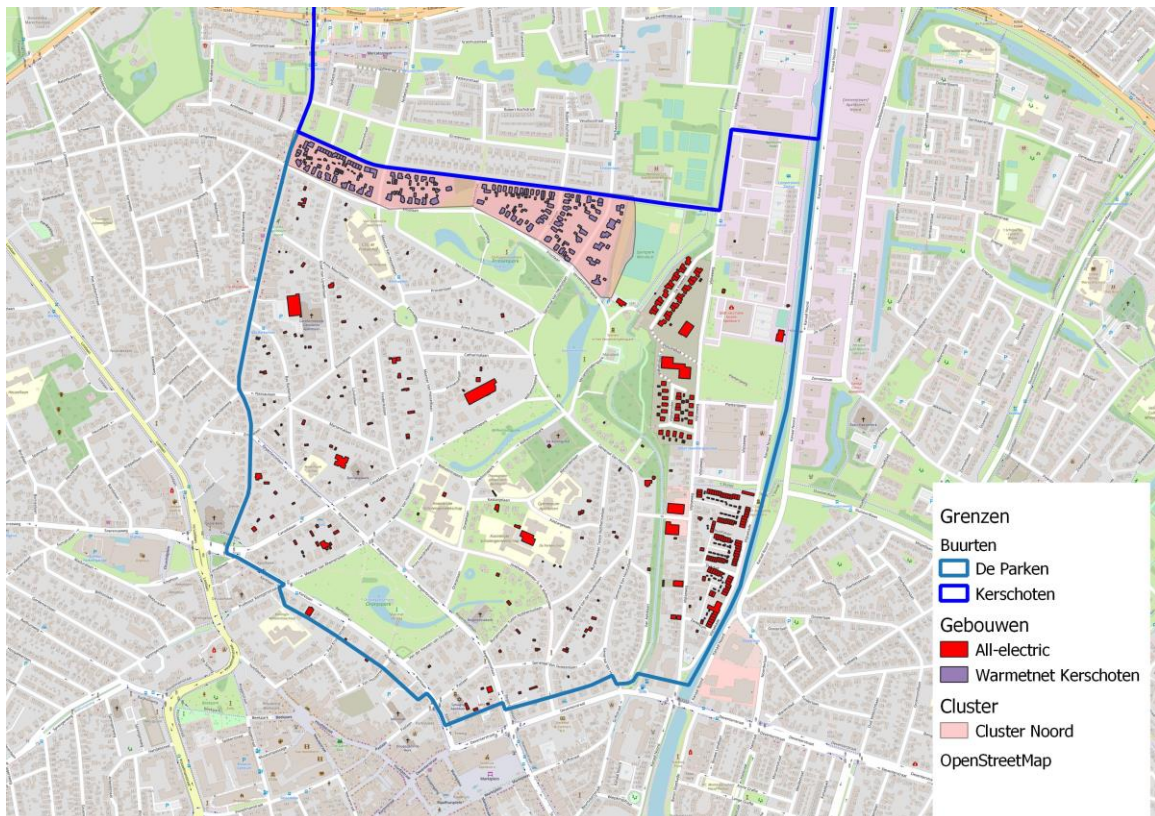
RESULTATEN

Dit hoofdstuk bevat de samenvatting van de resultaten zoals die zijn beschreven in de drie deelrapportages die als bijlage bij dit rapport zijn gevoegd.

3.1 De warmtevraag verkend (bijlage II)

De eerste stap in het onderzoek naar duurzame gassen voor de warmtevoorziening van De Parken is het in kaart brengen van de totale warmtevraag van de woningen in de wijk (zie bijlage II). De beschikbare informatie bleek niet eenduidig. Mede hierdoor is in dit onderzoek gekozen om de warmtevraag modelmatig te inventariseren via het VESTA Mais model. Hierbij is gekeken naar het effect van het isoleren van woningen en een mogelijke overstap naar een hybride warmtepomp. Ook is gekeken welke woningen geschikt zijn om over te gaan naar all-electric oplossingen en is voor een deel van de wijk (cluster Noord) geadviseerd aan te sluiten op het te ontwikkelen warmtenet in de wijk Kerschoten.

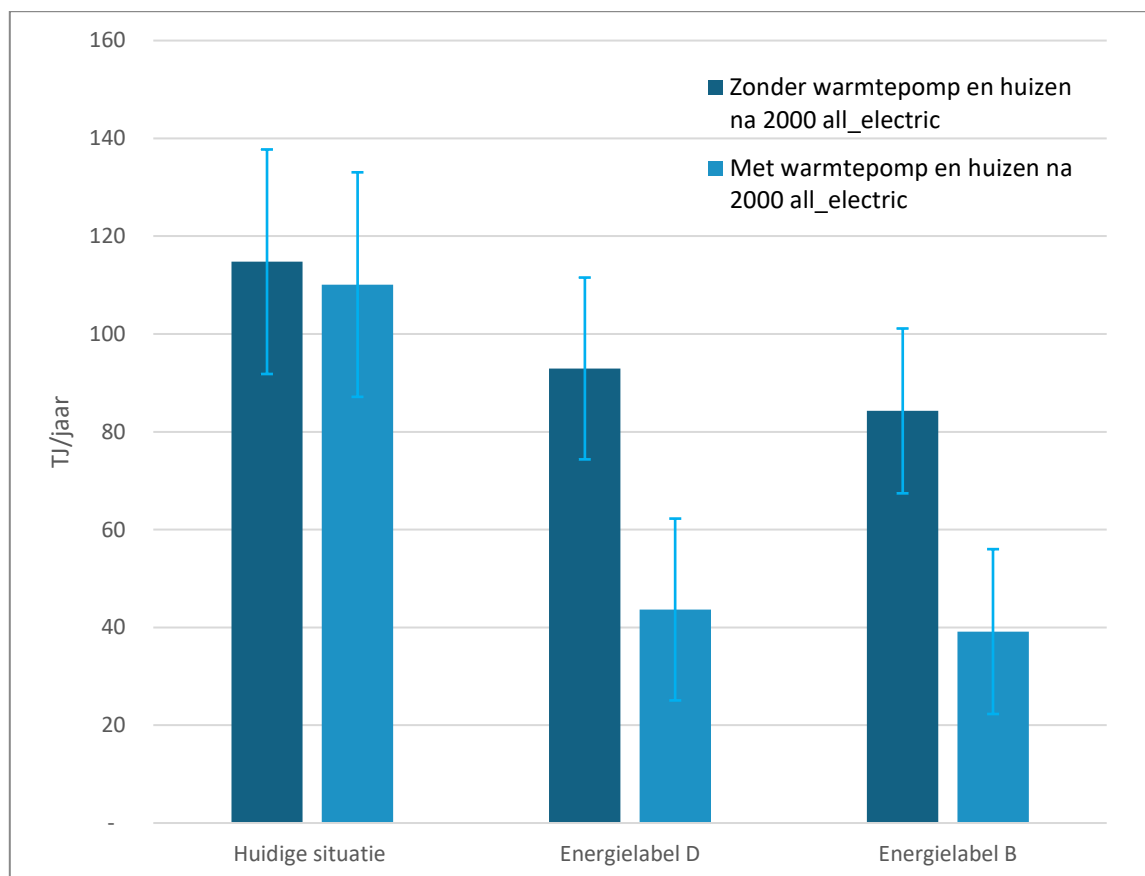
Afbeelding 3.1 De Parken waarin cluster noord (rood gearceerd zone met blauwe panden) en cluster gebouwjaar >2000 (rode panden) expliciet zijn weergegeven



Totale warmtevraag met en zonder warmtepompen en met en zonder isolatie

De totale jaarlijkse warmtevraag van de woningen en utiliteit in De Parken is vastgesteld voor de huidige situatie en de situatie waarbij alle panden zouden zijn geïsoleerd tot energielabel D of B. Daarbij is een foutmarge gehanteerd die de onzekerheid laat zien door weersinvloeden en gedrag. Hetzelfde is gedaan voor het toepassen van elektrische warmtepompen in de woningen die na 2000 zijn gebouwd en het toepassen van hybride warmtepompen die op termijn met duurzaam gas zouden moeten worden verwarmd (zie afbeelding 3.2).

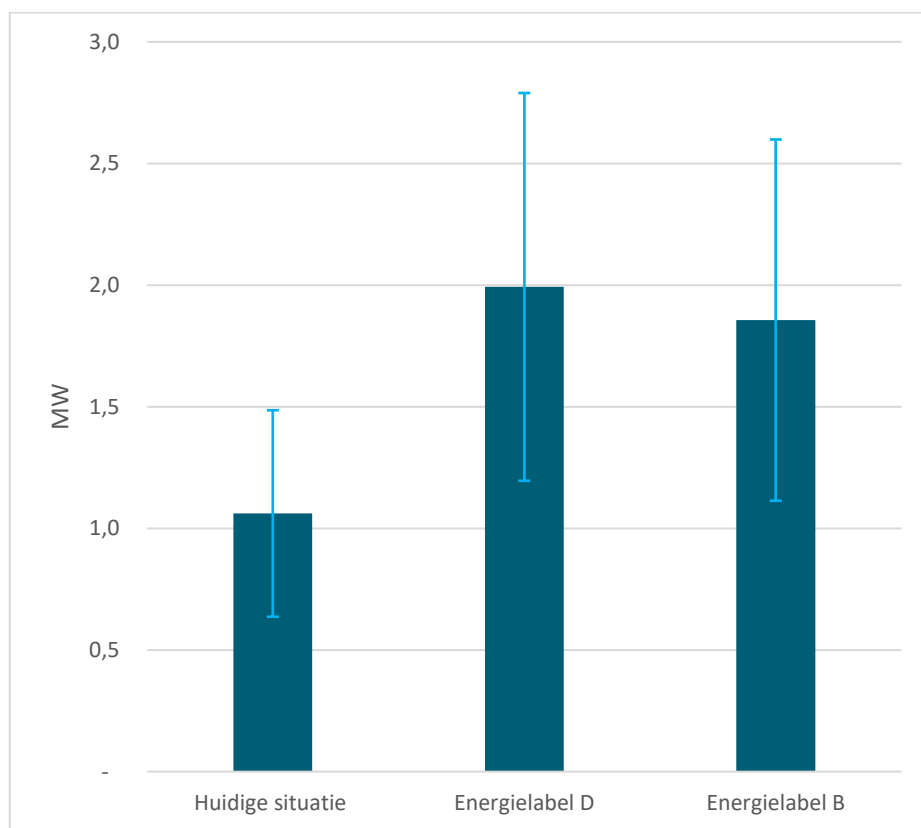
Afbeelding 3.2 Totale jaarlijkse warmtevraag van duurzaam gas De Parken met en zonder isolatie en met en zonder hybride warmtepompen en elektrische warmtepompen in woningen gebouwd na 2000. Foutmarge gebaseerd op standaarddeviatie van het aantal graaddagen over afgelopen 10 jaar ($\pm 20\%$)



Door het (op termijn) vervangen van de CV-ketel met een hybride warmtepomp of, voor woningen met bouwjaar vanaf 2000, een all-electric warmtepomp, daalt de totale gasvraag in de wijk. Een hybride warmtepomp, op aardgas, bespaart al ongeveer 60 % op het gasverbruik. Daarnaast kan toepassing van een all-electric warmtepomp in de nieuwere woningen ook een totale jaarlijkse energiebesparing van 5 ± 1 TJ opleveren.

Door het gebruik van warmtepompen is er ook een stijging in de piekvraag van elektriciteit (zie afbeelding 3.3). Deze stijging is maximaal rond de $2 \pm 0,8$ MW gebaseerd op een Seasonal Coefficient of Performance (SCOP) van 3,8.

Afbeelding 3.3 Toename Piek elektriciteitsvraag De Parken bij toepassing van all-electric en hybride warmtepomp. Foutmarge gebaseerd op standaarddeviatie van het aantal graaddagen over afgelopen 10 jaar ($\pm 20\%$)



De toelichtingen bij de berekeningen zijn te vinden in Bijlage II.

Stakeholdergesprekken

In deze stap werden ook stakeholdergesprekken gevoerd om een beter beeld te krijgen bij de opties voor waterstof en groengas in de lokale en regionale omgeving en bij de huidige infrastructuur en mogelijke plannen daarbij. De huidige verwachting is echter dat zowel voor biogas/groengas en voor waterstof het overstapmoment niet vóór 2030 zal zijn. Dit is gebaseerd op de uitkomsten van de stakeholdergesprekken en onze ervaring met en verwachting van de ontwikkeling van aanbod van duurzame gassen. Daarnaast zal het ook een aantal jaar zijn voordat de woningen voldoende geïsoleerd zijn naar minimaal energielabel D, en is er ook tijd nodig voor het bouwen van de aanvullende benodigde infrastructuur.

De samenvattingen van de stakeholdergesprekken zijn opgenomen in hoofdstuk 3 van de notitie in bijlage II.

Bevindingen Warmtevraag

Hieronder staan puntsgewijs de belangrijkste bevindingen:

- de Parken heeft een huidig (2021-2022) gebruik van 115 ± 23 TJ/jaar;
- de duurzame gasvraag zal tussen dit getal en minimaal 32.5 ± 13 TJ/jaar zitten. De laatstgenoemde hoeveelheid is de duurzame gasvraag wanneer alle panden naar energielabel B worden opgewaardeerd, een hybride warmtepomp wordt toegepast en de panden na 2000 all-electric worden gemaakt;
- het isoleren van de woningen is nu prioriteit. Het neem aantal jaar in beslag voordat de woningen voldoende geïsoleerd zijn naar minimaal energielabel D;
- biogas wordt nu vooral lokaal gebruikt en er is geen uitbreiding van installaties op de korte termijn voorzien. Dit geldt zowel voor de lokale industrie als de rwzi;
- gasleidingnet in de wijk:
 - 9 % van het net is niet toekomstbestendig en moet vervangen worden op korte termijn. Daarbij is 43 % van de leidingen voor meer dan 80 % afgeschreven;
- elektriciteitsnet:

- middenspanningnet: In de nabije toekomst worden er meer MSRs geplaatst om het net toekomstbestendig te maken;
- laagspanningsnet: 56 % zal in de toekomst vervangen moeten worden, omdat de materialen niet als toekomstbestendig worden beschouwd.

3.2 De bronnen en mogelijkheden verkend (bijlage III)

De volgende stap in het onderzoek naar duurzame gassen voor de warmtevoorziening van De Parken betreft de inventarisatie van potentiële waterstof en groengas/biogas bronnen, verkenning van de benodigde infrastructuur en techniek ten aanzien van warmtelevering aan de woningen. Deze stap is uitgewerkt in de notitie in bijlage III.

De rwzi als mogelijke bron voor waterstof en groengas

Uit het bronnenonderzoek is als belangrijkste resultaat gebleken dat voor zowel waterstof als groengas er op de korte termijn (tot 2030) geen bronnen in of rondom Apeldoorn zijn. De rwzi is als enige externe stakeholder een mogelijke en haalbare bron voor zowel waterstof als groengas, gezien haar processen bij de waterzuivering. Echter, het Waterschap Vallei en Veluwe geeft als beheerder van de rwzi aan voorlopig geen biogas beschikbaar te hebben en geen plannen te hebben voor groengas of waterstofproductie op hun terrein. Ook verwacht ze geen uitbreiding van de huidige biogas productie. Daarnaast ontbreekt ook ruimte op de rwzi voor nieuwe installaties. Het waterschap volgt de waterstofontwikkelingen bij Waterschap Drents Overijsselse Delta en sturing vanuit de Unie van Waterschappen.

Groengas bronnen in de gemeente Apeldoorn

Er zijn meerdere potentiële groengas bronnen in Apeldoorn: rwzi slib, GFT, Organisch afval industrie en mest van veehouderijen. Echter zijn er geen plannen bij partijen of belemmert regelgeving het benutten van deze bronnen.

Aansluiten op regionale waterstofinitiatieven

Voor de korte termijn zou mogelijk afnemen van waterstof van de regionale initiatieven in Zwolle, Deventer of Zutphen kunnen voorzien in een potentiële waterstofvraag. Aanvoer zal dan via tubetrailers gaan. Zwolle is daarbij de meest concrete locatie waar in 2024 waterstof geproduceerd gaat worden. De kosten zullen naar verwachting echter veel hoger (factor 5-10) zijn dan die van de huidige aardgas gebaseerde warmtevoorziening. Daarbij achten wij het vervoeren van waterstof met behulp van tubetrailers niet realistisch door de grote hoeveelheid transportbewegingen.

Waterstof van de backbone

Het landelijke waterstofnet is voorlopig niet gerealiseerd en komt ook niet langs Apeldoorn. Daarnaast is een waterstofvraag van alleen De Parken volstrekt onvoldoende om een aansluiting op de backbone financieel haalbaar te maken. Daar komt nog bij dat bestuurlijk er (inter)nationaal lage prioriteit wordt gegeven aan het leveren van waterstof voor woning verwarming. Daardoor is aansluiting op elders geproduceerde waterstof voorlopig geen oplossing.

Bevindingen beschikbaarheid duurzame gasbronnen

Overstap naar biogas/groengas of waterstof is vóór 2030 geen optie. Dit is gebaseerd op de uitkomsten van de stakeholdergesprekken en onze ervaring in en verwachting van de ontwikkeling van aanbod van duurzame gasinfrastructuur, energiebeleid en regelgeving.

3.3 Scenario's toekomstvisie waterstof en groengas 2050 (bijlage IV)

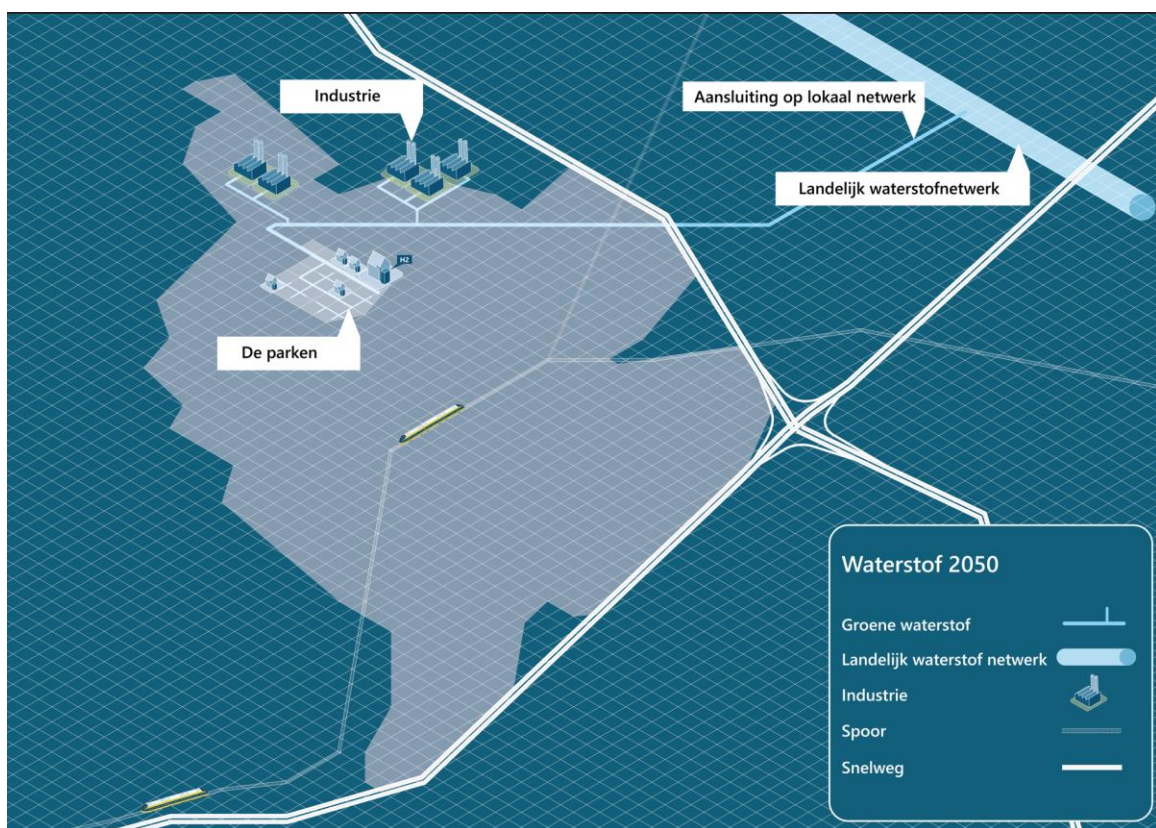
In bijlage IV zijn toekomstscenario's ontwikkeld waarbij de wijk overgaat op waterstof of op groengas. Daarnaast is ook gekeken naar alternatieven zoals het warmtenet (warmtenet Kerschoten of de warmterotonde) onderzocht en hoog temperatuur warmtepompen.

3.3.1 Waterstofscenario

In afbeelding 3.4 is het toekomstscenario gevisualiseerd voor een warmtevoorziening op waterstof in 2050. In dit plaatje zijn de verschillende onderdelen, of puzzelstukjes, in kaart gebracht:

- infrastructuur: lokaal gasnet in de wijk, het landelijke waterstofnetwerk van de Gasunie, en de aansluiting op de wijk;
- stakeholders: naast de wijk is in dit scenario de industrie ook een belangrijke stakeholder. Om een aansluiting te realiseren dient de lokale vraag naar groene waterstof in de wijk gebundeld te worden met de behoefte vanuit de industrie. Hoe groter en flexibeler de vraag jaarrond uit de industrie hoe beter om de grote winterpiekvraag vanuit de wijk te mitigeren;
- de wijk: de wijkbewoners hebben in dit scenario de 'No-Regret' maatregelen genomen waardoor zij gereed zijn voor de transitie naar waterstof.

Afbeelding 3.4 Toekomstvisie scenario waterstof 2050



Het scenario voor waterstof in 2050 gaat uit van een aansluiting op het landelijke waterstofnetwerk. Zonder deze aansluiting zal er niet voldoende gegarandeerde waterstof door het jaar heen beschikbaar zijn voor de woningen in De Parken. Gegeven het feit dat de kosten voor de aansluiting voor de afnemende partijen komen te liggen, zal er actief gezocht moeten worden naar overige (industriële) afnemers waarmee samengebundeld kan worden. De eventuele realisatie van een lokale elektrolyser kan in de transitieperiode (tot 2050) zorgen voor een beschikbaarheid van waterstof. Echter wordt in dit geval de lokale keten complexer:

- er zal lokaal een waterstofopslag moeten komen;
- er moet een voldoende zware aansluiting op het lokale elektriciteitsnet kunnen komen;
- onbalans in waterstofproductie en -vraag door het jaar heen moet lokaal gemitigeerd (seizoenopslag).

Voordelen van waterstof in de gebouwde omgeving

De belangrijkste voordelen voor het gebruik van waterstof voor de ruimteverwarming van woningen zijn de weinige aanpassingen nodig in de woning, de mogelijkheid om volledig van het aardgas te gaan, en minder noodzaak voor verregaande isolatie (t.o.v. all-electric). Zie paragraaf 2.2 in Bijlage IV voor meer toelichting hierover.

'No-Regret' maatregelen

Maatregelen op de korte termijn die niet leiden tot desinvesteringen zijn 'No-Regret' maatregelen genoemd. Dit zijn maatregelen die geadviseerd worden om te nemen ongeacht of wijk in de toekomst inzet op waterstof of groengas of zelfs alternatieven als een warmtenet of een all electric Hoog temperatuur warmtepomp. Tabel 3.1 hieronder geeft aan wat de No-Regret maatregelen zijn voor de inwoners, en geeft verder aan welke maatregelen door gemeente Apeldoorn en CDP op welke termijn genomen dienen te worden voor het waterstofscenario.

Tabel 3.1 Maatregelen korte, middellange en lange termijn voor het waterstofscenario

Stakeholder	2023-2030	2030-2050	2050 en verder
de inwoner	uitvoeren van de No-Regret maatregelen: - de woning (aanvullend) isoleren naar energielabel D/D+ (of B/B+ indien kostentechnisch haalbaar) - CV-ketel na levensduur vervangen met hybride- of all electric warmtepomp - koken op inductie - verandering in gedrag: bewust omgaan met energie	- aanschaffen H2-ready ketel/hybride warmtepomp na afschrijving CV-ketel of all elektriek warmtepomp - Verandering in gedrag: bewust omgaan met energie	- verandering in gedrag: bewust omgaan met energie
coöperatie De Parken	- duidelijkheid bieden over voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een alternatieve oplossing - zorgdragen voor een wijk gedragen oplossing in goede afstemming met de gemeente - inwoners toelichten en informeren over de verschillende type cv-ketels: de hybride warmtepomp, de hoge temperatuur warmtepomp en de H2-ready ketel - ondersteuning bij isoleren en energiebesparende maatregelen, bijv. door opzetten collectieve inkoopactie - contacten onderhouden met andere bewonersinitiatieven om van te leren of mee samen te werken - gesprek blijven voeren met stakeholders van waterstof netwerkverbinding en onderzoek/ ontwikkelingen volgen - vraag bundelen met lokale industrie - mogelijkheden lokale elektrolyser uitzoeken etc. - ontwikkelen relaties en verkennen modellen met stakeholders	- gesprek blijven voeren met stakeholders van waterstof netwerkverbinding en onderzoek/ ontwikkelingen volgen - vraag bundelen met lokale industrie - mogelijkheden lokale elektrolyser uitzoeken - aandeel nemen in zon/wind project - contact met leveranciers H2-ready ketels - project starten aansluiting op landelijke waterstof netwerk tot en met realisatie - verkennen en komen tot definitieve projectafspraken - ook betrekken van Liander hierin, i.v.m. de extra functie van peak shaving van het net	- aansluiting op het landelijke waterstofnetwerk voor De Parken - ondersteunende rol bieden aan inwoners
	2023	2030-2050	2050 en verder
gemeente Apeldoorn	- duidelijkheid bieden en ondersteuning faciliteren over te kiezen voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een alternatieve oplossing	- lobby landelijk waterstofnetwerk aansluiting, brede regionale stuurgroep vormen - mogelijkheden lokale elektrolyser uitzoeken	- aansluiting op het landelijke waterstofnetwerk voor De Parken

Stakeholder	2023-2030	2030-2050	2050 en verder
	- budget vrijmaken ter ondersteuning collectieve inkoop actie isolatie en andere besparingsmaatregelen - lobby landelijk waterstofnetwerk aansluiting organiseren	- contact met leveranciers H2-ready ketels - faciliteren contact met lokale industrie - ondersteunen bij aanvraag vergunningen - coördineren project aansluiting op landelijke waterstof netwerk tot en met realisatie	

De 'No-Regret' maatregelen worden in Bijlage IV, hoofdstuk 3, verder toegelicht.

3.3.2 Groengas scenario

Het toekomstvisie scenario voor groengas is hieronder in afbeelding 3.5 uitgebeeld. In dit scenario wordt het groengas geproduceerd uit verschillende biomassabronnen. Deze bronnen zijn: mest vanuit de boeren, GFT-afval in Apeldoorn en slib vanuit de rwzi.

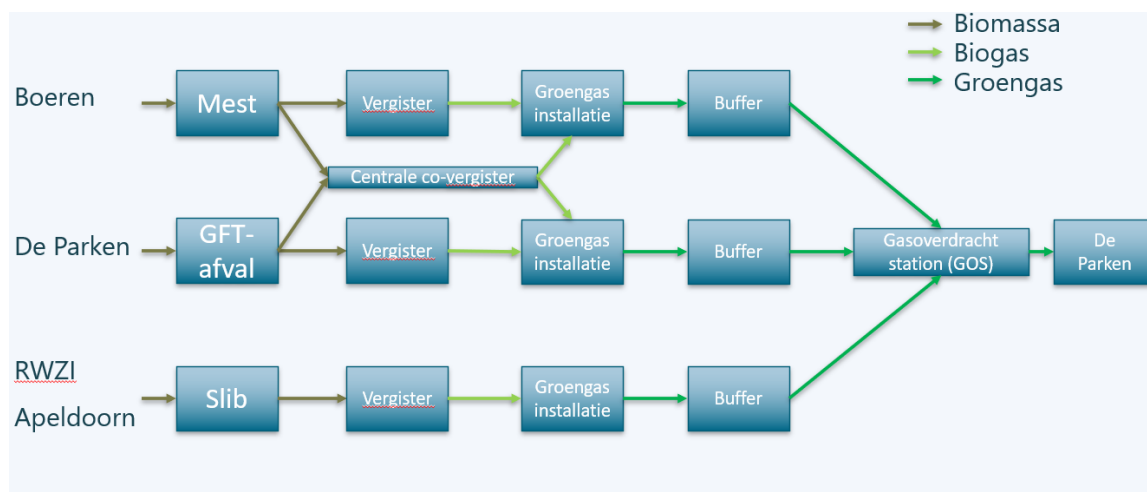
Afbeelding 3.5 Toekomstvisie scenario groengas voor De Parken in 2050



De productieketen om uit de verschillende typen biomassa groengas te produceren is vergelijkbaar. De biomassa dient op een centraal punt ingezameld te worden, vervolgens wordt het gevoed aan een vergistingsinstallatie welke er biogas van maakt. Daarna wordt het biogas gevoed aan een gasopwerkingsinstallatie om er groengas van te maken, welke in samenstelling gelijk is aan aardgas en direct gevoed kan worden in het huidige gasnet en de huidige CV-ketels. Het geproduceerde groengas wordt

vervolgens in een buffer opgeslagen, welke een aansluiting heeft op het lokale gasnet. De productieketens voor mest, GFT-afval en slib zijn hieronder in afbeelding 3.6 weergegeven.

Afbeelding 3.6 Overzicht van de ketens voor het groengas scenario in 2050



3.3.3 Alternatieven

Warmtenet

Er zijn momenteel twee warmtenetinitiatieven in Apeldoorn waar De Parken mogelijk op kan aansluiten indien duurzaam gas niet haalbaar blijkt: Warmtenet Kerschoten en Warmterotonde Apeldoorn. Waar het warmtenet in Kerschoten met behulp van thermie uit effluent alleen de wijk Kerschoten verwarmt, zal de warmterotonde voor Apeldoorn op basis van meerdere bronnen heel Apeldoorn verwarmen in 2050, als alles volgens planning verloopt.

Het initiatief voor een warmtenet in Kerschoten is hierbij het meest concreet, waarbij de verwachting is dat de eerst huizen in 2025 worden aangesloten. De warmterotonde in Apeldoorn is, in tegenstelling tot warmtenet Kerschoten, nog in een vroege verkenningsfase.

Een warmtenet in De Parken heeft ten opzichte van duurzaam gas voor- en nadelen. Het grootste voordeel is extra zekerheid in het behalen van een gasvrij 2050. Een warmtenet heeft de mogelijkheid tot gebruik van makkelijkere beschikbare bronnen op meerdere locaties in de gemeente Apeldoorn dan duurzaam gas. Daarbij is er vanuit de Warmtewet en de rolname als ontwikkelaar (mede)exploitant door de gemeente, prijsbescherming voor de gebruikers. Dit maakt het ten opzichte van de duurzaam gas scenario's aantrekkelijk. Een risico is dat er in De Parken door de bewoners is uitgesproken dat zij warmte middels een duurzame gasbron willen krijgen. Hierdoor lijkt er minder of geen draagvlak voor aanleg van een warmtenet. Daarbij zal het zonder voldoende aansluiting niet lukken om een positieve businesscase te vormen, waardoor het risico aanwezig is dat geen exploitant zich zal melden om dit project aan te nemen.

Hoog temperatuur warmtepompen (HT WP)

Een hoog temperatuur warmtepomp is een all-electric oplossing voor het duurzaam verwarmen van De Parken. Net als het hybride warmtepompsysteem is deze warmtepomp in staat om de gewenste temperatuur te leveren voor een CV-systeem waar een conventionele warmtepomp dat niet kan. Voorlopig is dit type warmtepomp nog niet gebruikt doordat deze nog niet financieel competitief is: het rendement van de warmtepomp is fundamenteel lager dan van een normale warmtepomp. De belangrijkste bottlenecks voor de hoog temperatuur warmtepomp zijn: een te lage efficiëntie, hoge kosten, en het veroorzaken van netcongestie. In bijlage IV, paragraaf 2.5, worden de voor- en nadelen van de hoog temperatuur warmtepomp verder toegelicht.

3.3.4 Motivatie per criteria

De scenario's voor waterstof en groengas (de duurzame gassen) en de alternatieven zijn ieder beoordeeld op zes criteria. Op basis van deze analyse is de keuze gemaakt voor het voorkeursalternatief.

Waterstof

- **Duurzaamheid (scoort positief):** Mits de waterstof groen geproduceerd kan worden uit nabij gelegen zonneweides. Door hier direct op aan te sluiten verminder je ook congestie op het net. Daarbij kunnen ook de restproducten zuurstof en restwarmte ingezet worden om andere processen te verduurzamen.
- **Betrouwbaarheid (scoort positief):** Om groen te produceren zeer afhankelijk van de zon en wind, en deze bronnen zorgen voor onbalans in vraag en aanbod in de seizoenen. In 2050 wordt uitgegaan van aanbod via het landelijke netwerk. Daarmee is de betrouwbaarheid van levering erg hoog, ook in de winter.
- **Betaalbaarheid (scoort negatief):** Aansluiting op de backbone is erg duur. Daarbij zijn de operationele kosten van de verbranding van waterstof ook kostelijk in vergelijking met groen gas of warmte uit een warmtenet. De business case van een elektrolyser is ook in veel gevallen moeilijk positief te maken. Daarbij komen ook nog kosten aan een (duurdere) waterstof CV-ketel. En tot slot is de prijs die voor elektriciteit betaald wordt een belangrijke kostenpost. Ondanks verwachtingen dat deze op termijn goedkoper zal worden is dit pas ver na 2050, omdat er tot die tijd schaarste zal zijn door elektrificatie van de industrie en noodzaak om stroom te importeren. Wel zijn er op Europees, nationaal en regionaal niveau veel subsidies beschikbaar.
- **Haalbaarheid (scoort neutraal):** Er is zekerheid dat het landelijke waterstofnetwerk ten oosten van Apeldoorn zal komen. Het lastige ervan is om de aansluiting te realiseren. Of de aansluiting tegen die tijd komt hangt af van gebundelde inspanning en organisatie vanuit CDP, de gemeente Apeldoorn, industrie in Apeldoorn samen met de regionale en lokale overheden en netbeheerders. De Regio Stedendriehoek voert de lobby richting HNS voor aansluiting op het landelijke waterstofnetwerk. De gemeente Apeldoorn heeft zich daarbij aangesloten. Verder dient er in de waterstofketen ook opslag gerealiseerd te worden om waterstof op te slaan in tijden van overproductie (zomer) tot tijden van onderproductie (winter). De opslag van waterstof is technisch gezien goed mogelijk, echter blijven er uitdagingen vanuit ruimtelijke inpassing en wet- en regelgeving bestaan.
- **Primaire elektriciteitsverbruik (scoort negatief):** Wanneer er waterstof ingezet wordt voor de warmtevoorziening middels een hybride warmtepomp of waterstof CV-ketel, heb je geen direct elektriciteitsverbruik voor de ruimteverwarming en heet water. Bij lokale productie is er ook lokaal elektriciteit nodig voor het elektrolyse proces. Bij productie elders is dit ook het geval, maar wordt het elektriciteitsnet niet belast voor transport van de energie. Vanwege de hoge efficiëntie (SCOP) heeft een hybride warmtepomp over het jaar gerekend 4 tot 5 maal minder elektriciteit nodig dan wat er in de hele keten nodig is bij toepassing van een cv-ketel op groene waterstof.
- **Draagvlak (scoort positief):** De bewoners hebben aangegeven een duurzaam gas als eindoplossing te zien en waterstof wordt daarbij door hen beschouwd als een duurzaam en milieuvriendelijk oplossing. De CDP en de gemeente ondersteunen de bewoners hierin door de bewoners te informeren (middels bijv. dit onderzoek).

Groengas

- **Duurzaamheid (scoort neutraal):** Vervangt aardgas volledig en daarmee de (fossiele) CO₂ uitstoot voor de wijk. Daartegenover staat wel dat de toepassing in de woning zorgt voor CO₂ uitstoot. Draagt bij aan onafhankelijk worden van het buitenland voor de energie aanbod, groengas kan binnen NL grenzen geproduceerd worden. Lokale ketens worden ontwikkeld om biomassa om te zetten in groengas. Biomassa die nu nog geschikt lijkt voor energieproductie kan dat echter in de toekomst niet meer zijn, omdat meer duurzame toepassingen van de biomassa worden ontwikkeld en door de overheid geëist.
- **Betrouwbaarheid (scoort neutraal):** de groengasproductie is sterk afhankelijk van levering van biomassa (mest, slib, gft). Productie verandert daardoor ook door de seizoenen heen. Tegelijkertijd zijn de hoeveelheden mest, slib en GFT-afval makkelijk te voorspellen en zullen deze bronnen van biomassa in de toekomst blijven bestaan.
- **Betaalbaarheid (scoort neutraal):** bekende technologie, leidingen kunnen zonder aanpassingen gebruikt worden. Vergt nog wel opzetten van de keten, waaronder een vergistingsinstallatie,

gasopwerkingsinstallatie en een buffer. Door het verdelingsvraagstuk is prijsvoordeel van deze techniek minder relevant. Lokaal weinig aanwezig en kan het maximaal 10 % van de vraag dekken in 2050.¹

- **Haalbaarheid (scoort negatief):** moeilijk te organiseren en vergt dus veel inspanning en initiatief vanuit CDP. Er moet met meerdere stakeholders (waterschap, veehouders, afvalinzamelaar) samengewerkt worden om voldoende leveringszekerheid te garanderen. Momenteel zijn er geen initiatieven voor mestvergisting of GFT-afval vergisting in de gemeente Apeldoorn bekend, en is er ook geen extra capaciteit op de korte termijn voor groengas uit slibvergisting bij de rwzi Apeldoorn. Ook voor groengas dient er een opslag gerealiseerd te worden.
- **Primaire elektriciteitsverbruik (scoort positief):** inzet groengas met hybride warmtepompen betekent dat je voor de basislast gebruik maakt van een minimale hoeveelheid elektriciteit. Op koude dagen schakelt de hybride warmtepomp over naar de gasgestuurde ketel.
- **Draagvlak (scoort positief):** Groengas wordt gezien als een duurzaam gas en mogelijke vervanger voor aardgas in de gebouwde omgeving. Door het feit dat groengas lokaal geproduceerd wordt (uit eigen GFT-afval, lokale slib en kunstmest) wordt perceptie door bewoners positiever. De CDP en de gemeente ondersteunen de bewoners hierin door de bewoners te informeren (middels bijv. dit onderzoek).

Warmtenet

- **Duurzaamheid (scoort positief):** De duurzaamheid wordt sterk bepaald door de bronwarmte die gebruikt wordt voor het warmtenet. Wanneer als bron de restwarmte van bijv. de rwzi, lokale industrie of een elektrolyser ingezet wordt, kun je een ruimteverwarming realiseren met een zeer lage CO₂-uitstoot.
- **Betrouwbaarheid (scoort positief):** Bij realisatie en gebruik van verschillende warmtenetten in het land is gebleken dat warmtenetten zeer stabiel zijn en een hoge leveringszekerheid (vrijwel 100 %) kennen.
- **Betaalbaarheid (scoort neutraal):** Het aanleggen van een warmtenet vraagt om een grote initiële investering. Voor de bewoners zijn er vaste en variabele kosten. De vaste kosten bestaan uit aansluitkosten en kosten voor gebruik en onderhoud. De variabele kosten bestaan uit het verbruik van warm water en warmte. De Autoriteit Consument & Markt (ACM) bepaalt iedere jaar wat deze kosten zijn, zodat de consument beschermd wordt tegen te hoge kosten. Door de toekomstige Wet Collectieve Warmte moet een groter publiek belang de betaalbaarheid nog beter waarborgen.
- **Haalbaarheid (scoort neutraal):** De haalbaarheid wordt grotendeels bepaald door de beschikbaarheid van warmte voor een langere tijd, het inpassen van de benodigde infrastructuur.
- **Primaire elektriciteitsverbruik (scoort positief) :** Woningen die aangesloten zijn op een warmtenet hebben in de woning geen elektriciteit meer nodig voor warm water en ruimteverwarming (maar nog wel voor inductie koken en andere elektronische apparaten). Het warmtenet zelf heeft nog wel een aanzienlijk elektriciteitsverbruik, namelijk voor eventuele centrale warmtepompen en voor het rondpompen van het warmwater door het net.
- **Draagvlak (scoort neutraal):** De bewoners van De Parken hebben reeds eerder in een stemming gekozen voor een duurzaam gas als de voorkeursoptie voor een duurzame ruimteverwarming in de wijk. Als echter de betaalbaarheid van een warmtenet voor de bewoners beter is dan die van een gas gebaseerde variant kan dit leiden tot een positief draagvlak.

All-electric - hoge temperatuur warmtepompen (HT WP)

- **Duurzaamheid (scoort neutraal):** Indien de HT WP gevoed wordt met groene stroom kan uitstoot van CO₂ volledig vermeden worden. Echter, de nog lage efficiëntie (SCOP) betekent dat er per eenheid elektriciteit relatief weinig warmte wordt geproduceerd. Ontwikkelingen in het gebruik van natuurlijke koelmiddelen, zoals propaan of CO₂, zullen naar verwachting de efficiëntie van hoge temperatuur warmtepompen verhogen.
- **Betrouwbaarheid (scoort neutraal):** Het werkingsprincipe is bewezen en hetzelfde als bij de reguliere warmtepompen. Echter wordt de HT WP nog niet veel toegepast en is moeilijk te zeggen of ze betrouwbaar zijn.
- **Betaalbaarheid (scoort negatief):** De HT WP is momenteel nog te duur en dient doorontwikkeld te worden voordat deze competitief in prijs wordt.
- **Haalbaarheid (scoort negatief):** Wij zien de HT WP niet als haalbare oplossing op de korte en middellange termijn. De belangrijkste redenen hiervoor zijn de nog te hoge kosten, lage efficiëntie en de netcongestie.

¹ Contouren en instrumenten voor een Routekaart groengas 2020-2050, CE Delft, 2018

- **Primaire elektriciteitsverbruik (scoort negatief)** : Primaire elektriciteitsverbruik in de woning is bij een HT WP all-electric. Dit vraagt veel van het elektriciteitsnet en draagt flink mee aan de (lokale) netcongestie.
- **Draagvlak (scoort negatief)**: De bewoners van De Parken hebben reeds eerder in een stemming gekozen voor een duurzaam gas als de optie voor een duurzame ruimteverwarming in de wijk. Als deze variant dan ook nog eens duur is zal dit niet bijdragen aan het draagvlak.

3.3.5 Gekozen voorkeursalternatief

Uit de analyse komt naar voren dat zowel waterstof als groengas niet gemakkelijk te realiseren zijn en dat geen van beide opties er met kop en schouder boven uitsteekt. Op basis van ingeschatte haalbaarheid en maatschappelijke tendens achten we het scenario voor waterstof in het totaalplaatje gunstiger. De belangrijkste redenen hiervoor zijn:

- het beschikbaar maken van waterstof wordt door de overheid al op een nationaal niveau steviger op ingezet, zoals onder andere te zien is aan de realisatie van het landelijke waterstofnetwerk van de Gasunie;
- het gebruiken van het landelijke waterstofnetwerk als bron neemt gelijk een moeilijke uitdaging weg in de energietransitie: de onbalans tussen de seizoenen. In het scenario voor groengas zul je in de keten ook aan opslag moeten denken, om overtollig groengas productie in te zomer te bewaren voor in de winter. Daarnaast wordt er door het jaar heen in sommige maanden meer en in andere maanden minder biogas uit mest, slib en GFT-afval geproduceerd;
- waterstof kan ingezet worden op zowel een hybride warmtepomp (in de transitieperiode naar waterstof) als, in de toekomst, op een waterstof CV-ketel;
- in het waterstofscenario hoef je, uitgaande van het landelijke waterstofnetwerk, lokaal geen waterstof op te slaan. Het organiseren van een waterstofopslag brengt veel obstakels met zich mee vanuit wet- en regelgeving, ruimtelijke inpassing, veiligheid en economisch perspectief;
- in het waterstofscenario kun je met één bron (het landelijke gasnetwerk) al je energievraag in de wijk invullen. Bij groengas moet je met meerdere bronnen werken (mest, slib, GFT-afval), en deze dus ook ieder (apart) organiseren. Dit vergt voor CDP en de gemeente veel inspanning en organisatorische maatregelen;
- echter, zoals ook aangeduid is op de Waterstofladder, is het inzetten van groene waterstof in de gebouwde omgeving geen prioriteit.

3.3.6 Business case voorkeursoplossing

In de businesscase van waterstof is geredeneerd of er een financiële stimulans is voor waterstof ten opzichte van het Business-as-usual (BAU) scenario. Hieruit is gebleken dat er op de lange termijn geen bepalende financiële drempel is om te kiezen voor het waterstof scenario. Het waterstof scenario heeft vergelijkbare financiële resultaten als het BAU scenario van aardgas. Hierbij liggen de geschatte Total Cost of Ownership (TCO) van het waterstofscenario tussen **M€ 80-330** met een totale investering tussen **M€ 30-120**, operationele kosten **M€ 0,2-0,8** en variabele kosten per jaar **M€ 1,5-6**. De business-as-usual TCO zit tussen **M€ 80-340**. Hierbij valt op dat de overlap van beide scenario's te groot is om met zekerheid vast te kunnen stellen dat er financiële baat is bij het waterstofscenario.

CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Groengascontract enige korte termijn duurzame gasoplossing

Op de korte termijn lijkt het individueel afsluiten van een contract voor 'virtuele' levering van groengas de enige optie om de gehele wijk 'aardgasvrij' te maken. Er zijn namelijk geen groengas en waterstofbronnen waarop De Parken zich voor 2030 kan aansluiten.

Waterstof als voorkeursoplossing

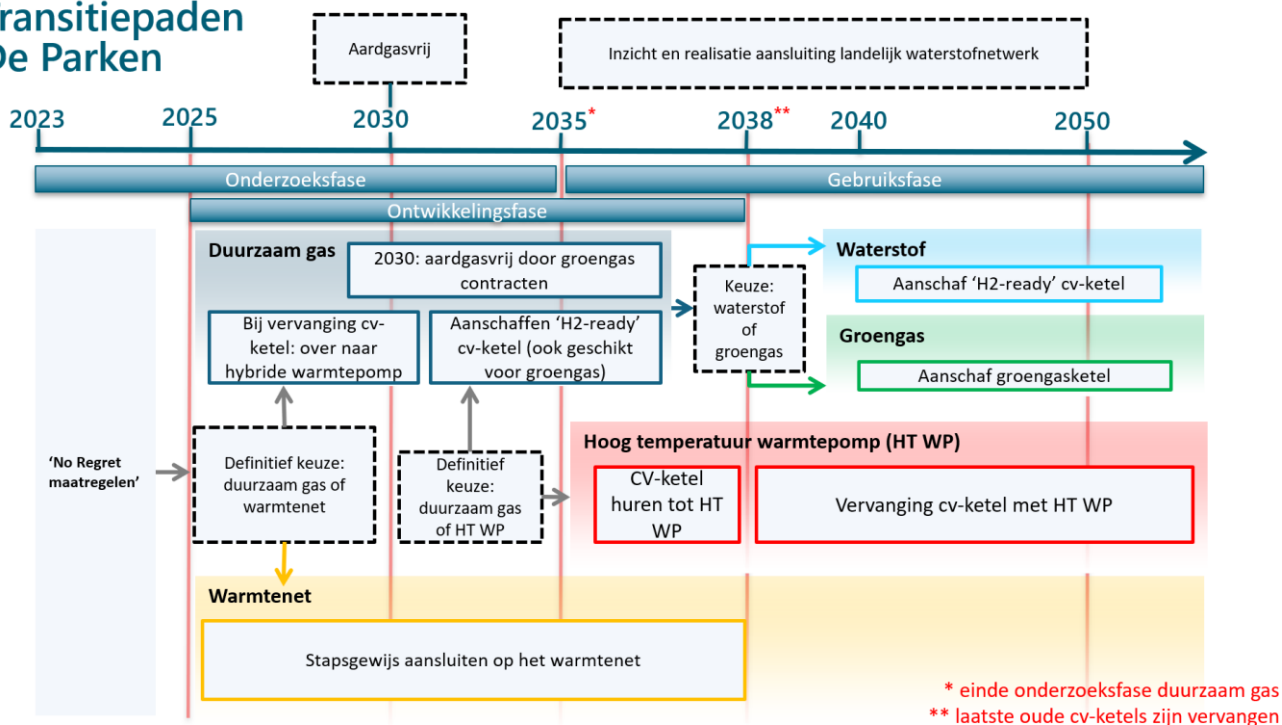
De meest logische oplossing voor de warmtevoorziening op basis van duurzame gassen in De Parken op de lange termijn is een warmtevoorziening gebaseerd op waterstof. De kans wordt klein geacht dat er voor 2050 voldoende waterstof voor warmtevoorziening van woningen in De Parken beschikbaar zal zijn. De reden van de voorkeur voor waterstof, is dat voor waterstof een (inter)nationale infrastructuur wordt ontwikkeld en dat groengas hooguit op regionale schaal wordt gerealiseerd. Dit betekent dat er meer financiering, leveringszekerheid en bestuurlijk draagvlak is voor waterstof. Uit de analyse komt echter naar voren dat zowel waterstof als groengas niet gemakkelijk te realiseren zijn en dat geen van beide opties er met kop en schouder uitsteekt. Daarbij is ook gebleken dat voor zowel waterstof als biogas/groengas er geen lokale bronnen en lopende initiatieven bekend zijn, waarmee kan worden samengewerkt.

Hoewel in een eerdere fase een meerderheid van de bewoners gekozen heeft voor een duurzame gasoplossing in plaats van aansluiting op een warmtenet zou deze keuze nog een keer met de inzichten uit dit onderzoek moeten worden voorgelegd. Het niet kunnen beschikken over een duurzame gasoplossing voor 2030 en mogelijk zelfs tot 2050, geeft namelijk ook tijd om naar alternatieven te zoeken.

Energietransitiepaden voor bewoners van De Parken

De buurtbewoners van De Parken, CDP en de gemeente Apeldoorn zullen nu en de komende tijd voor een aantal belangrijke keuzes komen te staan. In dit rapport hebben we de opties van duurzame gassen geëvalueerd, en daarnaast zijn alternatieve oplossingen onderzocht. In het onderstaande energie transitiepad (afbeelding 4.1) geven we de mogelijke opties en de daarbij horende acties voor de bewoners op een tijdlijn weer.

Transitiepaden De Parken



Hierin zijn een aantal belangrijke momenten te onderscheiden:

- Het eerste belangrijke moment dat de uiteindelijke route zal bepalen is de definitieve keuze tussen het inzetten van een duurzame gas of het warmtenet. Deze keuze dient een hoge prioriteit te hebben voor de bewoners, CDP en de gemeente. Wij stellen in dit transitiepad dat deze keuze uiterlijk vóór 2025 gemaakt moet worden. Dit geeft CDP en de gemeente twee jaar tijd om de keuze te maken tussen aansluiten op een warmtenet of inzetten op een duurzaam gas. Deze periode geeft ook de bewoners tijd om isolatie en andere energiebesparende maatregelen te nemen. Als de keuze is gevallen op een duurzaam gas op de lange termijn, dan betekent dat dat voor zowel groengas en waterstof op de korte en middellange termijn de bewoners hun huidige CV-ketels vrijwel risicoloos kunnen vervangen met een hybride warmtepomp.
- In 2030 is een aardgasvrije ruimteverwarming mogelijk door: 1) in het geval van duurzaam gas scenario in te zetten op individuele of collectieve groengas contracten, totdat waterstof of groengas lokaal beschikbaar is en daarop overgestapt kan worden, en 2) in het geval van het warmtenet scenario door ervoor te zorgen dat alle woningen uiterlijk 2030 aangesloten zijn op het warmtenet.
- 2035 markeert het einde van de onderzoeksfase en dient er een keuze gemaakt te worden of er ingezet wordt op hoog temperatuur warmtepompen, indien deze voldoende efficiënt en beschikbaar zijn. Bewoners kunnen in de tussenperiode 2035-2038 ervoor kiezen om tijdelijk een CV-ketel te huren tot duidelijk is welke route bewandeld wordt.

Het volgende belangrijke moment is rond 2038. Dit is het moment dat de laatste bewoners (uitgaande van 15 jaar levensduur van een CV-ketel) hun CV-ketel vervangen met of een hybride warmtepomp of als waterstof als beschikbaar is met een 'H2-ready' CV-ketel.

Aanbevelingen

Om alle opties open te houden zijn voor de bewoners de volgende 'No-Regret' (geen spijt) maatregelen gedefinieerd:

- afnemen (mix) groengas via Nederlandse energieleveranciers;
- de woning (verder) isoleren;
- naar energielabel D (of B indien kostentechnisch haalbaar);
- CV-ketel na levensduur vervangen met hybride warmtepomp;

- koken op inductie;
- verandering in gedrag: bewust omgaan met energie.

De gemeente Apeldoorn en Coöperatie Duurzame Parken worden geadviseerd te zoeken naar lokale en regionale (industriële) medegebruikers van waterstof en daarmee samen de lobby richting HyNetwork Services (Gasunie) te voeren voor aansluiting op het landelijk waterstofnetwerk.

Daarnaast wordt aanbevolen om met partners in de industrie, Waterschap Vallei en Veluwe, Firan, en energieleveranciers onderzoek te doen naar kansen voor het ontwikkelen van lokale waterstof productie zoals die er ook zijn in Deventer, Zutphen en Zwolle.

Met het oog op het toewerken naar een lokale groengasinfrastructuur wordt aanbevolen met de verwerker van het gemeentelijke GFT, Waterschap Vallei en Veluwe, Friesland Campina, industrieën met een biomassa reststroom in Apeldoorn, Firan, Liander en eventueel een energieleverancier de samenwerking te zoeken. Echter wordt ook aanbevolen de optie van aansluiting van De Parken op een groter warmtenet nader door te rekenen en het resultaat aan de bewoners voor te leggen.

REFERENTIELIJST

- [Vesta | PBL Planbureau voor de Leefomgeving](#)
- [Buurtanalyse tool inzicht in energie-infrastructuur voor gemeenten | Liander](#)
- Installatiemonitor - Publieke eindrapportage februari 2022, <https://www.installatiemonitor.nl/wp-content/uploads/2022/02/Eindrapportage-Installatiemonitor-v2.1.pdf>
- Notitie berekening hybride warmtepomp, ECW
https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/bibliotheek/downloads_getfilem.aspx?id=1339986&forcedownload=true
- [Routekaart Waterstof 2020-2030](#)
- [Regio Stedendriehoek](#)
- [Energiefabriek Apeldoorn | Energie en Grondstoffen Fabriek \(efgf.nl\)](#)
- [Overheid.nl \(2023\)](#)
- [Duurzame Parken](#)
- [Transitievisie Warmte | Gemeente Apeldoorn](#)
- [Welke tarieven mag ik vragen voor het leveren van warmte? | ACM.nl](#)
- [Capaciteitskaart elektriciteitsnet \(netbeheernederland.nl\)](#)
- [Waterstofnetwerk Nederland > Hynetwork Services](#)
- [Waterstofnetwerk Nederland > Gasunie](#)
- [One To Zero Emission | GROHW](#)
- [HOME \(gldh2.nl\)](#)
- [Ontwikkeling Smart Energy Hub Zwolle - H2go \(h2-go.nl\)](#)
- https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en
- <https://ez.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=6185c5a3392e457491b65e962a37431c>
- [nationaleenergieatlas.nl/onderwerpen/verduurzamingspotentieel/potentieel-zonne-energie](#)
- [Brzo 2015 - Kenniscentrum InfoMil](#)
- [Groen gas, een duurzamer alternatief voor aardgas | Vattenfall](#)
- [Groen gas uit mest verder gestimuleerd - LTO](#)
- [Home - Hylife Innovations](#)
- <https://www.nefit-bosch.nl/informatie/persberichten/waterstofketel-h2-ready>
- <https://www.stedin.net/-/media/project/online/files/position-papers/waterstof-workingpaper.pdf>
- [CE Delft 190307 Factsheet Waterstof voor de gebouwde omgeving Def.pdf](#)
- [Waterstof voor de gebouwde omgeving 14 05 2021.pdf \(tudelft.nl\)](#)
- [Stimulerend Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie \(SDE++\) \(rvo.nl\)](#)
- Statista 2022 <https://www.statista.com/statistics/1220812/global-hydrogen-production-cost-forecast-by-scenario/>
- DNV, 2022 <https://www.dnv.com/news/hydrogen-at-risk-of-being-the-great-missed-opportunity-of-the-energy-transition-226628>
- IRENA, 2020 Green hydrogen cost reduction (irena.org)
- DNV GL 2022 https://www.naucher.com/wp-content/uploads/2022/06/DNV_Hydrogen_Forecast_2022.pdf
- CE Delft (2020) [CE_Delft_5T37_Waterstof_voor_Vesta-MAIS_DEF.pdf](#)
- PBL 2020 https://themasites.pbl.nl/leidraad-warmte/2020/assets/pdf/pbl-2020-waterstof-voor-de-gebouwde-omgeving-operationalisering-in-de-startanalyse-2020_4250.pdf
- BloomBergNEF (2019) BNEF Long Form Template (Grid) (bloombergpl.com)

- IRENA, 2019 Hydrogen: A renewable energy perspective (irena.org)
- <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/waterstof-wat-doet-dat-met-het-klimaat>
- DEVELOPMENT OF HIGH PERFORMANCE (LOW NOx) DOMESTIC HYDROGEN BOILERS, DNV GL 2020
- [Over OGG - Oxe Geeft Gas](#)
- <https://www.nplw.nl/technieken/warmtepomp/collectieve-ht-warmtepomp-voor-gebouw/default.aspx>
- <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/isde>, 1-11-2023
- <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/svve>, 1-11-2023
- <https://www.warmtefonds.nl/particulieren>, 1-11-2023
- <https://www.apeldoorn.nl/wonen-en-leven/verbouwen-en-milieu/duurzaamheid/subsidie-woningisolatie>, 1-11-2023
- <https://www.apeldoorn.nl/wonen-en-leven/verbouwen-en-milieu/duurzaamheid/energiefonds>
- <https://www.kerschotenenergieneutraal.nl/wp-content/uploads/2021/12/Mogelijke-volgorde-van-aansluiten-2025-tot-2030-768x696.jpg>
- <https://opendata.cbs.nl/statline/?ts=1637918333241#/CBS/nl/dataset/81309NED/table>
- <https://www.rvo.nl/onderwerpen/brandstofprijzvergelijking>
- <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2022/10/Global-Hydrogen-Flows.pdf>
- <https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/de+leidraad/strategiefactsheets/default.aspx>
- [De rwzi als smart energie-hub](#)

Bijlage(n)



BIJLAGE: LEESWIJZER ONDERZOEK NAAR DUURZAME GASSEN DE PARKEN

BIJLAGE I LEESWIJZER

1 LEESWIJZER

Dit document is de leeswijzer voor het onderzoek naar duurzame gas voor De Parken. Hiermee is inzichtelijk gemaakt waar de antwoorden op de deelvragen van de gemeente Apeldoorn en Coöperatie Duurzame Parken in het rapport en de bijlagen is te vinden. In het overzicht hieronder zijn de deelvragen per criteria gegeven met daarbij een verwijzing naar het betreffende deel in de bijlagen. De complete rapportage bestaat uit één eindrapport met 5 bijlagen:

- bijlage I: Leeswijzer (dit document);
- bijlage II: Inventarisatie, warmtevraag, stakeholders;
- bijlage III: Bronnen, infrastructuur en techniek;
- bijlage IV: Scenario's waterstofgas en groengas;
- bijlage V: Beantwoording van de deelvragen van CDP.

Tabel I.1 Verwijzingen naar de bijlagen op basis van de deelvragen per criteria

Criteria	Deelvraag	Bijlage	Sectie
Financieel:	Business case voorkeursscenario	Bijlage IV	Hoofdstuk 5
	Beoordeling situatie op korte, middellange en lange termijn	Bijlage IV	Hoofdstuk 5
	Waardebehoud en specifieke fondsen	Bijlage IV	Hoofdstuk 3
Technisch:	Energieberekeningen	Bijlage II	Hoofdstuk 2
	Keuze voorkeursscenario	Bijlage IV	Paragraaf 4.4
	Lokaal produceren van duurzaam gas	Bijlage IV	Paragraaf 2.2
	Locatie lokale productie	Bijlage III	Hoofdstuk 2
	Transport en opslag	Bijlage III	Hoofdstuk 2
	Aansluiting op woningen	Bijlage IV	Paragraaf 2.3
	Aanpassingen aan het gasnet	Bijlage II	Paragraaf 3.5
	Implicaties voor isoleren	Bijlage II	Hoofdstuk 2
	Netcongestie en voordelen peak-shaving	Bijlage IV	Paragraaf 2.5
Duurzaamheid:	Duurzaamheid van het gas	Bijlage IV	Paragraaf 2.2 en 2.3
	Garantie zuivere grondstoffen (bij covergisting)	Bijlage IV	Paragraaf 2.3
	Waardeketen groengas	Bijlage IV	Paragraaf 2.3
	Aanjaageffect waterstof	Bijlage IV	Paragraaf 4.2.1, 4.4 en Hoofdstuk 5
Organisatorisch:	Aanpak in de wijk	Bijlage IV	Hoofdstuk 6
	Planning korte, middellange en lange termijn	Bijlage IV	Hoofdstuk 5 en Hoofdstuk 6
	Vergunningen	Bijlage IV	Paragraaf 3.3
	Leveringszekerheid	Bijlage IV	Hoofdstuk 2.2 en 2.3

Criteria	Deelvraag	Bijlage	Sectie
Overig:	Belang voor Apeldoorn	Bijlage IV	Hoofdstuk 2.2 en 2.3
	Aansluiting warmtenet cluster Noord	Bijlage IV	Hoofdstuk 3
	Alternatieven	Bijlage IV	Paragraaf 2.4.2 en Paragraaf 2.5
	Hoog temperatuur warmtepompen	Bijlage IV	Paragraaf 2.5



BIJLAGE: INVENTARISATIE WARMTEVRAAG GROENGAS

BIJLAGE II INVENTARISATIE, WARMTEVRAAG, STAKEHOLDERS

1 INLEIDING

1.1 De Parken - voorloper in de transitie naar aardgasvrije wijken

De Parken is een oude - en unieke - wijk in Apeldoorn. In 2005 kreeg de wijk de status van beschermd stadsgezicht, mede door de aanwezigheid van de vele gemeentelijke en rijksmonumenten. Daarnaast is de wijk één van de vier 'Wijken van de Toekomst' die in 2030 aardgasvrij dienen te zijn.

Momenteel maken de woningen in de wijk bijna uitsluitend gebruik van cv-ketels op aardgas voor de ruimteverwarming. Wel zijn bewoners volop bezig de energievraag te verminderen en in samenwerking met de gemeente te onderzoeken hoe de afhankelijkheid van fossiele bronnen te verminderen. In 2020 is een studie door Witteveen+Bos uitgevoerd om de bewoners van De Parken van voldoende informatie te voorzien in hun keuze van het toekomstige warmtesysteem [Witteveen+Bos, rapportnummer 121384/20-017.433]. Op basis van dat onderzoek hebben bewoners en gemeente nader onderzoek gevraagd.

1.2 Vraagstelling gas gebaseerd warmtesysteem

Op basis van de conclusies van de vorige studie is door de gemeente Apeldoorn de volgende vraag gesteld:

Welk duurzaam gas is -al dan niet in combinatie met een hybride warmtepomp- de beste, meest realistische, haalbare en betaalbare warmtebron als eindoplossing voor een aardgasvrij De Parken voor de lange termijn?

Deze bijlage richt zich op het in kaart brengen van de huidige situatie en warmtevraag, als ook de wensen en eisen van de meest relevant geachte stakeholders.

1.3 Huidige situatie De Parken

Energievraag

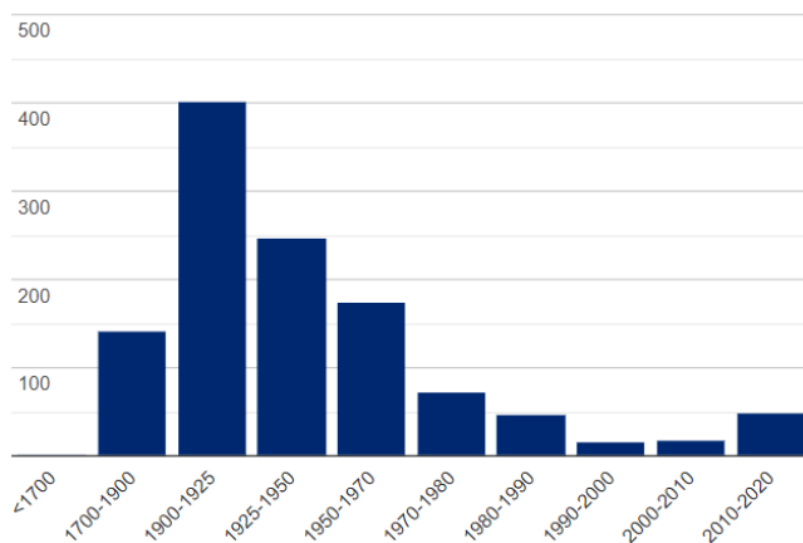
De energieconsumptie in De Parken, 1.003 woningen, is bovengemiddeld hoog doordat het grotendeels bestaat uit grote oude vrijstaande villa's. Voor 2021 was het gemiddelde gas- en elektriciteitsverbruik 2.690 m³ en 4.080 kWh. Dit is vergeleken met het gemiddelde van Nederland, 1.280 m³ en 2.810 kWh¹, hoog.

Bouwjaar

De buurt is sinds 1800 ontwikkeld, zoals ook zichtbaar is in de bouwjaren van de panden in afbeelding 1.1.

¹ <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/81528NED>

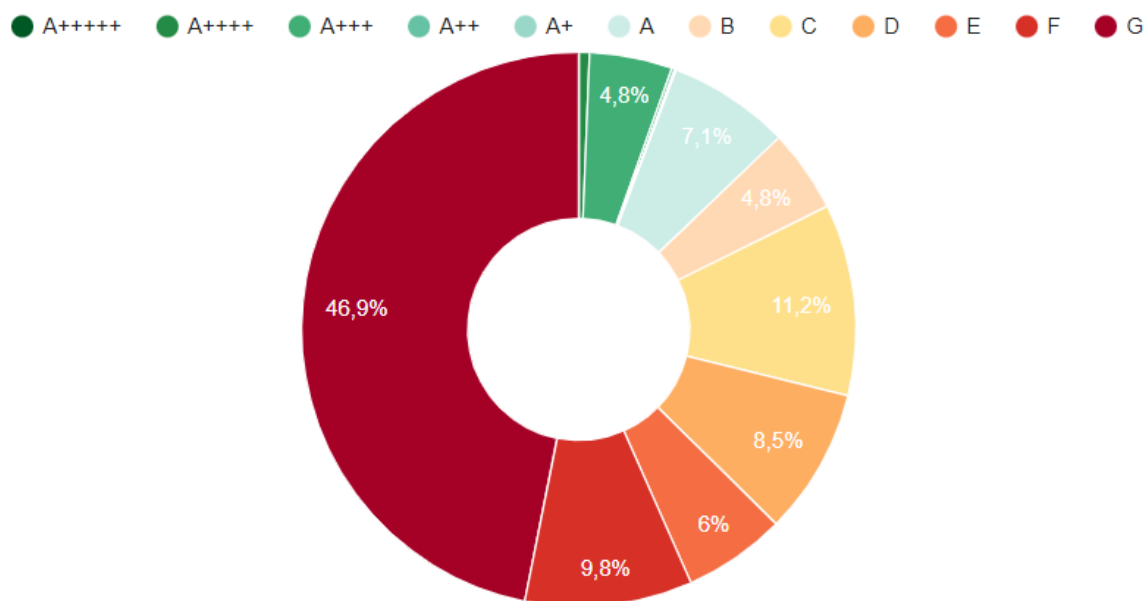
Afbeelding 1.1 Bouwjaren van panden in de wijk de Parken



Energielabel

De ouderdom en het hoge energieverbruik zijn ook terug te zien in de energielabels van De Parken. Van de woningen met bekende energielabels (76 %) heeft 46,9 % het meest onzuinige label G, zoals te zien in afbeelding 1.2. Kortom, met het verduurzamen van de warmtevraag is een hoop CO2 winst te behalen.

Afbeelding 1.2 Energielabel woningen De Parken¹



¹ <https://allecijfers.nl/buurt/de-parken-apeldoorn/>

2 ANALYSE WARMTEVRAAG VESTA MAIS

Om een inschatting te maken welk duurzaam gas voor verwarming van de woningen het best past bij de wijk De Parken is de huidige en toekomstige warmtevraag bepaald met behulp van Vesta MAIS (PBL, 2011). Deze inschatting is nodig om later te bepalen waar het optimum ligt tussen het verbruik van duurzaam gas en het isoleren van woningen. Hierbij is echter niet alleen gekeken naar het isoleren van woningen, maar ook naar een mogelijke overstap naar een hybride warmtepomp voor alle woningen. Daarnaast is gekeken welke woningen geschikt zijn om over te gaan naar all-electric oplossingen. Dit zou de totale vraag naar duurzaam gas voor de Parken terug kunnen dringen. Daarentegen zal het elektriciteitsnet deze extra vraag ook aan moeten kunnen.

2.1 Totale warmtevraag

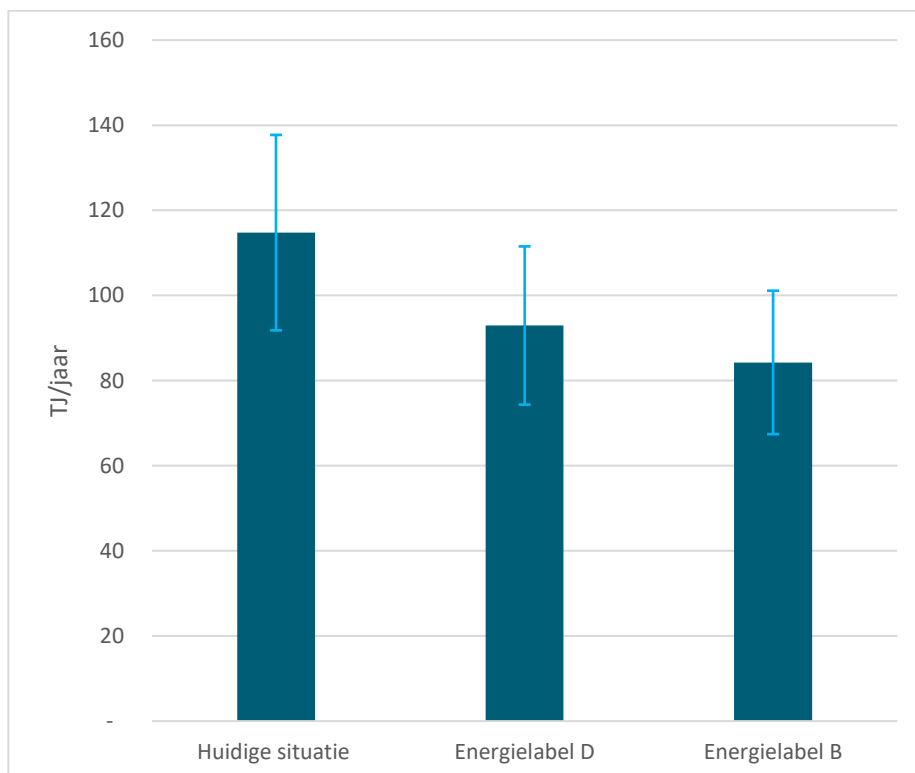
Warmtevraag en energielabel

De totale jaarlijks warmtevraag van de woningen en utiliteit in De Parken is vastgesteld voor de huidige situatie en de situatie waarbij alle panden zouden zijn geïsoleerd tot energielabel D en B. Daarbij is een foutmarge gehanteerd die de onzekerheid laat zien door weersinvloeden en gedrag:

- huidige situatie: 115 ± 23 TJ/jaar;
- label D: 93 ± 19 TJ/jaar;
- label B: 84 ± 17 TJ/jaar.

In afbeelding 2.1 zijn de verschillende configuraties af te lezen die zijn berekend voor De Parken. Verder isoleren dan energielabel B wordt daarbij niet realistisch economisch competitief geacht ten opzichte van andere alternatieven.

Afbeelding 2.1 Totale warmtevraag De Parken voor huidige situatie en energielabel D en B. De foutmargebalk is gebaseerd op standaard deviatie van het weer over de afgelopen 10 jaar



Toelichting berekening warmtevraag

De warmtevraag in Afbeelding 2.1 is berekend met onderstaande vergelijking. Hierin is het gemiddelde verbruik van de Parken in de jaren 2017-2021 volgens het CBS voor woningen vermenigvuldigd met het quotiënt van energieverbruik van utiliteiten en woningen uit de Liander buurtanalyse tool (zie tabel 2.1). Daarbij is het effect van het verhogen van het energielabel geschaald m.b.v. data uit Vesta MAIS, zie Tabel 2.2. De foutmargebalk toont de variatie per jaar veroorzaakt door wisselende weersomstandigheden, $\pm 20\%$, gebaseerd op het aantal graaddagen.

$$\text{Warmtevraag} = \text{Gemiddelde}(\text{Warmtevraag woningen CBS}(2017 : 2021)) * (1 + \frac{26,5}{70,2})$$

Tabel 2.1 Verbruiksdata wijk De Parken. Niet gecorrigeerd voor kookgas en rendement ketel (afwijking van $\sim 1\text{-}2\%$)

Bron	Jaar	Woningen [TJ/jaar]	Utiliteiten [TJ/jaar]	Totaalvraag
Alliander buurtanalyse tool	>2021	70.2	26.5	96.5
CBS	2021	85.4	niet aanwezig	
CBS	2020	74.2	niet aanwezig	
CBS	2019	81.4	niet aanwezig	
CBS	2018	87.4	niet aanwezig	
CBS	2017	88.3	niet aanwezig	

Tabel 2.2 Besparing op totale warmtevraag t.o.v. huidige situatie door verbeteren energielabel gebaseerd op Vesta MAIS

Besparing t.o.v. huidige situatie Object	Energielabel D	Energielabel B
woningen	16.1 %	26.3 %
utiliteiten	26.8 %	27.3 %

2.2 Impact (hybride) warmtepomp op gasvraag

De gasvraag van de Parken kan verder worden gereduceerd door inzet van een hybride warmtepomp of een all-electric warmtepomp.

- door inzet van een hybride warmtepomp kan het gasverbruik voor ruimteverwarming worden gereduceerd met $60\%^1 \pm 18\%^2$;
- door inzet van all-electric warmtepompen bij woningen na 2000 (die voldoende zijn geïsoleerd) daalt het gasverbruik met circa 5 ± 1 TJ/jaar³ voor de hele buurt.

¹ Installatiemonitor - Publieke eindrapportage februari 2022, <https://www.installatiemonitor.nl/wp-content/uploads/2022/02/Eindrapportage-Installatiemonitor-v2.1.pdf>.

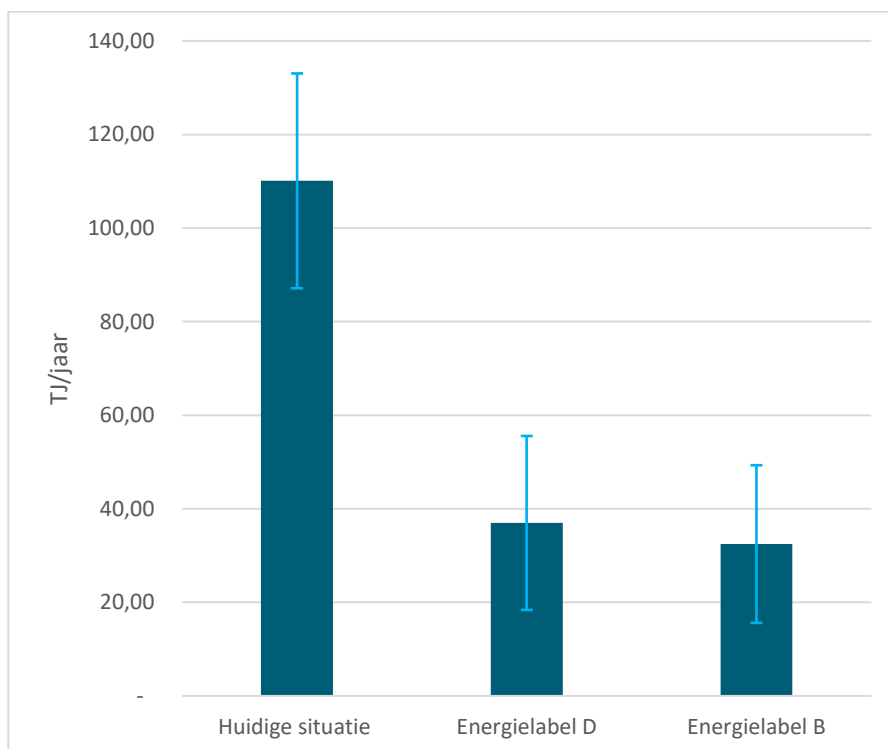
² 78 % volgens Vesta MAIS.

³ Vesta MAIS bepaald voor woningen en utiliteiten.

Het effect van de inzet van (hybride) warmtepompen is weergegeven in onderstaande afbeelding. De inzet van (hybride) warmtepompen zorgt voor een toename van het elektriciteitsverbruik. Hierbij is uitgegaan van een Seasonal Coefficient Of Performance (SCOP) van de (hybride) warmtepomp van 3,8¹.

- elektriciteitsverbruik bij isolatie tot label D: 14.7 ± 3.0 TJ/jaar;
- elektriciteitsverbruik bij isolatie tot label B: 13.6 ± 2.7 TJ/jaar.

Afbeelding 2.2 Warmtevraag te voldoen in duurzaam gas van De Parken voor de huidige situatie en de situatie waarin woningen naar energielabel D of energielabel B overgaan. Met all-electric en hybride warmtepomp tegenover de huidige situatie. De foutmarge is gebaseerd op de standaarddeviaties van het aantal graaddagen over afgelopen 10 jaar ($\pm 20\%$) en foutmarge effect hybride pomp ($\pm 20\%$)



Panden gebouwd na het jaar 2000 hebben relatief de laagste kosten om naar all-electric over te gaan. Door het bouwbesluit van 1992 zijn woningen sinds die tijd standaard verder geïsoleerd dan voorheen. Echter is gekozen om 2000 als maatgevend startjaar te gebruiken, omdat hier met meer zekerheid kan worden gesteld dat de isolatie ook voldoet aan de die nieuwe verbeterde waarde.

2.3 Piekvraag warmte en elektriciteit

Piekvraag warmte

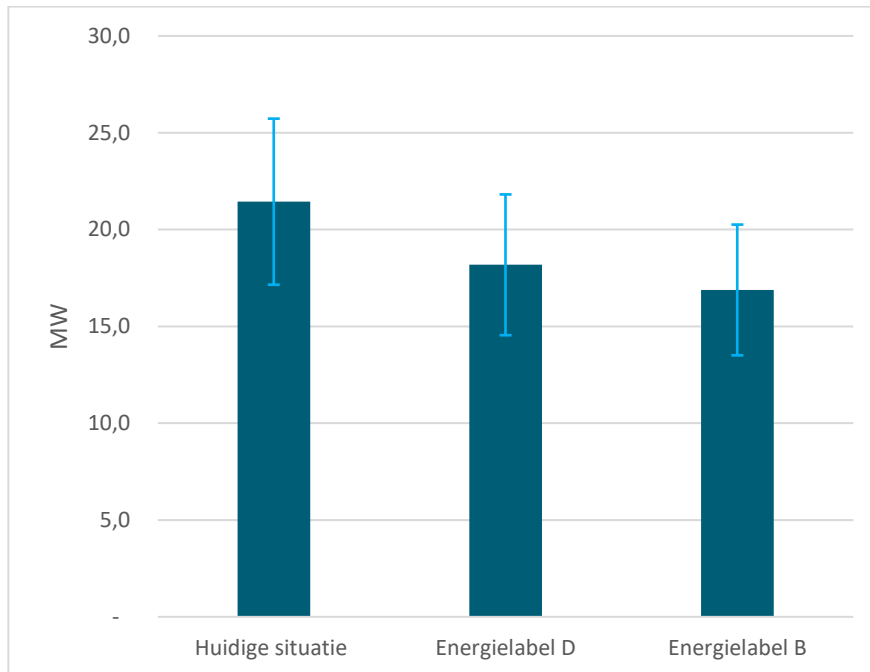
De piekvraag van warmte, zie afbeelding 2.3, is berekend op basis van de daling van de totaalvraag in warmte voor het verbeteren van het energielabel. De aansluitwaarde in het huidige scenario ligt hierbij rond $21 \pm 4,2$ MW aldus berekend met Vesta MAIS. Daarbij is rekening gehouden met het effect van gelijktijdigheid van de vraag. Deze piekvraag zal bij het gebruik van een hybridewarmtevraag grotendeels gelijk blijven. Een hybridewarmtepomp gebruikt tijdens de piek, aardgas voor het verwarmen. De verwarmingsmethode is dus niet anders tijdens de piek dan met een cv-ketel. Wel zal de piekvraag naar

¹ Notitie berekening hybride warmtepomp, ECW

https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/bibliotheek/downloads_getfilem.aspx?id=1339986&forcedownload=true

aardgas afnemen met $2 \pm 0,8$ MW omdat buiten de piek koude momenten de woningen elektrisch worden verwarmd.

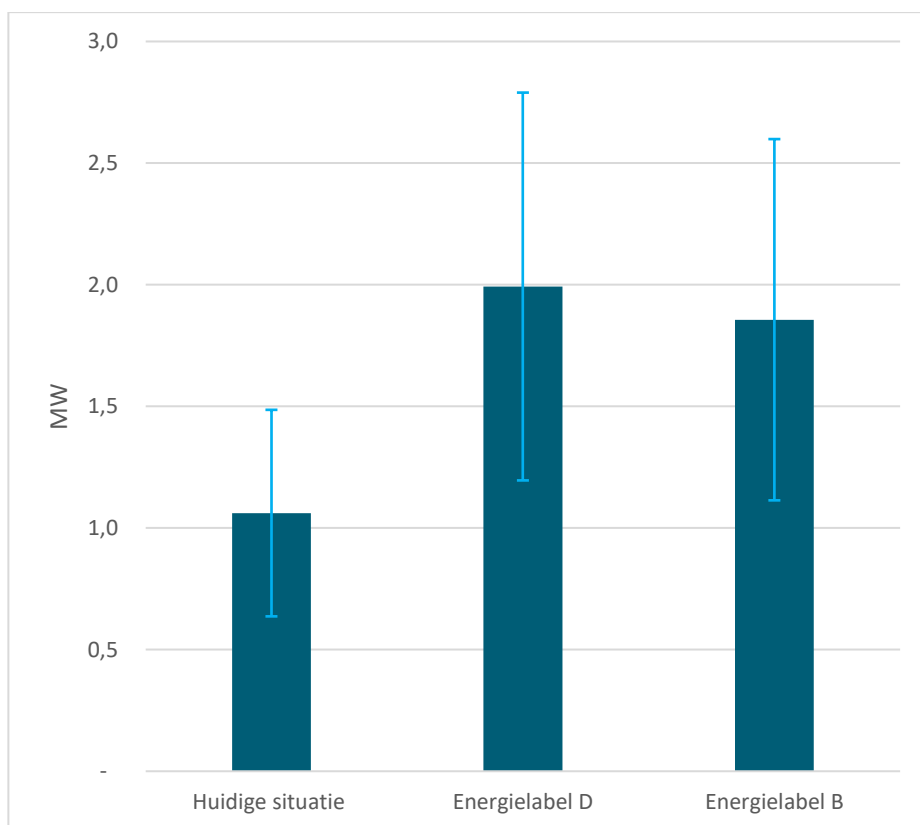
Afbeelding 2.3 Piekwarmtevraag van duurzaam gas De Parken. Foutmarge gebaseerd op standaard deviatie van het aantal graaddagen over afgelopen 10 jaar ($\pm 20\%$)



Piekvraag elektriciteit

Door het gebruik van warmtepompen is er ook een stijging in de piekvraag van elektriciteit, zoals weergegeven in afbeelding 2.4. Deze stijging is maximaal rond de $2 \pm 0,8$ MW gebaseerd op een SCOP van 3,8.

Afbeelding 2.4 Piek elektriciteitsvraag De Parken bij toepassing van all-electric en hybride warmtepomp. Foutmarge gebaseerd op standaard deviatie van het aantal graaddagen over afgelopen 10 jaar ($\pm 20\%$)



3 INPUT STAKEHOLDERS

In dit hoofdstuk bespreken we de rollen en wensen van de meest relevant geachte stakeholders. De geconsulteerde stakeholders zijn:

- Coöperatie Duurzame Parken (CDP) - werkgroep 2;
- Regio Stedendriehoek;
- Gemeente Apeldoorn;
- Waterschap Vallei & Veluwe;
- Liander.

Hieronder zijn de belangrijkste punten per stakeholder te vinden.

3.1 Coöperatie Duurzame Parken (CDP) - Werkgroep 2

De onlangs opgerichte Coöperatie Duurzame Parken (hierna: CDP) is in het leven geroepen om het proces van verduurzaming op een meer professionele manier aan te pakken. Vanuit één van de werkgroepen (werkgroep 2) van CDP is een aantal documenten opgesteld, waarin een overzicht gegeven wordt van:

- waterstof en biogas/groengas (definiëring, productie, toepassing);
- grootschalige en lokale productie van waterstof en groengas;
- berekeningen op basis van energievraag in de wijk;
- de rol van waterstof in de energietransitie van de wijk;
- een evaluatie van de potentie van geothermie.

De belangrijkste conclusies uit deze stukken zijn:

- in 2030 dienen alle woningen geïsoleerd te zijn; tussen 2030 en 2050 voorsorteren op de eindoplossing na 2050;
- tussentijdse koerswijzigingen (en dus desinvesteringen) zijn niet wenselijk. Er dient te worden vermeden investeringen te doen die niet in lijn zijn met een haalbare aardgasvrije warmteoplossing voor De Parken;
- voor de periode 2030-2050 is de keuze voor de technologie een Alkalische elektrolyser voor lokale productie van waterstof;
- de hybride warmtepomp oplossing is met name geschikt voor moeilijk(er) te isoleren woningen, waar all-electric niet 100 % in de warmtevraag kan voorzien.

De CDP en de bijbehorende werkgroepen vormen een belangrijke schakel in het verduurzamingsproces van de wijk. Ze zijn van cruciaal belang voor het informeren, ondersteunen en inspireren van de bewoners met betrekking tot verschillende duurzaamheidsaspecten.

3.2 Regio Stedendriehoek

De Regio Stedendriehoek is een organisatie die zich inzet voor onder meer bedrijven, kennisinstellingen en (de bewoners van) acht gemeenten. Daaronder vallen de gemeenten Apeldoorn, Brummen, Deventer, Epe, Heerde, Lochem, Voorst en Zutphen.

Eén van de rollen die de Regio Stedendriehoek heeft is het vergroten van de beschikbaarheid van duurzame gassen (waterstof en biogas/groengas) in de regio. Daarin zijn ze nog vroeg in het proces. Wat betreft waterstof heeft de Regio Stedendriehoek reeds eerder onderzoeken uit laten voeren door Witteveen+Bos, Kiwa Technology en Saxion University of Applied Sciences. Daaruit is o.a. de [Routekaart Waterstof 2020-2030](#) ontstaan; een visiedocument waarin de basis wordt gelegd voor het in de regio op grote schaal beschikbaar krijgen van waterstof. Op basis van de routekaart is er met hetzelfde consortium een vervolgonderzoek gekomen waarin: 1) de potentie van waterstof in de regio is uitgerekend, 2) een kennisagenda opgezet en 3) MKB ondersteund in het verduurzamen van hun productieprocessen. Dit rapport zal binnenkort gepubliceerd worden op de website van de [Regio Stedendriehoek](#).

Om meer te weten te komen over de rol van de Regio Stedendriehoek in deze opgave, en specifiek voor woonwijk De Parken, spraken we met Meno van Luijn, themalijn manager Energietransitie bij de Regio Stedendriehoek.

Beschikbaarheid van waterstof

Voor nu dient er in ieder geval tot 2030 geen rekening gehouden te worden met een aansluiting op het waterstofnetwerk van de Gasunie. Reden hiervoor is de prioritering in de verdeling van de beschikbare waterstof, welke als eerst door de industriële clusters wordt afgenomen. Ook na 2030 schat is de verwachting dat er voor de gebouwde omgeving in de regio minimale beschikbaarheid van waterstof zal komen, gezien de prioriteit voor levering aan grotere afnemers uit de industrie (grootgasverbruikers) en logistiek/transport. Voor woonwijk De Parken impliceert dit dat waterstof beschikbaar zal moeten komen door eigen lokale opwek (mogelijk uit de RWZI, of een lokaal initiatief).

Beschikbaarheid van biogas

Er zijn al meerdere biogas producenten in de regio, zoals de vergisting van rioolslib op de RWZI Apeldoorn, de vergisting van koeienmest door de boeren of de productie van biogas bij afvalverwerker Attero in Wilp. Dit biogas wordt momenteel bijna uitsluitend door de industrie of voor eigen gebruik afgenomen. Vaak gebeurt dit onderhands (1 op 1, lokaal gasnet) en is er geen behoefte om het biogas op te waarden naar groengas. Om biogas/groengas beschikbaar te maken voor De Parken dient er gekeken te worden naar lokale initiatieven voor de productie van biogas/groengas.

Hoewel er momenteel nog geen concrete initiatieven voor productie van duurzame gassen zijn op wijkniveau in De Parken, is Menno optimistisch over de potentie van lokale waterstof- en

groengasinitiatieven. Hij benadrukt ook het belang van kennisdeling en het betrekken van zowel bedrijven als inwoners bij de energietransitie.

3.3 Gemeente Apeldoorn

Op dit moment is de verwachting dat de productie van duurzame gassen (biogas) in Apeldoorn voor 2045 ongeveer 300 TJ per jaar zal bedragen. Dit getal is voornamelijk gebaseerd op de huidige productie bij de RWZI, waar ontwikkelingen van aanvullende bronnen dit getal kunnen doen stijgen. In paragraaf 3.4 wordt de rol van de RWZI verder toegelicht.

De infrastructuur voor het elektriciteitsnet in Apeldoorn en rond De Parken zal in de nabije toekomst verzaamd worden, en er zullen meer MSRs (middenspanningsruimten) in de wijken geplaatst worden.

Momenteel is er geen lokale wet- en regelgeving van de Gemeente Apeldoorn voor inwoners om hun woning aardgasvrij te krijgen. In de toekomst kan de gemeenteraad besluiten om gebruik te maken van de Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw). Deze wet is momenteel nog in ontwikkeling, zie afbeelding 3.1 hieronder.

Afbeelding 3.1 Voortgang van het wetsvoorstel voor Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw). Bron: [Overheid.nl](#) (2023)

Voortgang



Voor vier wijken in Apeldoorn, waaronder De Parken, legt de gemeente het initiatief om de wijk te verduurzamen bij de bewoners (corporatie).

In 2023 is de Initiatiefgroep De Duurzame Parken overgegaan in CDP, worden de eerste inkoopacties voor het Huis-en-haardspoor uitgevoerd, en heeft de gemeente opdracht gegeven voor onderzoek naar groen gas en groene waterstof. Daarnaast selecteren de gemeente Apeldoorn en CDP vijf monumentale voorbeeldwoningen om verder te verduurzamen. Tegen 2030 moeten 500 huiseigenaren voorzien zijn van hybride warmtepompen en geïsoleerde woningen. De gemeente probeert deze resultaten te beheersen door het huis-en-haardspoor te benadrukken. Om verdere beslissingen te nemen willen zij de resultaten gebruiken uit het huidige onderzoek naar groengas en waterstof.

3.4 Waterschap Vallei-Veluwe

De RWZI (Energiefabriek) in Apeldoorn vervult naast haar rol om afvalwater uit Apeldoorn en omgeving te zuiveren ook een tweede rol: het produceren en efficiënt gebruiken van schone energie (biogas, elektriciteit, warmte) om zo bijvoorbeeld woningen te voorzien in hun energievraag. Sinds 2019 produceert de RWZI Apeldoorn een overschot aan elektriciteit en warmte (middels een warmtekrachtkoppeling (WKK) uit biogas). De opgewekte elektriciteit wordt aan het elektriciteitsnet geleverd en is gelijk aan de elektriciteitsvraag van circa 2.600 huishoudens. De opgewekte warmte wordt voor een klein deel voor haar eigen procesonderdelen gebruikt, en voor de rest afgezet aan het warmtenet (Ennatuurlijk) van de wijk Zuidbroek (2.400 woningen).

Wij spraken met Patrick Blom, programmamanager Circulaire Economie en Energietransitie bij waterschap Vallei en Veluwe. Patrick geeft aan nu geen uitbreiding van productie van biogas op de korte termijn te

voorzien. Mogelijk dat dit op de middellange termijn verandert, en dat het biogas mogelijk opgewaardeerd wordt tot groengas. Verder is waterschap Vallei en Veluwe al de grootste biogasproducent van de Nederlandse waterschappen en hebben zij hun biogasproductie al geoptimaliseerd. Zij spannen zich nu met name in om het biogas nuttig en efficiënt te gebruiken, en daarmee zo min mogelijk af te fakkelen.

Op het gebied van waterstof geeft Patrick aan de ontwikkelingen te volgen, maar dat ervoor nu nog geen concrete plannen zijn voor het produceren van waterstof op de locatie.

De RWZI werkt nauw samen met stakeholders zoals de gemeente, energieleveranciers en netbeheerders aan visies, plannen en concrete projecten.

3.5 Liander

Liander beheert de elektriciteit- en gasnetten in de wijk De Parken. Beide netten zijn van belang voor de verduurzaming van de wijk en het gebruik van duurzaam gas. Waar groengas direct gebruik kan maken van het huidige gasnet, kan voor waterstof een aangepaste leiding nodig zijn. Hierbij is het noodzaak om op het natuurlijke vervangmoment in te spelen, om onnodig hoge kosten te voorkomen. Daarbij zullen alle panden in het deel van het gasnet dat overgaat op een ander gas hiermee akkoord moeten zijn.

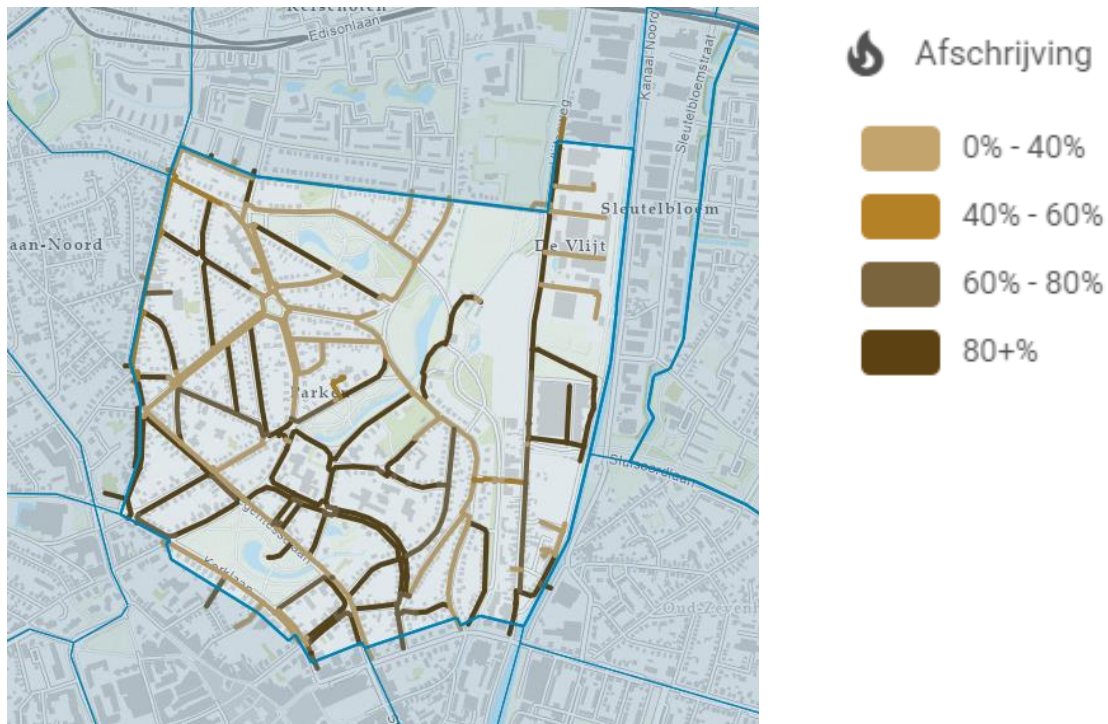
Indien het aardgas in het gasnet vervangen moet worden door waterstof is dat in principe mogelijk. Echter zal dit over meerdere jaren plaats moeten vinden om twee redenen:

- 1 **vervanging grondroeringsgevoelige leidingen:** het is niet toegestaan waterstof te vervoeren door grondroeringsgevoelige leidingen. Op basis van data verstrekt door Liander is te zien in afbeelding 3.2 waar de 9 % grondroeringsgevoelige gasleidingen liggen die voor 2030 vervangen moeten worden in opdracht van de toezichthouder Autoriteit Consument en Markt (ACM);
- 2 **regelgeving:** momenteel is het nog niet toegestaan om iets anders door het gasnet te vervoeren dan aardgas.

Afbeelding 3.2 Soort gasleiding aanwezig in De Parken. 9 % is hierbij grondroeringsgevoelig en zal vervangen moeten worden.



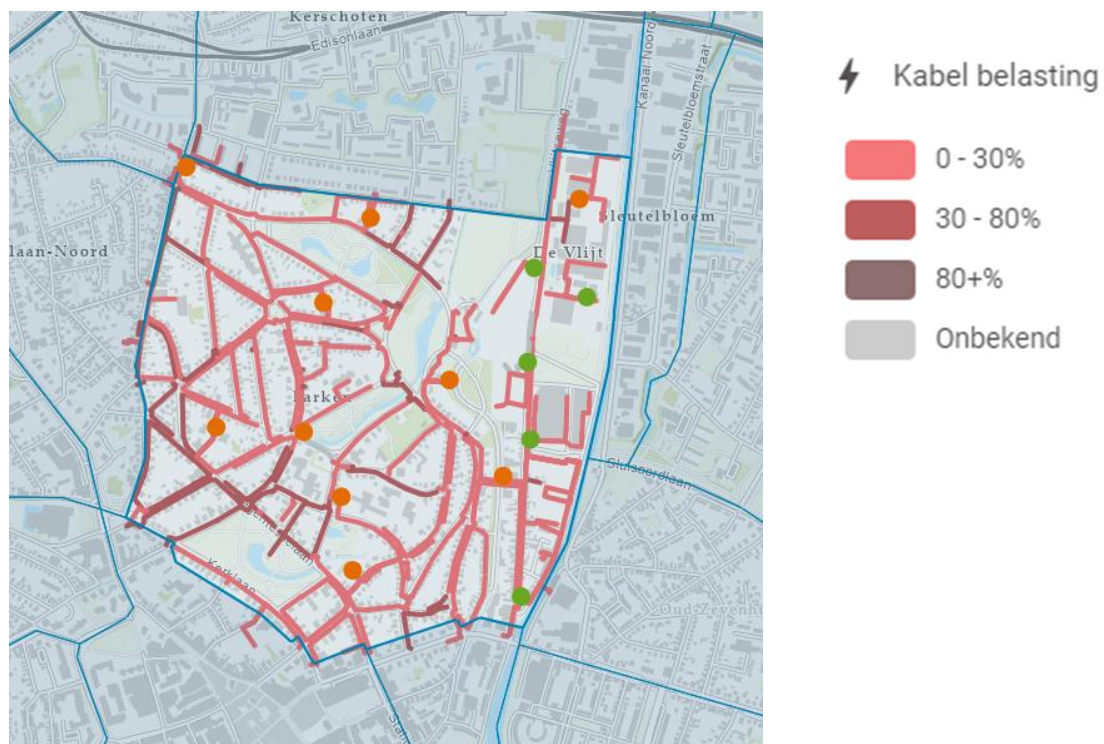
Afbeelding 3.3 Afschrijvingspercentage gasnet de Parken. 43 % is daarbij voor meer dan 80 % afgeschreven



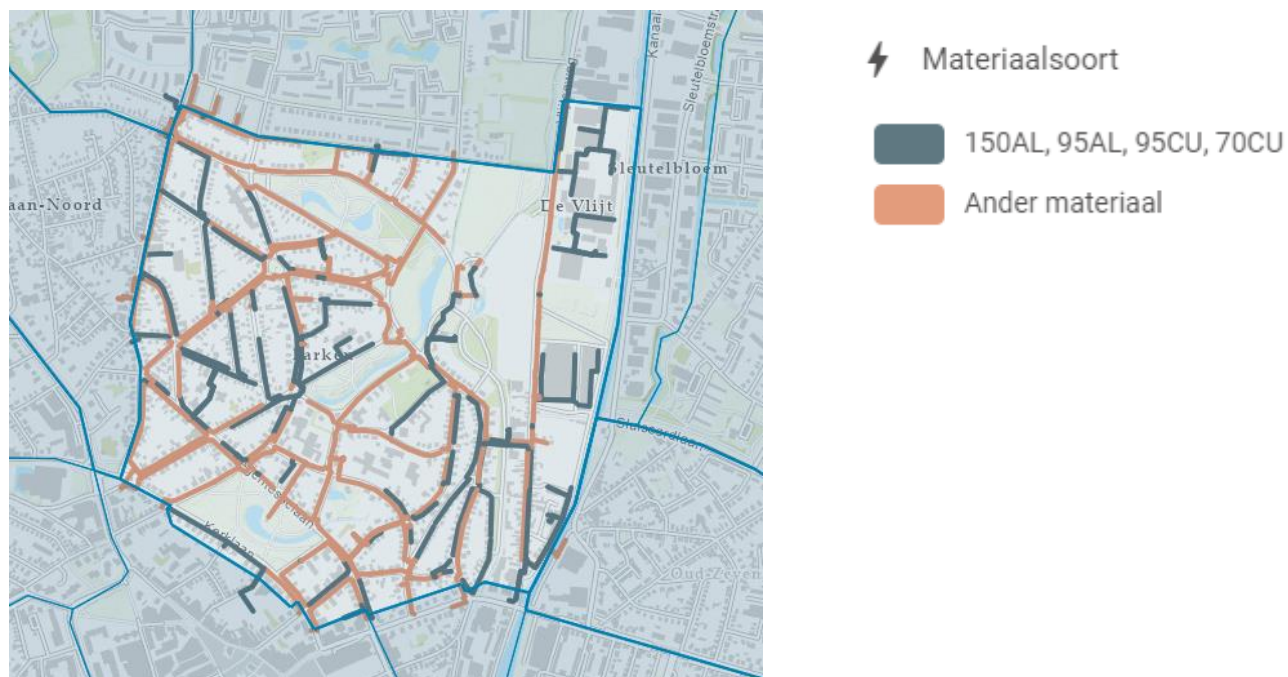
De grootte van de gasvraag is deels afhankelijk van het elektriciteitsnet. Congestie op dit net kan namelijk verhinderen dat er gebruik kan worden gemaakt van warmtepompen, omdat er geen aansluitcapaciteit meer beschikbaar is. Ondanks dat deze congestie momenteel nog niet is opgetreden, kan dit in de nabije toekomst door verdere elektrificatie van gebouwde omgeving, industrie en mobiliteit wel ontstaan.

Het elektriciteitsnet lijkt nog ruimte te hebben voor uitbreiding naar warmtepompen zoals te zien is in afbeelding 3.4. Daarbij zal wel maatwerk nodig zijn om per gebouw de impact van de warmtepomp op het elektriciteitsnet in te schatten. Hiermee kan tijdens het toekomstbestendig maken van het elektriciteitsnet (zie afbeelding 3.5) rekening worden gehouden.

Afbeelding 3.4 Kabelbelasting De Parken



Afbeelding 3.5 Toekomstbestendigheid elektriciteitsnet. Blauwgrijs wordt beschouwd als toekomstbestendig (46 %).



4 CONCLUSIE

Onderstaand staan de belangrijkste resultaten welke van belang zijn voor de volgende stap, nl. het onderzoeken van de potentiële bronnen, de benodigde infrastructuur en de verschillende typen hybride/all-electric warmtepompsystemen.

Duurzaam gas vraag

- De Parken heeft een huidig (2021-2022) gebruik van 115 ± 23 TJ/jaar;
- de duurzame gasvraag zal tussen dit getal en minimaal 32.5 ± 13 TJ/jaar zitten. De laatstgenoemde hoeveelheid is de duurzame gasvraag wanneer alle panden naar energielabel B worden opgewaardeerd, een hybride warmtepomp wordt toegepast en de panden na 2000 all-electric worden gemaakt;
- het isoleren van de woningen is nu voorzien gerealiseerd te zijn voor 2030, zoals beschreven door werkgroep CDP.

Aanbod duurzame gassen

- Waterstofaanbod wordt tot 2030 geen rekening mee gehouden. Dit is ook bevestigd door Regio Stedendriehoek en waterschap Vallei en Veluwe. Wel worden door beide partijen de ontwikkelingen op dit gebied nauwgezet gevolgd. De Regio Stedendriehoek geeft hierbij aan enthousiast te zijn voor de toekomst waar een waterstofeconomie een steeds grotere rol kan krijgen;
- biogas wordt nu vooral lokaal gebruikt en er is geen uitbreiding van installaties op de korte termijn voorzien. Dit geldt zowel voor de lokale industrie als de RWZI.

Infrastructuur

- Gasleidingnet in de wijk:
 - 9 % van het net is niet toekomstbestendig en moet vervangen worden op korte termijn. Daarbij is 43 % van de leidingen voor meer dan 80 % afgeschreven;
- elektriciteitsnet:
 - middenspanningnet: In de nabije toekomst worden er meer MSRs geplaatst om het net toekomstbestendig te maken;
 - laagspanningsnet: 56 % zal in de toekomst vervangen moeten worden, omdat de materialen niet als toekomstbestendig worden beschouwd.

De keuze voor het inzetten van een duurzaam gas voor wijk De Parken zal in de aankomende periode, mede door de resultaten van dit onderzoek én indien haalbaar, bepaald worden. De huidige verwachting is echter dat zowel voor biogas/groengas en voor waterstof het overstapmoment niet vóór 2030 zal zijn. Dit is gebaseerd op de uitkomsten van de stakeholdergesprekken en onze ervaring in en verwachting van de ontwikkeling van aanbod van duurzame gassen. Daarnaast zal het ook een aantal jaar zijn voordat de woningen voldoende geïsoleerd zijn naar minimaal energielabel D, en is er ook tijd nodig voor het bouwen van de aanvullende benodigde infrastructuur.



BIJLAGE INVENTARISATIE BRONNEN WATERSTOFGAS EN GROENGASGROENGAS

BIJLAGE III BRONNEN, INFRASTRUCTUUR, TECHNIEK

1 INVENTARISATIE POTENTIËLE BRONNEN-, INFRASTRUCTUUR- EN AFNAME VAN DUURZAAM GAS

In deze bijlage staan de resultaten van de inventarisatie van:

- potentiële waterstof en groengas/biogas bronnen (hoofdstuk 2);
- benodigde infrastructuur en (hoofdstuk 3)
- techniek t.a.v. warmtelevering aan de woningen en overige gebouwen (hoofdstuk 3).

De informatie levert een bouwsteen voor het vaststellen van de oplossingsrichting en daarmee, met andere woorden, de beantwoording op de hoofdvraag: 'Welk duurzaam gas is een haalbaar alternatief voor aardgas voor de warmtevraag in De Parken, waterstof of biogas?'

De conclusies en vervolgstappen zijn besproken in hoofdstuk 4.

2 BRONNEN

2.1 Inleiding

Uit de in bijlage II in beeld gebrachte warmtevraag kunnen we berekenen welk volume aan duurzaam gas er nodig is. In tabel 2.1 staat nogmaals de warmtevraag van de verschillende scenario's, en daaronder voor elk scenario de benodigde hoeveelheden aan duurzaam gas (tabel 2.2 voor waterstof en tabel 2.3 voor biogas).

In het volgende hoofdstuk is gekeken naar de bronnen van het duurzame gas. Om goed in te schatten welke bronnen het meest geschikt zijn voor de Parken worden de volgende criteria gebruikt om deze te beoordelen:

- **beschikbaarheid (capaciteit)** - wat is de capaciteit (m^3 en kg) van de bron en in hoeverre is dat voldoende om de gasvraag op jaarbasis van De Parken in te vullen?
- **beschikbaarheid (termijn)** - op welke termijn is de bron beschikbaar? Bronnen die meteen of op korte termijn beschikbaar zijn scoren positief, terwijl bronnen die op de lange termijn slechts beschikbaar zijn negatief scoren;
- **benodigde infrastructuur** - voor sommige bronnen is er meer aanvullende infrastructuur nodig dan bij andere opties, en soms kunnen delen van de infrastructuur hergebruikt worden;
- **zekerheid** - In hoeverre kan de potentiële bron op elk moment in het jaar De Parken garanderen dat deze altijd in voldoende mate beschikbaar is?

Waterstof

Om groene waterstof te produceren zijn er een aantal opties:

- **lokale waterstofproductie:** groene waterstof kun je lokaal produceren met een waterstofproductie installatie (elektrolyser). Daarbij is voorwaarde dat je (lokaal en gelijktijdig aan de waterstofvraag beschikbare) groene stroom (uit zon of wind) inzet om de groene waterstof te produceren. In dit proces worden er ook twee andere bijproducten gevormd, namelijk: warmte en zuurstof;
- **inkopen bij een producent** (bijv. een gasleverancier, chemische industrie, waterstofproject). De waterstof wordt vervolgens met tube trailers over de weg getransporteerd naar een lokaal opvulpunt;
- **waterstof Backbone:** Aansluiten op het landelijke waterstofnet van de Gasunie. Dit waterstofnetwerk zal grotendeels de bestaande aardgasleidingen gebruiken, en heeft als doel voornamelijk de industriële clusters met elkaar te verbinden.

Biogas/groengas

Biogas is een energierijk methaanhoudend gas dat geproduceerd kan worden op verschillende manieren en uit verschillende bronnen van natte(slib) en droge biomassa. In Nederland wordt biogas voornamelijk geproduceerd uit vergisting van mest, co-vergisting van landbouwafval, afvalwaterzuiveringen, GFT-afval of uit bepaalde industrieën die organisch afval hebben.

Het energierijke biogas dat ontstaat is dan echter nog niet gereed om aardgas mee te vervangen in je woning. Daarvoor moet het biogas nog gezuiverd en qua energie-inhoud opgewaardeerd worden naar een aardgas equivalent: groengas. Om van biogas tot groengas te komen zijn er vier hoofdprocessen: 1) droging, waardoor waterdamp verminderd wordt, 2) verwijderen van verontreinigingen zoals zwavelverbindingen, 3) verwijderen van CO₂ waardoor het gas geconcentreerder wordt. 4) odorisatie, waarbij een voor mensen herkenbare geurstof wordt toegevoegd. Dit laatste is een veiligheidsmaatregel, zodat gebruikers vroegtijdig een lekkage detecteren.

2.2 Duurzame gasvraag

In bijlage II zijn vijf scenario's van de duurzame gasvraag van de wijk De Parken verkend. De verschillende scenario's variëren daarbij in hoezeer de woning, door isolatie, naar een nieuw energielabel wordt gebracht en of zij gebruik zullen maken van all-electric of hybride warmtepompen. De waarden van de verschillende scenario's zijn weergegeven in Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Warmtevraag De Parken voor de verschillende scenario's

	Eenheid	Huidige situatie	Energielabel D	Energielabel B
totale warmtevraag	Tj/jaar	114.77	92.95	84.27
hybride warmtepomp en all electric warmtepomp voor panden na 2000	Tj/jaar	-	36.97	32.46
totale piekvraag	MW	21.44	18.2	16.9

Industrie/bedrijven in Apeldoorn

Om een rendabele businesscase te realiseren kan een gemeenschappelijke duurzame gasvoorziening met bedrijven in de omgeving lonen vanwege het kunnen realiseren van een meer gelijkmatige energievraag. Daarmee hoeft een systeem minder overgedimensioneerd te worden.

Om in symbiose te leven met de rest van de buurt, is ook de duurzame gasvraag van de industrie en bedrijven rondom Apeldoorn in kaart gebracht, in tabel I.1 in bijlage I. Hierbij kan een samenwerking worden aangegaan, waarbij een installatie voor het opwekken van duurzaam gas op één van de bedrijventerreinen geplaatst kan worden, met financiële steun van Coöperatie Duurzame Parken (hierna: CDP). Op deze manier zouden beide partijen profiteren van het initiatief.

2.3 (Groene) waterstof

Inleiding

In het volgende deel van de notitie is gekeken naar (groene) waterstof als duurzaam gas voor verwarming van De Parken. Hierbij is als eerste de waterstofvraag in kaart gebracht om vervolgens te kijken naar (toekomstige) bronnen of locaties waar een goed opweklocatie (elektrolyser) kan komen. Tenslotte is nog

gekeken welke buffers er eventueel nodig zijn om fluctuaties in productie op te vangen als gevolg van het gebruik van groene stroom.

2.3.2 Waterstof vraag

De waterstofvraag is gelijk aan de totale warmtevraag als gedefinieerd in notitie Stap 2. Voor het faciliteren van groene waterstofproductie zal een elektrolyser nodig zijn van maximaal 9 MWp in de scenario met de hoogste warmtevraag. Dit is gebaseerd op 5.150 vollasturen voor de huidige situatie scenario. Dit is het maximaal aantal uren dat de elektrolyser op dit moment vanuit het net duurzaam op vol vermogen kan draaien volgens de SDE++ subsidie. In Tabel 2.2 is weergegeven wat de aanbevolen installatiegrootte is na reductiemaatregelen van de totale warmtevraag, zoals isolatie en (gedeeltelijke) elektrificatie. Hierbij wordt uitgegaan dat de opslag groot genoeg is dat de elektrolyser altijd kan produceren wanneer het net duurzame stroom produceert. De grootte van je elektrolyser bepaalt uiteindelijk ook hoe groot je opslag moet zijn; met een kleinere elektrolyser heb je een grotere opslag nodig en omgekeerd hetzelfde. Het doel is dan ook om in de zomer geproduceerde duurzame stroom om te zetten in waterstof en deze in de winter te gebruiken, aangezien deze duurzame stroom dan schaarser is.

Tabel 2.2 Aanbevolen vermogen voor een elektrolyser in De Parken

	Huidige situatie [MW]	Energielabel D [MW]	Energielabel B [MW]
vermogen elektrolyser	9	7	7
vermogen elektrolyser indien panden overgaan naar hybride warmtepomp en panden na 2000 all electric	9	3	3

2.3.3 Waterstof aanbod

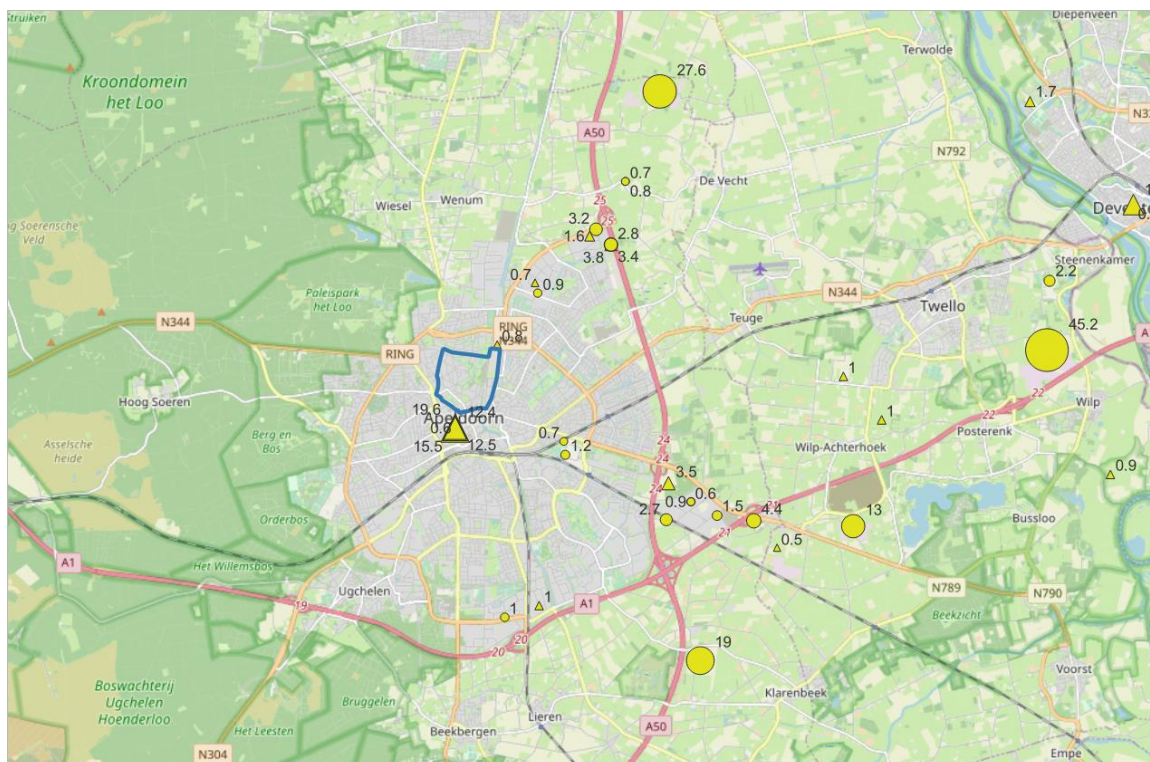
De waterstof die gebruikt kan worden voor verwarming zal duurzaam moeten worden opgewekt om te voldoen aan de eisen van de bewoners. In Apeldoorn zelf of daarbuiten kan de elektrolyser staan die deze groene waterstof produceert. De opslag van waterstof zal de grootste impact hebben op de veiligheidszone die moet worden aangehouden rondom de installatie.

In of nabij Apeldoorn zijn geen grote waterstofprojecten in uitvoering of gepland om de waterstof van af te kunnen nemen. De waterstofbackbone die door Nederland komt te liggen is te ver om daar makkelijk van te profiteren. Daarbij is de vraag van alleen de Parken te gering om een aansluiting op de backbone financieel haalbaar te maken. Hynetwork Services (HNS) die de backbone ontwikkelt geeft aan minimaal 100 MW aansluitcapaciteit te realiseren. De kosten van het aansluiten op de nationale waterstofbackbone zijn immers voor de consument van de Waterstof. Daarbij zijn in Apeldoorn geen projecten voorzien welke genoeg waterstof produceren:

- **waterstof Backbone:** ligt ver van Apeldoorn af en kosten van een aansluiting zijn voor de afnemers. Wel is EZK met HNS in gesprek om de kosten te socialiseren over alle afnemers. Maar HNS geeft aan aansluitingen van 100 MW of groter te willen maken. Daarom wordt het alleen maken van een aansluiting vanuit De Parken niet haalbaar geacht. Er zal dus naar meerdere geïnteresseerde afnemers gezocht moeten worden (die nu niet concreet in beeld zijn gekomen);
- **rwzi (rioolwaterzuiveringsinstallatie) Apeldoorn van waterschap Vallei en Veluwe:** Produceert nu geen waterstof en heeft aangegeven daar voorlopig geen plannen voor te hebben. Mogelijk gaat dit op termijn veranderen als de waterschappen een Nationaal Waterstofprogramma gaan uitrollen. Hierover zijn ze met EZK in onderhandeling;

- **industrie/bedrijven:** Voorlopig zijn er nog geen plannen van de lokale industrie voor de productie van waterstof. Daarbij is het voor de meeste industrie lastig om een elektrolyser te faciliteren, omdat deze bedrijven geen proces industrie zijn met de daarbij behorende vergunning en expertise. Tevens zijn de industrieterreinen in Apeldoorn vol en is het dus voorlopig niet te verwachten dat er een partij komt die groene waterstof gaat produceren;
 - **energiebedrijven:** Meerdere energiebedrijven zijn in Deventer geïnteresseerd in participatie in het lokale waterstofproject GROHW. Mogelijk zouden ze ook interesse kunnen hebben als zich een vergelijkbaar concreet initiatief voordoet in Apeldoorn. Bij Apeldoorn in de buurt is Energie Coöperatie Loenen een lokale duurzame energieleverancier. Deze energiemaatschappij zet zich in voor een duurzame energievoorziening van Loenen. Momenteel zijn zij niet in het bezit van een elektrolyser;
 - **gasleveranciers:** In Zutphen heeft het bedrijf Westfalen van het lokale energie-initiatief GLDH2 de vergunning overgenomen voor de realisatie van een 2 MW elektrolyser. Westfalen heeft aangegeven in Nederland slechts 1 waterstofproductielocatie te willen ontwikkelen. Air Liquide en Lindegas zijn grotere gasleveranciers die echter op een veel grotere schaal waterstof aan de kust willen produceren of vanuit elders willen aanvoeren. Nu leveren deze bedrijven hoofdzakelijk grijze waterstof. Deze partijen zouden waterstof via tubetrailers aan kunnen leveren. Daarbij lijkt afname van waterstof van Westfalen vanuit duurzaamheid het meest wenselijk vanwege de nabijheid van de productie (Zutphen);
 - **zonneweiden / duurzaam energie:** Er zijn enkele zonneweides in de buurt van Apeldoorn, variërend van enkele MWp tot 27 MWp (Afbeelding 2.1). Tot nu toe hebben de zonneweides geen SDE++ subsidie aangevraagd voor waterstofproductie;
- Regionale groene waterstof productie initiatieven:** In Zutphen is GLDH2 een initiatief dat een vergunning heeft verkregen en aan het bedrijf Westfalen heeft overgedaan voor een waterstofproductie. In Deventer is het initiatief van een zestal bedrijven met Witteveen+Bos en een energiebedrijf als trekkende partijen, samen met Firan voor de leidingrealisatie en -exploitatie, bezig met het voorbereiden van een opschaling van de huidige pilot installatie naar op termijn 20MW. Het project bevindt zich nog in een vroege fase van ontwikkeling. Witteveen+Bos is in onderhandeling met een grondeigenaar voor een locatie en met lokale bedrijven, gemeente Deventer en transportsector over afname van waterstof. In Zwolle is H2GO met Equans en waterschap WDOD bezig met de ontwikkeling van een elektrolyser (2,2 MW) die zuurstof aan de rioolwaterzuivering moet leveren en waterstof voor een tankstation. Dit initiatief zal naar verwachting in 2024 waterstof kunnen leveren. Als vanuit de genoemde regionale initiatieven waterstof wordt afgenomen zal dit via tubetrailers gaan en in elk geval groene waterstof zijn;
- **bewonersinitiatief:** Er zijn geen concrete plannen voor groene waterstofproductie bekend in Apeldoorn of directe omgeving.

Afbeelding 2.1 Huidige zon-PV projecten gefinancierd m.b.v. SDE-subsidie (cirkel is gerealiseerd, driehoek is verwacht, grootte van het symbool en getal representeert het vermogen in MWp)



Potentiële elektrolyser locaties

Indien er wordt overgegaan tot de constructie van een nieuwe elektrolyser in de buurt van Apeldoorn zal deze goed moeten scoren op de volgende punten:

- **nabijheid De Parken:** Hoe dichterbij De Parken, des te lager de transportkosten zullen zijn met de daaraan verbonden potentiële emissies en gebruik van primaire energie om dezelfde hoeveelheid warmte te kunnen leveren. Daarnaast kan bij zeer nabije productie een waterstofleiding gebruikt worden, terwijl bij verder gelegen waterstofproductie tubetrailers nodig zijn;
- **elektriciteit:** Elektriciteit moet betrouwbaar en voldoende beschikbaar zijn in de juiste vorm, waarbij de volgende punten van belang zijn:
 - **wijze van opwek:** Idealiter wordt de stroom opgewekt door een combinatie van wind en zon. In de toekomst zal deze ook in het project gerealiseerd moeten worden om de waterstof groen te mogen noemen;
 - **gelijktijdigheid:** De waterstof moet geproduceerd zijn op momenten dat groene stroom beschikbaar is volgens Europese regelgeving (Renewable Energy Directive);
 - **infrastructuur:** netcapaciteit en inpassingsmogelijkheden van het net zijn niet vanzelfsprekend. Nabijheid van een onderstation maakt het makkelijker om stroom af te nemen van het net. Alternatief is om in het project een directe lijn tussen een duurzame opweklocatie en een elektrolyser aan te leggen. Dit brengt wel extra kosten met zich mee;
- **water:** De elektrolyser maakt gebruik van gedemineraliseerd water. Vaak wordt dit lokaal geproduceerd. Hiervoor is een goede watertoevoer en afvoer cruciaal;
- **ATEX:** De explosiegevoeligheid van waterstof vereist dat er extra strenge eisen worden gesteld aan de plaatsing van een elektrolyser. Zo moet de elektrolyser zich bevinden in een speciale explosieveilige (ATEX) zone. Het opzetten van een dergelijke zone omvat criteria voor de afstand tot populatie die er omheen werkt en woont, afhankelijk van de omvang van de installatie. Daarbij is vooral de opslag van waterstof het maatgevende onderdeel.

Rwzi Apeldoorn

De rwzi zou de warmte en zuurstof van de elektrolyser zelf goed kunnen gebruiken wat dit een gunstige plek maakt voor het plaatsen van een elektrolyser. Daarbij is de ligging gunstig, tussen de Parken en een onderstation, waar direct elektriciteit van het net gehaald kan worden. Ook heeft het personeel al ervaring met het werken in de proces industrie en daarbij horende (explosie) risico's en is er een goede watertoevoer en -afvoer. Probleem is dat waterschap Vallei en Veluwe aangeeft dat er nu geen plek is voor een dergelijke installatie op het eigen terrein.

Afbeelding 2.2 Hoogspanningsnet rondom Apeldoorn met in het zwart De Parken, in het groen de rwzi Apeldoorn en in de blauwe cirkel onderstation Zuidbroek (150-20 kV)¹



Overige industriepartijen

Indien het niet lukt om een elektrolyser te plaatsen op het terrein van de rwzi dan zou, indien er ruimte gevonden kan worden, uitgeweken kunnen worden naar het omliggende industrieterrein Bedrijvenpark Noord. De locatie en mogelijkheden op een industrieterrein zijn hierbij het meest geschikt voor het plaatsen van een elektrolyser voor De Parken: Het plaatsen van een elektrolyser op dit industrieterrein zal makkelijker gaan dan in bewoond gebied, i.v.m. veiligheid en infrastructuur, en het is nog relatief dicht bij De Parken. Overigens is een elektrolyser een categorie 5 installatie qua veiligheidsklasse en is het industrieterrein van een lagere veiligheidsklasse. Dit betekent dat een aanpassing van het bestemmingsplan nodig is. Echter heeft de gemeente aangegeven dat het industrieterrein Bedrijvenpark Noord volledig is volgebouwd en het zeer lastig is een nieuwe locatie te vinden. Het vormen van een consortium met een lokale ondernemer die nog wel ruimte op zijn terrein heeft is hierin een mogelijke uitweg.

Transport door tubetrailers

Indien de elektrolyser zich verder van De Parken bevindt kan transport met tubetrailers een uitweg zijn. Dit komt echter neer op een zeer grote hoeveelheid transport die de kosten flink zal opjagen en tot veel extra transportbewegingen leidt: tussen de 600 en 2.000 vrachtwagens per jaar en tijdens piekmomenten 100-

¹ <https://webkaart.hoogspanningsnet.com/index2.php#13/52.2238/5.9893>.

120 vrachtwagens per week afhankelijk van het scenario. Door deze grote hoeveelheid transport wordt dit niet gezien als een geschikte mogelijkheid.

2.3.4 Groene energie

Lokale groene energie zou uit de omgeving van Apeldoorn kunnen komen en in een directe lijn gekoppeld kunnen worden aan een elektrolyser. In onderstaande paragraaf zijn de huidige opties voor duurzame energiebronnen weergegeven die gebruikt kunnen worden bij de opwek van groene waterstof of biogas. Hier wordt gekeken naar de mogelijkheid om gebruik te maken van een directe verbinding van duurzame energie naar een elektrolyser.

Windbronnen en plannen

Momenteel zijn er geen plannen voor wind in Apeldoorn op basis van de Regionale Energie Strategie (RES) studie. Dit is bevestigd door de SDE++ subsidie aanvragen en de gemeente Apeldoorn¹.

Zonbronnen en plannen

Als duurzame energiebron voor een lokale elektrolyser in De Parken is minimaal rond de 10 en maximaal 30 MWp aan zonneweide nodig (zie tabel 2.3), uitgaande van ~1.000 vollasturen zon per jaar. In onderstaande berekening is te vinden dat dit vermogen tussen de 5 en 20 ha aan zonneweide nodig zal hebben. Deze ruimte is niet beschikbaar in De Parken, aldus de zonnepotentiekaart in Afbeelding 2.3.

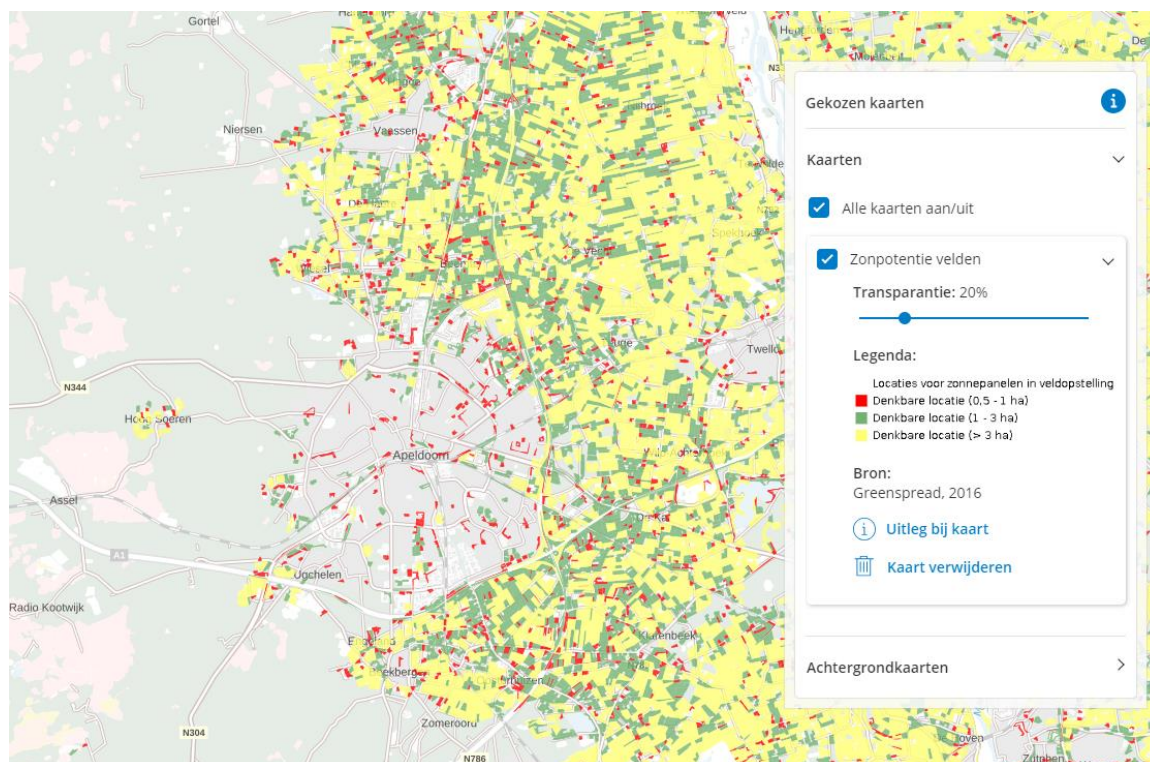
Tabel 2.3 Benodigde hectaren aan zonneweides om een elektrolyser te voeden voor De Parken

Vermogen elektrolyser*	Eenheid	Huidige situatie	Energielabel D	Energielabel B
piekvermogen warmtevraag	[MW]	9	7	7
- op hybride warmtepomp regeling + woningen na bj 2000 all-electric)	[MW]	9	3	3
vermogen Zonneweide				
piekvermogen warmtevraag	[MW]	29	23	21
- op hybride warmtepomp regeling + woningen na bj 2000 all-electric)	[MW]	-	9	8
oppervlakte zonneweide inclusief ruimte factor 1,2**	Eenheid	Huidige situatie	Energielabel D	Energielabel B
ruimtegebruik zonneweide	[ha]	19	16	14
- op hybride warmtepomp regeling + woningen na bj 2000 all-electric)	[ha]	-	6	5

** onzekerheidsmarge NIET meegenomen (50 %)

¹ <https://ez.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=6185c5a3392e457491b65e962a37431c>.

Afbeelding 2.3 Zonne-Potentiekaart uit de Nationale energieatlas



Waterstofopslag

Uitgaande van 5.150 vollasturen, zoals bepaald door de SDE++ subsidie, zal de benodigde opslag $50\% \pm 10\%$ van de totale vraag bedragen. In geval van een directe aansluiting zal bijna de gehele waterstofopwekking (grootste productie in de zomer) opgeslagen moeten worden om later (op piekmomenten in de winter) gebruikt te worden. Feitelijk komt dit neer op een opslag van ruim boven de 5.000 kg, wat de opslaglocatie een BRZO locatie maakt met extra eisen en daaraan verbonden kosten voor veiligheidsmaatregelen.

2.4 Biogas/groengas bronnen

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van potentiële bronnen van biogas in Apeldoorn. We kijken naar de rol en potentie van voedselverwerkers, afvalverwerkers, boeren, energieleveranciers, en de rwzi.

Voedselverwerkers

Een potentiële bron voor biogas productie zijn de voedselverwerkers. In de productie, verwerking en distributie, ontstaan vaak reststromen van biomassa (denk aan organisch afval, voedselresten en slachtafval). Deze reststromen kunnen middels vergisting of vergassing worden omgezet tot energierijke biogas, welke vervolgens opgewaardeerd kan worden tot groengas en ingezet kan worden bij bijv. woningen. Een bijkomend voordeel voor de voedselverwerkers is dat de hoeveelheid afval, die verwerkt en getransporteerd hoeft te worden, hierdoor minder is en nuttiger ingezet kan worden.

Vion is een prominente voedselverwerker in Apeldoorn die een belangrijke rol speelt bij de productie en verwerking van dierlijke producten. Vion produceert veel organisch afval en slachtafval tijdens het verwerkingsproces, maar heeft niet de mogelijkheid om dit organische afval zelf te verwerken vanwege de aard ervan en de strikte regels voor verwerking. Vion heeft daarbij de verplichting om organisch en dierlijk restafval af te leveren aan een gespecialiseerde verwerker van dierlijk restmateriaal (zoals Rendac Son). Als gevolg hiervan heeft Vion geen mogelijkheid om organisch afval zelf te vergisten of te vergassen om groengas of biogas te produceren. Hierdoor kan Vion geen groengas of biogas leveren aan De Parken.

Rwzi

De rwzi in Apeldoorn heeft naast haar belangrijke rol in de rioolwaterzuivering tegenwoordig ook een rol als energieproducent. In haar huidige processen zuivert de rwzi het rioolwater en wordt daar onder andere slib uit gehaald. Dit slib wordt vergist om zo biogas te produceren. Dit biogas wordt in een WKK (warmte-kracht koppeling) installatie verbrand en omgezet in elektriciteit en warmte. De elektriciteit en warmte worden ingezet om de eigen energiehuishouding van de rwzi te verduurzamen. Overtollig geproduceerde energie uit biogas gaat in de vorm van elektriciteit het net in en de warmte naar het warmtenet van Zuidbroek.

Waterschap Vallei en Veluwe voorziet op de korte/midden termijn geen uitbreiding van de biogas productie op haar rwzi Apeldoorn. Desondanks zien wij de rwzi wel als meest reële en kansrijke bron voor biogas. De belangrijkste redenen hiervoor zijn:

- de rwzi heeft kennis en ervaring in het produceren en verwerken van biogas;
- de rwzi heeft een vergistingsinstallatie en produceert momenteel al biogas;
- mede hierdoor zou de rwzi *waarschijnlijk* het meest kostenefficiënt biogas kunnen produceren;
- mogelijk zijn er ook minder kosten doordat een deel van de benodigde infrastructuur er al ligt.

Het biogas moet echter dan nog wel opgewaardeerd worden naar groengas voordat het in het gasnet kan en gebruikt kan worden voor de warmwater en ruimteverwarming.

Afvalverwerkers (Attero)

Afvalverwerkers kunnen, door de grote hoeveelheden organisch afval die zij verwerken te vergisten, een leverancier zijn van biogas. Nabij Apeldoorn is Attero de grootste afvalverwerker, echter, heeft de locatie in Apeldoorn momenteel geen vergistingsinstallatie staan. Zij hebben hier op de korte termijn ook geen plannen voor. Hierdoor wordt Attero voor De Parken niet beschouwd als directe bron van groengas of biogas.

Energieleveranciers

Sommige energiebedrijven/leveranciers kunnen groengas aan particulieren leveren. Zo biedt Vattenfall twee producten aan waarbij er groengas gebruikt wordt: MixGroen Gas en PuurGroen Gas. Bij MixGroen Gas wordt je aardgasverbruik voor 10% vervangen met groengas, terwijl bij PuurGroen Gas 100 % van je aardgasverbruik verduurzaamd wordt. Vattenfall bijvoorbeeld produceert dit biogas in de Diemen centrale en zal bij afnemen door bewoners in De Parken een hoeveelheid groengas equivalent aan het jaarlijkse aardgasverbruik van de bewoners produceren en in Diemen in het gasnet injecteren. Groengas is wel duurder dan aardgas, waardoor er een drempel is om over te schakelen naar groengas

Boeren

Boeren kunnen een kansrijke leverancier zijn van biogas/groengas voor De Parken. Momenteel leveren de boeren hun biomassa, waaronder mest en organisch afval, veelal aan FrieslandCampina, welke het biogas direct in haar productieprocessen kan inzetten. Hierdoor vervalt ook de noodzaak om dit biogas verder op te waarderen naar groengas. Om toch biogas in de woonwijk De Parken beschikbaar te maken, zullen de gemeente Apeldoorn en CDP met LTO en FrieslandCampina het gesprek moeten aangaan.

2.5 Beoordeling van de bronnen

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de beoordeling van iedere potentiële waterstof/biogas bron. Deze beoordeling gebeurt op basis van een viertal criteria:

- **beschikbaarheid (capaciteit)** - wat is de capaciteit (m³ en kg) van de bron en in hoeverre is dat voldoende om de vraag van De Parken in te vullen?
- **beschikbaarheid (termijn)** - op welke termijn is de bron beschikbaar? Bronnen die meteen of op korte termijn beschikbaar zijn scoren positief, terwijl bronnen die op de lange termijn slechts beschikbaar zijn negatief scoren;
- **benodigde infrastructuur** - voor sommige bronnen is er meer aanvullend infrastructuur nodig dan bij andere opties, en soms kunnen delen van de bestaande aardgasinfrastructuur hergebruikt worden;

- **zekerheid** - In hoeverre kan de potentiële bron de productie en levering van de duurzame gas aan De Parken garanderen zodat deze altijd beschikbaar is?

Tabel 2.4 Beoordeling van de waterstofbronnen o.b.v. de geselecteerde criteria

Potentiële waterstof bron	Criterium 1: beschikbaarheid (capaciteit)	Criterium 2: beschikbaarheid (termijn)	Criterium 3: benodigde infrastructuur	Criterium 4: Zekerheid
backbone	++	+/-	+	++
rwzi Apeldoorn	++	+/-	+/-	+/-
energie/gasleveranciers (via tubetrailers)	--	+	+/-	+/-
zonneweiden / lokale duurzame energie	--	+/-	-	--

Tabel 2.5 Beoordeling van de biogas/groengas bronnen o.b.v. de geselecteerde criteria

Potentiële biogas bron	Criterium 1: beschikbaarheid (capaciteit)	Criterium 2: beschikbaarheid (termijn)	Criterium 3: benodigde infrastructuur	Criterium 4: Zekerheid
rwzi Apeldoorn	++	+/-	+/-	+
afvalverwerkers	++	--	+/-	-
voedselverwerkers	++	--	--	--
energie/gasleveranciers	+	+	+/-	+/-
boeren	++	--	--	--

2.6 Lessons learned uit lopende proefprojecten

In deze paragraaf bekijken we drie projecten waarbij er een lokaal energiesysteem wordt opgezet, dat gebruik maakt van duurzaam gas. De 'lessons learned' en belangrijke aandachtspunten uit deze projecten bieden waardevolle informatie, welke gebruikt kan worden bij het verduurzamingstraject van De Parken.

2.6.1 Hylife

Hylife Innovations ontwikkelt samen met haar partners de InnovaHub. Dit is een duurzame slimme energiehub die stroom, warmte en koeling levert aan 12 woningen op Goeree Overflakkee. Het doet dit door energie te produceren, op te slaan in de vorm van waterstof, terug te winnen en om te zetten. Dit is mogelijk doordat zonnepanelen, een elektrolyser, een brandstofcel, een katalytische waterstofboiler, batterijen en warmtepompen op de meest efficiënte manier samenwerken. Deze samenwerking wordt geregeld door een slim energiebeheersysteem dat zorgt voor maximale efficiëntie en minimale belasting van het elektriciteitsnet.

In dit project is een slim datamanagement systeem ontwikkeld, waarmee bewoners in staat worden gesteld om hun energieverbruik optimaal te managen. Het gaat dan naast de woning ook over de (elektrische) auto's. Hylife helpt bewoners daarmee optimaal te profiteren van flexibele energiecontracten die ze kunnen afsluiten.

In het project bleek wel dat technische regelgeving voor installaties in de gebouwde omgeving vaak nog op aardgas is gebaseerd en daarmee niet geschikt voor ontwerp van installaties die waterstof gebruiken.

2.6.2 GROHW

In het [GROHW](#) project in Deventer is het doel om een lokaal, zelfvoorzienend en duurzaam energiesysteem op waterstof te ontwikkelen. Daarvoor zijn een aantal partijen en instellingen een samenwerking begonnen die als belangrijkste doelen hebben: 1) verduurzaming van het energiesysteem op lokaal niveau, 2) het verminderen van netcongestie, 3) het optimaal benutten van de bijproducten en 4) het ontwikkelen van een digitaal handelsplatform. De geproduceerde groene waterstof kan dan ingezet worden bij woningen of industrie.

Hieronder staat een opsomming van de lessons learned en aandachtspunten tijdens het project:

- veiligheid: zorg voor een goed veiligheidsplan (dit is vaak ook nodig voor het vergunningstraject). Vraag ook van te voren zogeheten Site Acceptance Tests (SATs) plannen op van de partners die een installatie plaatsen. Zorg ook voor een goed ontruimingsplan. Hier is dat erg lastig gebleken, omdat de samenwerkende bedrijven zelf geen individueel ontruimingsplan hadden;
- de brandweer en veiligheidsregio heeft over het algemeen nog weinig ervaring met waterstof (met waterstofhuis bij Kiwa en waterstofketelproductie bij Remeha in Apeldoorn zou kennisniveau brandweer en veiligheidsregio wel eens mee kunnen vallen). Als het daadwerkelijk tot een installatie aankomt, is het een goed idee om hen vroegtijdig een keer uit te nodigen en mee te laten denken. Daarnaast is de Omgevingsdienst Regio Nijmegen de meest ervaren dienst op het gebied van waterstof als het gaat om vergunningverlening. Het is raadzaam hen te betrekken bij vooroverleg.

2.6.3 Proef in Lochem

In de wijk Berkeloord (Lochem) is afgelopen jaar een proef gestart waarin voor het eerst een aantal woningen waterstof als duurzaam gas inzetten voor de warmtevoorziening. De proef zal zo'n drie tot vijf jaar duren, en is vooral bijzonder omdat het om monumentale woningen gaat.

In 2018 benaderden leden van de Lochemse Belangenvereniging Beschermd Stadsgezicht Berkeloord (BBSB) energiecoöperatie LochemEnergie om de mogelijkheden te onderzoeken voor het verduurzamen van hun monumentale huizen, bijv. door inzet van een duurzaam gas. Er ontstond een samenwerking tussen de bewoners, LochemEnergie, Alliander, Remeha en Kimenai. Met steun van de gemeente Lochem, provincie Gelderland en subsidies uit verschillende Europese fondsen kon het proefproject met waterstofgas van start gaan.

Om de woningen te voorzien van waterstof moesten er een aantal infrastructurele aanpassingen gedaan worden:

- er moest een afleverpunt voor waterstof komen. Waterstof wordt met tankauto's naar dit vulpunt gebracht, waarna het via leidingen naar de woningen getransporteerd wordt;
- waterstofleidingen: vanaf het afleverpunt tot aan de straat van de twaalf woningen is er een nieuwe waterstofleiding aangelegd. Voor bewoners die niet deelnemen aan het project, is er een nieuwe aardgasleiding aangelegd. Het waterstofgas voor de 12 huizen wordt via de bestaande aardgasleiding geleid. Dit biedt netbeheerder Liander de kans om te onderzoeken of aardgasleidingen ook geschikt zijn voor waterstofgas;
- aanpassingen in de woningen: in de woningen zijn waterstof cv-ketels geïnstalleerd en zijn er (isolatie) maatregelen genomen om de energie-efficiëntie van de woningen te verbeteren, zoals bijv. het installeren van dubbel glas.

Alhoewel er in het project veel aandacht is aan veiligheid, zijn er in het Bouwbesluit geen speciale regels voor het gebruik van waterstof in een woning. Als gevolg hiervan is er een gelijkwaardigheidsverklaring opgesteld voor elke woning waarin verklaard wordt dat de woningen op waterstof ten minste even veilig zijn als woningen met aardgasinstallaties.

Het project dient als een waardevolle proef voor de verdere implementatie van waterstof als alternatief voor aardgas in de gebouwde omgeving.

3 WARMTEAFGIFTE SYSTEMEN

3.1 Waterstof CV Ketels en gasadsorptie warmtepomp

Remeha, Nefit Bosch en Viessman zijn bedrijven die werken aan de ontwikkeling van 100 % waterstof cv-ketels en verwachten deze voor 2025 te kunnen leveren. De waterstof ready CV ketels zouden binnen een uur omgezet kunnen worden van aardgas naar 100 % waterstof. De kosten zijn ongeveer vergelijkbaar met de kosten van een huidige CV-ketel.¹

Coolt werkt aan een gasadsorptiewarmtepomp op waterstof die 70 % van het gasverbruik van een CV ketel heeft. Deze warmtepomp kan warmte op 70oC leveren, waarmee ook minder goed te isoleren woningen verwarmd kunnen worden.

3.2 Hybride warmtepompen

Deze paragraaf geeft een overzicht van de hybride warmtepompen die momenteel op de markt beschikbaar zijn. In tabel 3.1 staan voor een aantal hybride warmtepompen de belangrijkste eigenschappen, waaronder prijs, geluidsproductie, seizoensgebonden prestatiecoëfficiënt (SCOP) en kosten. Dit overzicht biedt de bewoners in de wijk De Parken hulp bij het kiezen van een geschikte hybride warmtepomp voor hun woning.

Tabel 3.1 Overzicht eigenschappen van hybride warmtepompen in de markt

Nr.	Afgiftesysteem	Merk	Type	SCOP (7/35C)	Geluid binnendeel (maximaal - (volland) in dB	Geluid buitenunit (maximaal - (volland) in dB	Prijs in Euro (incl. BTW excl. subsidie)
1	Split 5.0 B-S	Nefit Bosch	Split	5,35	-	65	6.815,00
2	Split 7.0 B-S	Nefit Bosch	Split	5,22	-	65	7.216,00
3	Compress 7400i 5 B	Nefit Bosch	Monoblock	5,76	-	50	8.616,00
4	Compress 7400i 7 B	Nefit Bosch	Monoblock	5,98	-	50	9.253,00
5	Quatt warmtepomp	Quatt	Monoblock	4,9		55	2.699,00
6	Quatt warmtepomp	Quatt	Monoblock	4,9		55	5.398,00
7	Elga Ace H 4 kW	Remeha	Split	4,5	37	53	3.154,00
8	Elga Ace H 6 kW	Remeha	Split	4,45	37	57	4.038,00
9	Mercuria 4,5MR	Remeha	Split	5,11	40	35,7	4.236,00
10	Mercuria 6 MR	Remeha	Split	4,05	40,8	42,8	4.608,00

¹ [Waterstofketel: H2 Ready | Nefit Bosch \(nefit-bosch.nl\)](#)

Nr.	Afgiftesysteem	Merk	Type	SCOP (7/35C)	Geluid binnendeel (maximaal - voltage) in dB	Geluid buitenunit (maximaal - voltage) in dB	Prijs in Euro (incl. BTW excl. subsidie)
11	Mercuria 8 MR	Remeha	Split	4,27	39,6	44,7	5.266,00
12	Mercuria 11 TR	Remeha	Split	4,65	39,6	46,7	6.603,00
13	Mercuria 16 TR	Remeha	Split	4,22	39,6	46,5	7.652,00

Monoblock en split uitvoering

Er zijn twee typen hybride warmtepompen: monoblock en split. Een monoblock warmtepomp heeft alle onderdelen in één unit geïntegreerd en wordt meestal buiten de woning geplaatst. Een split warmtepomp is opgebouwd uit twee onderdelen: een binnenunit en een buitenunit, die via leidingen met elkaar verbonden zijn.

De installatie van een monoblock hybride warmtepomp verschilt ten opzichte van een split type. Een monoblock warmtepomp kan sneller en gemakkelijker worden geïnstalleerd, omdat alle onderdelen zijn samengevoegd in één apparaat. Dit kan nuttig zijn voor oudere woningen, waar het installeren van leidingen en een binnenunit lastiger kan zijn vanwege de beperkte ruimte. Split warmtepompen bieden meer flexibiliteit bij de plaatsing van de binnenunit, waardoor ze beter kunnen worden afgestemd op de specifieke kenmerken van de woning. Een split warmtepomp kan daarom een betere optie zijn voor oudere woningen.

4 CONCLUSIE EN VERVOLGSTAPPEN

In deze notitie zijn de potentiële bronnen voor waterstof en biogas/groengas voor De Parken onderzocht. Daaruit is gebleken dat voor zowel waterstof als biogas/groengas de meeste bronnen geen capaciteit hebben, of slechts op de lange-termijn eventueel als bron kunnen dienen voor de warmtevoorziening van De Parken.

Voorlopig lijkt in gesprek gaan met de rwzi over het uitbreiden van de biogasproductie of het starten van waterstofproductie de meest haalbare oplossing voor het verkrijgen van duurzaam gas voor De Parken. Dit komt onder andere door de nabijheid van de rwzi en de ervaring die daar al aanwezig is met het opwekken van biogas. Echter heeft waterschap Vallei en Veluwe momenteel nog geen plannen voor het uitbreiden van de productiecapaciteit of het installeren van waterstofproductie of opwerken van biogas tot groengas.

Voor de korte termijn zou mogelijk afnemen van waterstof van de lokale initiatieven in Zwolle, Deventer of Zutphen kunnen voorzien in een potentiële waterstofvraag. Aanvoer zal dan via tubetrailers gaan. Zwolle is daarbij de meest concrete locatie waar in 2024 waterstof geproduceerd gaat worden. De kosten zullen naar verwachting echter veel hoger zijn dan die van de huidige aardgas gebaseerde warmtevoorziening. Bij grotere afname zal dit ook leiden tot een groot aantal transportbewegingen in en naar de wijk.

Overige bronnen van waterstof zijn lastig te vinden, omdat het landelijke waterstofnet niet langs Apeldoorn komt. Geschikte ruimte voor het plaatsen van een elektrolyser is lastig te vinden. Dit komt onder andere omdat ondernemers in de industriegebieden maar gedeeltelijk gebaat zijn bij het gebruik van groene waterstof. Hierdoor zal het lastig zijn om een samenwerking te vinden. Daarbij is het vervoeren van waterstof m.b.v. tubetrailers niet realistisch geacht door de grote hoeveelheid transportbewegingen.



APPENDIX: MOGELIJKE DUURZAAM GAS VRAAG BEDRIJVEN APELDOORN

Tabel A.1 Overzicht grootste industriële gasverbruikers in Apeldoorn en de potentie van inzetten van een duurzaam gas voor de verduurzaming van haar eigen processen

Industrie Apeldoorn	Core business	Potentie Groengas	Potentie Waterstof	Toelichting
Maakindustrie				
Remeha Fabrieken B.V. & BDR Thermea Group B.V.	Verwarming & warmwatersystemen	Goed	Goed	H2 GO pilot projecten
Hamer B.V.	Technische (gebouw)installaties & dienstverlening	Laag	Laag	
Hollander Techniek B.V.	Technische (gebouw)installaties & dienstverlening	Laag	Laag	
Accell/ Sparta B.V.	Fietsen producent/leverancier	Laag	Laag	
AFP Holland	Producent/leverancier (voedsel) verpakkingen	Mogelijk	Mogelijk	
KIWA/ Gastec	Testen, certificering, training, inspectie	Laag	Laag	
Solidpack B.V.	Verpakkingsoplossing en uit gerecycled papier	Laag	Laag	
Koninklijke Talens B.V.	kunst/kunstartikelen leverancier	Laag	Laag	
VDL Weweler B.V. & VDL Weweler Parts B.V.	Producent suspensies van zware voertuigen	Laag	Laag	
I.T.S. B.V.	Leverancier huishoudelijke verpakkingsmateriaal	Laag	Laag	
Owens Corning Veil Netherlands B.V.	Glasvezelvlies productie	Mogelijk	Mogelijk	HT processen
Bredenoord Aggregaten B.V. & Bredenoord Aggregaten Verhuur B.V.	Verkoop/verhuur aggregaten	Mogelijk	Mogelijk	H2 GO pilot projecten
Avantes BV	Instrumenten voor optische vezelspectroscopie	Laag	Laag	
Kamp Coating Apeldoorn B.V.	Voorbehandeling/coating metalen producten	Mogelijk	Mogelijk	HT Processen
Transport & logistiek				

Sandd Holding Maatschappij B.V. / POSTNL	Post bezorger	Laag	Laag	
Hanos B.V.	Groothandel/leverancier	Laag	Laag	
Moduslink B.V.	Logistieke dienstverlening	Laag	Laag	
THR B.V.	Groothandel/leverancier	Laag	Laag	
Transportbedrijf Thomassen B.V.	Logistieke dienstverlening	Mogelijk	Mogelijk	h2 als brandstof
Huisman Transport B.V.	Transport, montage, opslag	Mogelijk	Mogelijk	h2 als brandstof
Grolleman Cold Store B.V.	Koude opslag	Mogelijk	Mogelijk	h2 als brandstof
SILS	Transport/logistiek	Mogelijk	Mogelijk	h2 als brandstof
Futurumshop	Fietsen shop	Laag	Laag	
Breustedt Chemie	Chemie distributie/logistiek,	Laag	Laag	

IV

BIJLAGE: TOEKOMSTVISIE SCENARIO'S WATERSTOFGAS EN GROENGAS

BIJLAGE IV SCENARIO'S WATERSTOFGAS EN GROENGAS

1 INLEIDING

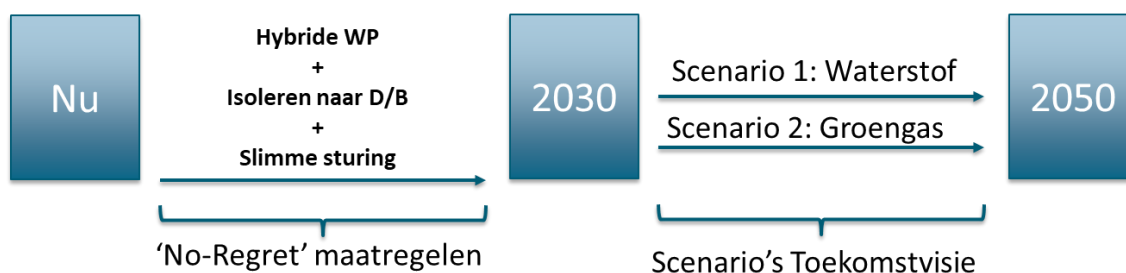
Om tot het lange termijn scenario vanaf 2050 te komen is achtereenvolgens:

- 1 een beeld voor de situatie in 2050 gevormd;
- 2 een energietransitiepad naar 2050 uitgedacht (zie afbeelding 1.1);
- 3 een beeld gevormd over de situatie in 2030;
- 4 de No-Regret maatregelen die bewoners en de gemeente kunnen nemen tot die tijd in kaart gebracht.

Hiermee is inzichtelijk gemaakt welke ontwikkelingen er nodig zijn op de korte termijn (tot 2030) en welke ontwikkelingen er mogelijk zijn op de middellange (vanaf 2030) en lange termijn (vanaf 2050). In deze notitie zijn beide scenario's ontwikkeld en verder uitgewerkt. Ten slotte is het meest geschikte scenario uitgewerkt in een businesscase.

Omdat uit de analyse zoals beschreven in bijlage III van dit rapport geen duurzame gas oplossing op de korte termijn beschikbaar is, en er in de gemeente Apeldoorn ook gewerkt wordt aan de ontwikkeling van warmtenetten is ook globaal beschouwd wat de mogelijkheden daarvan zijn voor de categorie woningen in De Parken die voor verwarming met een duurzaam gas in aanmerking komen. Tenslotte is daarom ook nog gekeken naar all electric oplossingen met hoog temperatuur warmtepompen.

Afbeelding 1.1 Energietransitiepaden voor een duurzame warmtevoorziening De Parken op de korte, middellange en lange termijn



Leeswijzer

In deze notitie zijn de volgende stappen uitgewerkt in de aangegeven hoofdstukken:

- **2. Duurzame warmte scenario's:** Allereerst is het waterstofscenario en het groengasscenario in beeld gebracht voor de middellange- (2030) en lange termijn (2050). Hierbij is ook verkennend gekeken naar een warmtenet in De Parken o.b.v. al bestaande initiatieven in Apeldoorn;
- **3. Keuze voorkeursscenario:** De keuze voor het voorkeursscenario voor De Parken is genomen middels een beoordeling van zes criteria;
- **4. 'No-regret' maatregelen voor de korte termijn:** Op basis van de keuze voor één van twee scenario's, en een logisch transitiepad, zijn vervolgens 'No Regret' maatregelen geïdentificeerd die bewoners, CDP en de gemeente Apeldoorn op de korte termijn (tot 2030) kunnen nemen. Met deze maatregelen maken we het mogelijk op een later moment de keuze te heroverwegen;
- **5. Businesscase voorkeursscenario:** De businesscase, met kpi's zoals CAPEX, OPEX en TCO, is verder uitgewerkt voor het voorkeursscenario, zoals dat in 2050 in beeld is. Voor de kortetermijnmaatregelen is geen businesscase uitgewerkt omdat deze maatregelen zeer specifiek per woning zijn afhankelijk van bouwjaar, grootte, staat van isolatie en type en ouderdom verwarmingsinstallatie.

2 DUURZAME WARMTE SCENARIO'S

Vanuit de warmtevraag van de Wijk De Parken (bijlage II) is geïdentificeerd welke woningen aangesloten kunnen worden op een warmtevoorziening gebaseerd op duurzaam gas en welke woningen met een all electric oplossing uitgerust kunnen worden (bijlage III). Voor de categorie woningen die verwarmd kunnen worden met een duurzaam gasvoorziening zijn, op basis van analyse van de huidige beschikbaarheid van duurzame gassen in bijlage II en expert analyse van medewerkers van Witteveen+Bos, voor de lange termijn (2050 en verder) twee verschillende scenario's ontwikkeld. De twee scenario's, gericht op een aardgasvrije warmtevoorziening van de Parken op basis van duurzame gassen, zijn:

- **groengas scenario;**
- **waterstof scenario.**

Vanuit deze scenario's is teruggekeken welke stappen er op de korte en middellange termijn genomen moeten worden om dit toekomstscenario mogelijk te maken. Daarbij zijn de te nemen stappen gespecificeerd voor de bewoners van De Parken, Coöperatie Duurzame Parken en de gemeente Apeldoorn.

Alternatieven

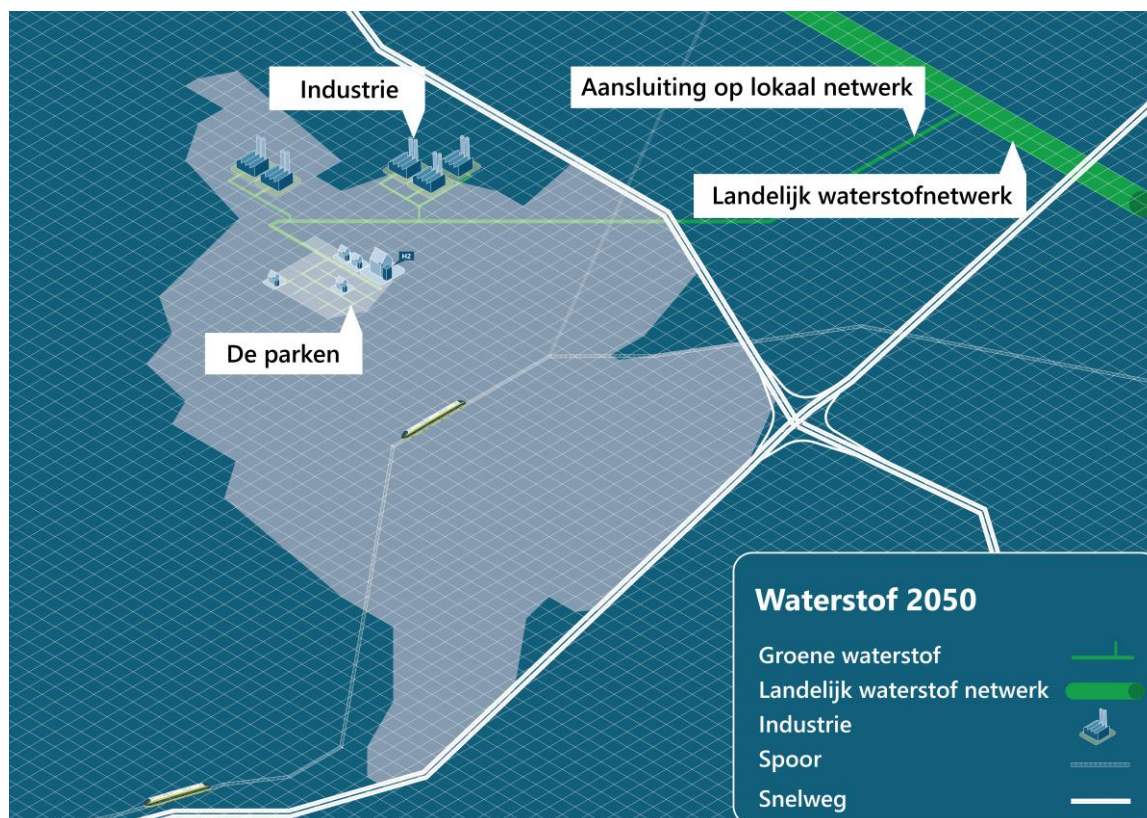
Omdat er op de korte termijn geen waterstof of groengas beschikbaar is, is er nog tijd en voldoende reden om naar alternatieven te kijken voor een betaalbare duurzame warmtevoorziening van de Parken. In dat kader heeft Witteveen+Bos nog twee alternatieven globaal in beeld gebracht in deze bijlage:

- **warmtenet:** in dit alternatief is gekeken hoe De Parken op bestaande initiatieven voor warmtenetten in Apeldoorn kan meeliften om alsnog duurzame verwarmd te kunnen worden middels een warmtenet.
- **all-electric:** in dit alternatief is gekeken of een duurzame woningverwarming met hoog temperatuur warmtepompen op termijn een concurrerende oplossing kan zijn.

2.2 Waterstofgas scenario

In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat er in 2050 een aansluiting komt op het landelijke waterstofnetwerk van de Gasunie. Dit netwerk zal volgens de huidige plannen tegen 2030 gerealiseerd zijn. In dit scenario zal de buurt De Parken (exclusief woningen met bouwjaar jonger dan 2000 en deel Noord dat kan aansluiten op warmtenet Kerschoten) na 2030 de transitie naar waterstof als energiebron maken voor duurzame verwarming. In 2050 is de warmtevoorziening in De Parken (bijna) volledig op waterstof gebaseerd.

Afbeelding 2.1 Scenario toekomstvisie waterstofgas 2050



Het toekomstbeeld in 2050 voor het Waterstofscenario is gepresenteerd in afbeelding 2.1 In de rest van het hoofdstuk wordt het scenario en alle nodige 'puzzelstukjes' verder beschreven en toegelicht, inclusief de randvoorwaarden en tijdspaden.

Voordelen van waterstof voor de ruimteverwarming

Uit verschillende onderzoeken is naar voren gekomen dat waterstof significante voordelen kan hebben wanneer het gebruikt wordt voor de ruimteverwarming in woningen. Stedin noemt in haar working paper 'Waterstof in de gebouwde omgeving' (2020) de volgende voordelen:

- waterstof kan aardgas volledig vervangen, en daarmee woningen in staat stellen om op termijn aardgasvrij te worden (indien het waterstof groen geproduceerd wordt);
- het huidige gasnet is grotendeels geschikt om waterstof mee te distribueren;
- waterstof kan nu al direct gemengd worden met aardgas in het huidige gasnet zonder dat daarvoor aanpassingen in het net of in de warmteafgifte installaties nodig zijn. Doorgaans wordt gesproken van mengsels van waterstof in aardgas tot maximaal 30 % in volume.

Aanvullend kan worden gesteld dat als de vrijkomende warmte bij productie en gebruik van waterstof nuttig kan worden aangewend, hoge rendementen tot 90 % mogelijk zijn. En waterstoftransport neemt veel minder ruimte in beslag dan elektriciteitstransport en geeft minder energieverlies tijdens transport. De factsheet 'Waterstof in de gebouwde omgeving' van CE Delft noemt daarbij nog een aanvullend voordeel, nl. dat bij gebruik van waterstof je minder verregaande (en dure) isolatiemaatregelen hoeft te nemen in tegenstelling tot all-electric ruimteverwarming.

Landelijk waterstofnetwerk

Er komt in de toekomst een landelijk waterstofnetwerk in Nederland. Dit netwerk zal grotendeels gebruik maken van het bestaande aardgasnetwerk en zal initieel de grote industriële clusters met elkaar verbinden. Naar verwachting zal dit waterstofnetwerk aan het einde van dit decennium gereed zijn. (Gasunie, 2023) De vraag is of Apeldoorn en daarmee de wijk De Parken een aansluiting hierop kunnen krijgen. Het krijgen van

een aansluiting hangt voornamelijk af van of er lokaal voldoende behoefte naar waterstof is. Verder zijn de kosten voor de aansluiting op het landelijke netwerk hoog en kunnen deze niet enkel door de bewoners gefinancierd worden. Als echter de wijk hier in de toekomst toch op kan aansluiten dan is dat zeer bepalend voor dit scenario, gezien je dan als wijk altijd voldoende waterstof beschikbaar hebt. De kans dat de wijk daadwerkelijk aan zal sluiten zal echter waarschijnlijk klein zijn, en in ieder geval niet vóór 2050. Dit heeft te maken met de beperkte beschikbaarheid van groene waterstof, de initiële aansluiting van het waterstofnetwerk op de grote industriële clusters in Nederland en de prioritering van klantgroepen, waarbij de gebouwde omgeving onderaan het lijstje staat. Ook is waterstof veel duurder dan alternatieven om woningen te verwarmen. Er zijn weliswaar nationale en Europese investerings- en exploitatiesubsidies, maar die zijn steeds meer ingericht op het subsidiëren van technologie met het hoogste rendement voor de minste subsidie.

Lokale elektrolyser

Een andere bron van waterstof ontstaat door lokaal een elektrolyser te realiseren. Dit kan op verschillende manieren. Mogelijk dat de rwzi op termijn (voorlopig geen plannen zoals gebleken uit de bronneninventarisatie en stakeholdergesprekken in bijlage II en III, dus minimaal na 2030) een elektrolyser plaatst en daarbij waterstof kan leveren aan de wijk. Een andere mogelijkheid om een elektrolyser te realiseren is door als Coöperatie Duurzame Parken (hierna: CDP) een samenwerking aan te gaan met een projectontwikkelaar van zon of wind. De bewoners van de wijk moeten dan via CDP zelf optreden en de samenwerking aangaan. Zonder lokale elektrolyser heb je uiteraard geen waterstofbron tot het moment dat je een aansluiting krijgt op het landelijke waterstofnetwerk.

Hergebruik lokaal gasnet

In dit scenario gaan we ervan uit dat het huidige lokale gasnet niet geheel opgeruimd wordt door de netbeheerder en dat de netbeheerder Liander het gasnet geschikt maakt voor waterstof en de aansluiting op de waterstofbackbone tot stand brengt. Tegen de tijd dat dat gebeurt zullen wel veel bedrijven en woningen geen gas meer afnemen en dus zal een groot deel van het gasnet wel verwijderd worden. Wel zal na 2030 regionaal transport van waterstof naar verwachting onder het takenpakket van de regionale netbeheerders komen te vallen. In dat geval is het te verwachten dat er een aansluitplicht komt. In dit scenario is het wel nodig om zelf (CDP, gemeente, provincie/regio) actief te lobbyen bij de regionale netbeheerder voor de aansluiting van De Parken en daarnaast ook industrieterreinen. Apeldoorn ligt zo'n 25 km van de beoogde waterstofbackbone en daarmee niet gunstig om een snelle aansluiting te verwachten. Om een aansluiting te krijgen lijkt samenwerking met de gemeente Deventer en Zutphen logisch, aangezien deze beide gemeenten tussen de beoogde waterstofbackbone en Apeldoorn liggen en beiden historische kernen en industrie hebben die interesse heeft in waterstoflevering.

De waterstofkwaliteit zal wel te laag zijn voor toepassing in brandstofcellen, zoals ook nu in de plannen van HNS met het landelijk waterstofnetwerk het geval is. Het is daarom voor verwarming van woningen te verwachten dat toepassing van gasadsorptiewarmtepompen die een hoger rendement hebben dan waterstof CV ketels de winnende technologie wordt. Deze kunnen wel met de lagere kwaliteit uit een collectief gasnet toe.

Opslag van waterstof

Bij afname van waterstof uit de waterstofbackbone is er geen lokale opslag nodig. In het geval van lokale productie van waterstof via een elektrolyser zal er ook lokaal waterstof opgeslagen moeten worden. De waterstofproductie die nodig is om de warmtevraag van de wijk te voorzien is dusdanig hoog dat er grote hoeveelheden moeten worden opgeslagen om perioden in de winter met minder productie en piekvraag te overbruggen. In een rapport van TU Delft (Waterstof voor gebouwverwarming, naar 500.000 woningen op waterstof in 2030, 2021) wordt gesteld dat de piek in warmtevraag in de winter tienmaal zo groot is als in de zomer. Daarnaast wordt dit effect versterkt doordat er in de zomer meer waterstof geproduceerd wordt welke bewaard moet worden voor de wintermaanden. Een dergelijk grote opslag van waterstof kan en mag niet in de buurt van de wijk staan en vergt een groot ruimtebeslag. Door ook in te zetten op groene stroom uit wind kan er ook meer waterstof in de wintermaanden geproduceerd worden. Echter is de energieproductie uit wind minder goed te voorspellen op de langere termijn. Deze extra volatiliteit in productie kan alleen worden opgevangen door voldoende opslag te realiseren als er constant in de gasvraag

voorzien moet worden. Daarnaast val je met hoeveelheden boven de 5.000 kg waterstof onder de rigoureuze BRZO wet- en regelgeving. Hierdoor word je gekenmerkt als een zwaar chemisch bedrijf. Het opslaan van waterstof in andere vormen zoals vloeibaar waterstof of ammoniak zorgt weliswaar voor verkleining van het benodigde opslagvolume, maar vereisen extra vergaande installaties (om bijvoorbeeld de ammoniak te kraken) die op deze schaal economisch ongunstig zijn.

Het Besluit risico's zware ongevallen 2015 (BRZO), ontstaan uit Europese wet- en regelgeving, bepaalt de minimale en maximale drempelwaarden van gevaarlijke stoffen. Voor waterstof zijn er bij opslag vanaf 5 ton voorschriften voor de lagedrempelinrichtingen en vanaf 50 ton voorschriften voor de hogedrempelinrichtingen. Bij groengas (beschouwd als aardgas) zijn die drempelwaarden 50 ton voor de lagedrempelinrichtingen en 200 ton voor de hogedrempelinrichtingen. De lijst met drempelwaarden is te vinden in Bijlage I van de Europese Seveso-III Directive (wordt later verder toegelicht). Afhankelijk van of de inrichting als lagedrempelinrichting of hogedrempelinrichting wordt geclassificeerd, volgen er (soms rigoureuze) richtlijnen waar de inrichting aan moet voldoen.

In onderstaand tabel is voor de scenario's Huidige Situatie, (isoleren naar) Energielabel D en Energielabel B de opslagcapaciteit berekend. Hierin nemen we o.a. aan dat de opslag voldoende moet zijn om de drie koudste winterweken te kunnen voorzien in de warmtevraag, en is gerekend met groengasproductie uit slibvergisting van de rwzi en dat deze in de winter voor de helft minder productiecapaciteit heeft.

Tabel 2.1 Resultaten van de berekeningen voor de opslag van waterstof in drie scenario's

	eenheid	Huidige situatie	Energielabel D	Energielabel B
warmtevraag op 1 januari	MWh	112,7	91,2	82,7
H2 productie op 1 januari (65% efficiency)	[MWh/dag]	9,4	7,5	6,8
H2 productie op 1 juli (65% efficiency)	[MWh/dag]	74,1	58,75	53,6
opslagduur	[dagen]	21	21	21
opslagcapaciteit	[ton waterstof]	5,9	4,7	4,3

Uit bovenstaande berekeningen blijkt dat de inrichting voor de waterstofopslag in de huidige situatie net boven de drempelwaarde voor de lagedrempelinrichtingen valt en dus gekenmerkt wordt als een BRZO-inrichting. Bij de scenario's waarin inwoners hun woningen isoleren tot Energielabel D en B is de opslagcapaciteit lager dan de drempel voor de BRZO lagedrempelinrichtingen, en wordt de inrichting voor waterstofopslag in deze gevallen dus niet onder de BRZO-regeling behandeld.

Seveso III-richtlijn

De Seveso III-richtlijn bepaalt de voorschriften van inrichtingen waar grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen in worden opgeslagen. Het doel is om zware ongevallen te preventeren, milieu en de gezondheid en veiligheid van werknemers en de bevolking te beschermen tegen rampen, de gevolgen bij een zwaar ongeval beperken en dat er lering wordt getrokken uit zware ongevallen. (InfoMill, 2023). De BRZO wet- en regelgeving bepaalt de voorschriften voor de Nederlandse Seveso bedrijven.

Groene stroom om waterstof groen produceren

Om groene waterstof te produceren dien je (het liefst lokaal) ook groene stroom op te wekken. Op het moment dat alle groene stroom uit zonenergie opgewerkt wordt, ontstaat er een grote onbalans tussen de zomer en winter. Deze onbalans kan voor een gedeelte genivelleerd worden door ook in te zetten op windenergie. Als Coöperatie De Parken is het bij lokale groene waterstofproductie wenselijk om een aandeel

te nemen in een windturbine of om in Nederland opgewekte windstroom via zogenaamde Power Purchase Agreements te contracteren om zo een gedeelte van de groene stroom voor de elektrolyser te garanderen.

Volgens verwachting (SDE++ 2023, rvo.nl) is het Nederlandse elektriciteitsnet vanaf 2034 dusdanig geladen met groene stroom dat je met een directe aansluiting van de elektrolyser op het elektriciteitsnet groene waterstof kunt produceren. Hierdoor vervalt de noodzaak om lokaal nieuwe opwek van groene stroom te realiseren. Hierbij moet wel worden opgelet dat de elektrolyser een voldoende zware aansluiting op het net kan krijgen. Momenteel is het elektriciteitsnet in grote delen van het land voor zowel invoeding als afname van elektriciteit zeer beperkt of zelfs niet mogelijk. In Apeldoorn is er tot 2029 geen aansluiting voor nieuwe grootverbruikers mogelijk. De mogelijkheid voor een dergelijke aansluiting op het elektriciteitsnet moet daarom ook tijdig overlegd worden met Liander en vanwege de hoge vermogens waarschijnlijk met TenneT. Ook is van belang de Europese regelgeving in het oog te houden op het punt van wanneer waterstof als 'groen' wordt aangemerkt. Nu mag de stroom nog uit heel Nederland komen, maar verwachting is dat het zoekgebied in de toekomst kleiner gemaakt gaat worden.

Tijdspaden

De maatregelen voor het Waterstofscenario voor bewoners, CDP en de gemeente Apeldoorn voor de korte, midden en lange termijn zijn hieronder te vinden in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Maatregelen korte, middellange en lange termijn voor waterstofscenario

Stakeholder	2023-2030	2030-2050	2050 en verder
de inwoner	uitvoeren van de No-Regret maatregelen: - de woning (aanvullend) isoleren naar energielabel D/D+ (of B/B+ indien kostentechnisch haalbaar) - CV-ketel na levensduur vervangen met hybride- of all elektric warmtepomp - koken op inductie - verandering in gedrag: bewust omgaan met energie	- aanschaffen H2-ready ketel/hybride warmtepomp na afschrijving CV-ketel of all elektriek warmtepomp - verandering in gedrag: bewust omgaan met energie	- verandering in gedrag: bewust omgaan met energie
Coöperatie De Parken	- duidelijkheid bieden over voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een alternatieve oplossing - zorgdragen voor een wijk gedragen oplossing in goede afstemming met de gemeente - inwoners toelichten en informeren over de verschillende type cv-ketels: de hybride warmtepomp, de hoge temperatuur warmtepomp en de H2-ready ketel - ondersteuning bij isoleren en energiebesparende maatregelen, bijvoorbeeld door opzetten collectieve inkoopactie - contacten onderhouden met andere bewonersinitiatieven om van te leren of mee samen te werken - gesprek blijven voeren met stakeholders van waterstof netwerk verbinding en onderzoek/ ontwikkelingen volgen - vraag bundelen met lokale industrie - mogelijkheden lokale elektrolyser uitzoeken etc. - ontwikkelen relaties en verkennen modellen met stakeholders	- gesprek blijven voeren met stakeholders van waterstof netwerk verbinding en onderzoek/ ontwikkelingen volgen - vraag bundelen met lokale industrie - mogelijkheden lokale elektrolyser uitzoeken - aandeel nemen in zon/wind project - contact met leveranciers H2-ready ketels - project starten aansluiting op landelijke waterstof netwerk tot en met realisatie - verkennen en komen tot definitieve projectafspraken - ook betrekken van Liander hierin, i.v.m. de extra functie van peak shaving van het net	- aansluiting op het landelijke waterstofnetwerk voor De Parken - ondersteunende rol bieden aan inwoners
	2023	2030-2050	2050 en verder

Stakeholder	2023-2030	2030-2050	2050 en verder
gemeente Apeldoorn	- duidelijkheid bieden en ondersteuning faciliteren over te kiezen voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een alternatieve oplossing - budget vrijmaken ter ondersteuning collectieve inkoop actie isolatie en andere besparingsmaatregelen - lobby landelijk waterstofnetwerk aansluiting organiseren	- lobby landelijk waterstofnetwerk aansluiting, brede regionale stuurgroep formeren - mogelijkheden lokale elektrolyser uitzoeken - contact met leveranciers H2-ready ketels - faciliteren contact met lokale industrie - ondersteunen bij aanvraag vergunningen - coördineren project aansluiting op landelijke waterstofnetwerk tot en met realisatie	- aansluiting op het landelijke waterstofnetwerk voor De Parken

De realisatie van het landelijke waterstofnetwerk van Gasunie is beoogd rond 2030 gereed te zijn. Dit betekent echter niet dat er vanaf dat moment ook een aansluiting is naar Apeldoorn en er dus waterstof beschikbaar zal zijn voor de wijk De Parken. De waterstof die door dit netwerk stroomt zal als eerste benut worden door de grote industriële afnemers en andere sectoren. De waterstofladder van Natuur en Milieu (zie afbeelding 2.2 hieronder) illustreert de toepassingen en prioritering van waterstof in de energietransitie die ook zijn weerslag vindt in beleid van de EU en nationale, regionale en lokale overheden in Nederland. In de waterstofladder is de prioritering voor gebruik van groene waterstof goed zichtbaar: het toepassen van waterstof voor het verwarmen van gebouwen wordt beschouwd als niet wenselijk, gezien de beschikbare alternatieven. Ondanks dat het gebruik van waterstof voor oude en moeilijk te isoleren woningen goed denkbaar is, zal de vraag hieruit i.t.t. de andere toepassingen relatief klein blijven.

 ZEER WENSELIJK	 WENSELIJK	 BEPERKT WENSELIJK	 TIJDELIJK BEPERKT WENSELIJK	 NIET WENSELIJK
Dit zijn de meest prioritaire toepassingen van waterstof, waar op termijn geen duurzame alternatieven voor zijn.	De alternatieven, die op termijn beschikbaar komen, zijn in de meeste gevallen niet beter dan waterstof.	De alternatieven die op termijn beschikbaar komen, kunnen in gevallen beter zijn dan waterstof, in andere gevallen zal waterstof de meest geschikte toepassing zijn.	De alternatieven die op termijn beschikbaar komen, zijn in de meeste gevallen meer geschikt dan waterstof.	Voor deze toepassingen bestaan al geschikte duurzame alternatieven.
Toepassing	Toepassing	Toepassing	Toepassing	Toepassing
1 Grondstof productie kunstmest 2 Zeer hoge temperatuur industriële proceswarmte	1 Grondstof in plastic- en staalindustrie ter vervanging van fossiele grondstof	1 Balansfunctie energie-infrastructuur (bufferfunctie) 2 Niches gebouwde omgeving 3 Continentaal vliegen	1 Hoge temperatuur industriële proceswarmte 2 Intercontinentaal vliegen en varen 3 Internationaal wegvervoer 4 Binnenvaart	1 Lage temperatuur industriële proceswarmte 2 Verwarmen, douchen, koken 3 Regionaal en nationaal wegvervoer 4 Treinen, regionale bussen, personenvervoer
Mogelijke alternatieven	Mogelijke alternatieven	Mogelijke alternatieven	Mogelijke alternatieven	Mogelijke alternatieven
1 Geen alternatief 2 Geen reële grootschalige alternatieven	1 Recycling	1 Batterijopslag; Netverzwaringen; Afschakelen hernieuwbare productie 2 Elektrisch verwarmen, warmtenetten 3 Elektrisch vliegen	1 Hoge temperatuur warmtepompen 2 Synthetische kerosine 3 Elektrisch vervoer 4 Elektrische scheepvaart	1 Elektrisch verwarmen 2 Elektrisch verwarmen 3 Elektrisch vervoer 4 Elektrisch vervoer

Een aansluiting op de landelijke waterstofbackbone zou in meerdere opzichten gunstig zijn voor De Parken:

- het zelf lokaal produceren van waterstof is niet meer nodig;
- lagere prijs per kg waterstof verwacht vanwege grote schaal t.o.v. eigen kleinschalige lokale productie met een elektrolyser;
- er is geen lokale opslag meer nodig aangezien het waterstofnet deels als opslag fungeert en er daarnaast grootschalige opslag is gerealiseerd in zoutcavernes en voormalige aardgasvelden;

Toekomst scenario waterstof 2050

In het toekomst scenario waterstof zien we dat waterstof alleen mogelijk is op een aantal voorwaarden en vanaf bepaalde momenten. Tot 2030 lijkt waterstof niet haalbaar te zijn (zie bijlage 3), en zijn 'No-Regret' maatregelen (hoofdstuk 4 in deze bijlage; nemen van een hybride warmtepomp, isoleren, slimme sturing en compartimentering) de beste oplossing voor de bewoners om al te besparen in aardgasverbruik en tegelijkertijd een stap te zetten naar één van de toekomstscenario's. Om rond 2030 lokaal geproduceerde waterstof te krijgen moet CDP op korte termijn op zoek naar partners die dit mee willen ontwikkelen en exploiteren, want deze zijn nu niet gevonden in Apeldoorn. Dit betekent het vinden van een energieleverancier, een ontwikkelaar van liefst lokale groene stroom (al kan de stroom ook via PPA's worden gecontracteerd mits de opwek in Nederland is) en zo mogelijk meerdere industriële afnemers in Apeldoorn. Daarbij dient het systeem zo te worden ingericht dat minimale opslag van waterstof nodig is en er toch voldoende leveringszekerheid is van de warmtevoorziening. In eerste instantie zou een bijmenging tot

maximaal 30 % waterstof bij het aardgas (of evt. groengas) gezocht kunnen worden. Ook zouden de industriële partners gedurende koude perioden af moeten kunnen schakelen van de waterstofvoorziening om daarmee extra capaciteit voor de woningen te realiseren. Om de piekvraag naar waterstof van de woningen te mitigeren moet de gevraagde capaciteit vanuit de industrie minstens even groot zijn om voldoende flexibiliteit in het aanbod van waterstof aan de woningen te creëren.

Indien er na 2050 waterstof aan de wijk kan worden geleverd, vanuit het landelijke waterstof netwerk, dan kan de wijk een aansluiting realiseren om zo direct van groene waterstof voorzien te worden. Om aansluiting op de backbone te krijgen is het ook belangrijk dat er meerdere industriële afnemers worden gevonden, waarmee de minimale aansluitcapaciteit van 100 MW op de waterstofbackbone mogelijk wordt. Daarbij kan worden samengewerkt met Deventer en Zutphen die samen al enkele tientallen MW potentiële waterstofvraag in beeld hebben. Door gezamenlijk één aansluiting te vragen kan een aansluiting eerder worden gerealiseerd.

Elektrisch verbruik

In het waterstof scenario zal de volledige warmtevraag van een woning voorzien worden door waterstof toe te passen in waterstof Cv-ketels, zowel in de dal als de piekmomenten. Het elektriciteitsverbruik in de woning zal nodig zijn voor alle huishoudelijke apparaten. In dit scenario wordt ook uitgegaan dat er elektrisch gekookt wordt door middel van inductie kookplaten, aangezien koken op waterstof vanuit veiligheidsoverwegingen onwenselijk is.

Economisch

Voor gebruik van waterstof in je woning heb je een waterstof ready cv-ketel nodig. Momenteel zijn er al een aantal op de markt verkrijgbaar (Remeha, Nefit Bosch, Coolt). Deze zijn echter nog duur t.o.v. alternatieve cv-ketels en warmtepompen. De technologische ontwikkelingen bij waterstof ketels zorgen ervoor dat de aanschafkosten de komende jaren zullen dalen. Verder zullen er naar verwachting vanaf 2030 ook meer aanbieders zijn van waterstofketels.

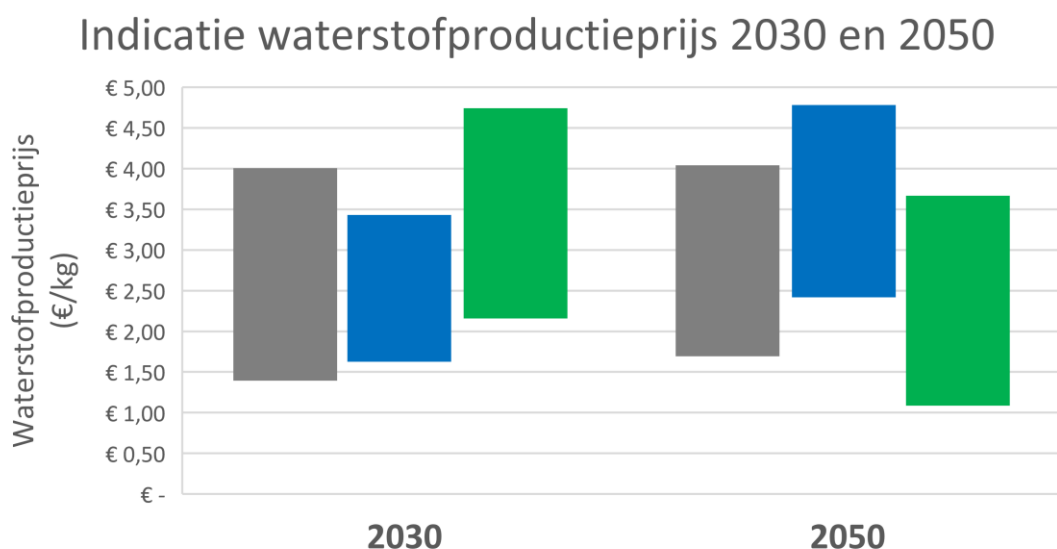
Ook is de verwachting volgens verschillende onderzoeken dat de productieprijs van groene waterstof in de toekomst sterk zal dalen. In afbeelding 2.3 is een overzicht gegeven van tien verschillende onderzoeken en rapportages waarin prognoses zijn gemaakt voor de productieprijs van waterstof in 2030 en 2050. Dit plaatje duidt een sterke daling aan ten op zichten van huidige waterstofproductieprijs, dit komt met name door een aantal kritieke aannames die worden gedaan:

- de CAPEX prijs van elektrolyse technieken zal flink dalen door o.a. automatisering en schaalgrootte;
- kosten voor opwek middels zon en wind zullen ook flink dalen;
- capaciteit energie opwek uit zon en wind stijgt aanzienlijk, waardoor een elektrolyser die direct gekoppeld is aan zon/wind opwek meer draaiuren kan maken.
- het aandeel groene stroom in het elektriciteitsnet wordt groter en op termijn goedkoper.
- het gros van de waterstof wordt ingezet voor de industrie en logistieke sector. Waterstof voor verwarming van gebouwen is minimaal (<5 %).

Dit overzicht geeft dan ook geen garantie voor de situatie voor De Parken in 2030 en 2050, maar duidt, weliswaar in mindere mate, de verwachting dat de productieprijs voor groene waterstof in de toekomst zal dalen.

Het overzicht van waterstofproductieprijs in 2030 en 2050 is gebaseerd op studies van DNV (2022), CE Delft (2020, 2018), PBL (2020), BloomBergNEF (2019), IRENA (2020), Statista (2022) en IEA (2019).

Afbeelding 2.3 Indicatie van de verwachte prijsontwikkeling (op basis van andere onderzoeken) in productieprijs voor grijze, blauwe en groene waterstof in 2030 en 2050



Duurzaamheid

Van de waterstof uit de waterstofbackbone kan worden verwacht dat deze duurzaam wordt geproduceerd, omdat Europa anders niet aan haar klimaatdoelen kan voldoen. Daarbij is waterstof zelf geen broeikasgas, maar kan bij vrijkomen wel met koolstofdioxide het broeikasgas methaan vormen¹. Verder levert het verbranden van waterstof weinig negatieve gevolgen voor de omgeving. Tijdens de verbranding ontstaat er water en een minimum hoeveelheid stikstofoxide (NOx) gassen. De NOx gassen welke wel vrijkomen kunnen daarbij ver onder het wettelijk limiet vallen².

2.3 Groengas scenario

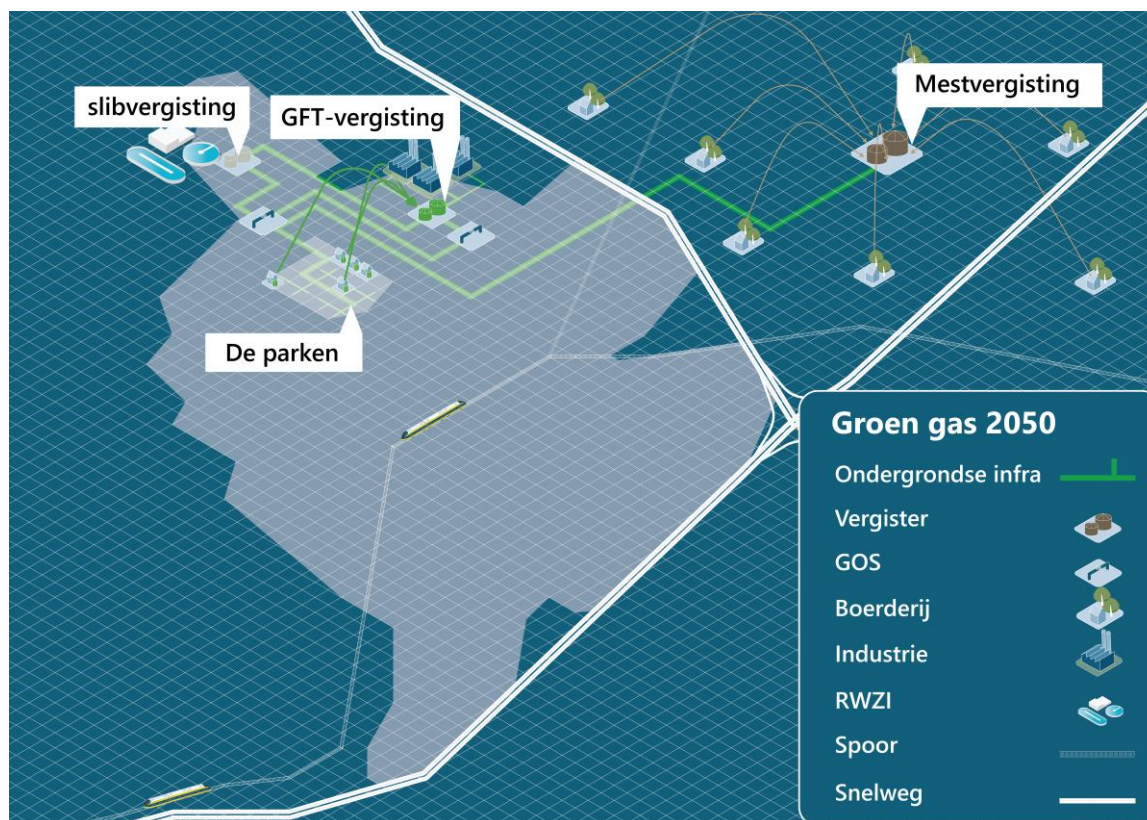
In dit scenario wordt de warmtevoorziening van woningen in De Parken die niet naar all-electric of via een collectieve warmtenet aangesloten zijn, gebaseerd op groengas. Om dit scenario te realiseren ligt er een grote nadruk op de inspanning en vermogen van CDP om de verschillende stakeholders te mobiliseren en de ketens (productie, opslag/transport, toepassing) van groengas op te zetten.

Het scenario in afbeelding 2.4 schetst de situatie waarin de warmtevoorziening van De Parken in 2050 gebaseerd is op groengas. Dit groengas is uit verschillende bronnen biomassa geproduceerd. Dit scenario en de organisatie die nodig is om deze ketens op te zetten wordt hieronder verder toegelicht.

¹ <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/waterstof-wat-doet-dat-met-het-klimaat>

² DEVELOPMENT OF HIGH PERFORMANCE (LOW NOx) DOMESTIC HYDROGEN BOILERS, DNV GL 2020

Afbeelding 2.4 Toekomstvisie scenario voor groengas in 2050



De woningen zijn weliswaar zoveel mogelijk geïsoleerd, maar het verwarmingssysteem dient op tenminste 70 °C te zijn uitgelegd.

Omdat het niet duurzaam is gebleken om biomassa voor groengasproductie over een afstand van meer dan 50 km te transporteren [project groengas Hub Salland, Provincie Overijssel 2012] en biomassa schaars is zijn er slechts enkele lokale bronnen beschikbaar in de omgeving van Apeldoorn binnen de straal van 50 km. Deze bronnen zijn hierna beschreven.

Omdat De Parken alleen in de winter substantieel biogas nodig heeft en de bronnen het hele jaar door groengas produceren, is met de industrie gedeelde infrastructuur ontwikkeld in het toekomstscenario voor groengas in 2050.

Het oorspronkelijke gasnet is gedeeltelijk verwijderd of in gebruik als waterstofnet, omdat het merendeel van de energie als elektriciteit of in de vorm van waterstof aan woningen en industrie wordt aangeboden.

Tabel 2.3 Maatregelen voor de groengas scenario voor de korte, middellange en lange termijn

Stakeholder	2023-2030	2030-2050	2050 en verder
de inwoner	uitvoeren van de No-Regret maatregelen: - de woning isoleren naar energielabel D/D+ (of B /B+ indien kostentechnisch haalbaar) - CV-ketel na levensduur vervangen met hybride- of all electric warmtepomp	- afbouwen afhankelijkheid Groengas niet Apeldoornse energieleveranciers - verandering in gedrag: bewust omgaan met energie	- verandering in gedrag: bewust omgaan met energie

Stakeholder	2023-2030	2030-2050	2050 en verder
	- koken op inductie - 4.Verandering in gedrag, - bewust omgaan met energie	- aanschaffen H2 ready ketel/hybride warmtepomp na afschrijving CV-ketel of all electric warmtepomp. - (wanneer het def. duidelijk is dat groengas de eindoplossing wordt, - ketelkeuze bij vervanging hierop aanpassen)	
coöperatie De Parken	- duidelijkheid bieden over te kiezen voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een alternatieve oplossing - zorgdragen voor een wijk gedragen oplossing in goede afstemming met de gemeente - inwoners toelichten en informeren over de verschillende type cv-ketels: de hybride warmtepomp, de hoge temperatuur warmtepomp en de H2-ready ketel - ondersteuning bij isoleren en energiebesparende maatregelen, bijvoorbeeld door opzetten collectieve inkoopactie - contacten onderhouden met andere bewonersinitiatieven om van te leren of mee samen te werken - gesprek blijven voeren met stakeholders van groengas netwerk verbinding o.a. rwzi als voorlopig beste kans op passend resultaat - Vraag bundelen met lokale industrie - contacten met ketelleveranciers, collectieve inkoop - ontwikkelen relaties en verkennen modellen met stakeholders	- gesprek blijven voeren met stakeholders groengas uit slib, GFT-afval en kunstmest vergistingsinitiatieven succesvol, afnemen groengas. - vraag blijven bundelen o.a. met industrie, bepaalde wijken - duidelijkheid bieden over te kiezen voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een alternatieve oplossing - verkennen en komen tot samenwerking met partners voor ontwikkeling groengas oplossing	- mogelijke rol in groengas organisatie
gemeente Apeldoorn	- duidelijkheid bieden en ondersteuning faciliteren over gekozen voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een alternatieve oplossing - budget vrijmaken ter ondersteuning collectieve inkoop actie isolatie en	- gesprek blijven voeren met stakeholders groengas uit slib (rwzi), GFT-afval, mest vergistingsinitiatieven succesvol, afnemen groengas.	- ondersteunen bewoners en coöperatie De Parken

Stakeholder	2023-2030	2030-2050	2050 en verder
	andere besparingsmaatregelen	- vraag blijven bundelen o.a. met industrie, bepaalde wijken - op het juiste moment bepalen wanneer en of groengas de eindoplossing is - ondersteuning ontwikkeling en realisatie groengasinfrastructuur en participeren in opzet organisatie - ondersteunen bij aanvraag vergunningen	

Groengasbronnen in 2050

In 2050 zal er vanuit diverse productielocaties groengas opgewekt moeten worden om met voldoende leveringszekerheid in de gasvraag van De Parken (en een beperkt deel van de industrie in Apeldoorn) te voorzien. Deze diverse bronnen voor groengas zijn:

- slibvergisting op terrein van rwzi Apeldoorn;
- GFT- vergisting op bedrijventerrein in Apeldoorn;
- mestvergisting in de buurt van Apeldoorn vanuit een coöperatie van boeren.

Door diversificatie van bronnen is gezorgd dat er altijd voldoende groengas beschikbaar blijft om te gebruiken in De Parken en ook bij storingen in één van de installaties voldoende back-up beschikbaar te hebben. De duurzaamheid van deze bronnen kan worden gegarandeerd door te vragen naar erkende garanties, zoals Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB), de International Sustainability and Carbon Certification (ISCC) en de European Union Renewable Energy Directive (EU RED).

Hieronder worden de bronnen voor groengas, en de daarbij nodige ketens en processen uitgelegd.

Slibvergisting

De huidige potentie voor groengasproductie op de rwzi Apeldoorn bedraagt 5.027.933 Nm³/jaar [Versnellingsprogramma groengas Unie van Waterschappen, 2023]. Een Nm³ groen gas heeft een energie-inhoud van 35,17 MJ. Dus de hoeveelheid van 176,83 TJ groengas is in potentie ruim voldoende om De Parken van warmte te voorzien (zie tabel 2.4).

Tabel 2.4 Aandeel groengas uit slib t.o.v. de totale jaarlijkse warmtevraag van De Parken

Categorie	Eenheid	Energielabel D	Energielabel B
groengas uit vergisting van slib	[-]	405 %	452 %

Ook in 2050 zal de rwzi Apeldoorn slib produceren tijdens het proces van het zuiveren van communaal en industrieel afvalwater. Naast het leveren van de warmte aan Zuidbroek wordt een deel van de warmte ook gebruikt voor de vergisting. Dat zou anders kunnen. Hoewel het Waterschap Vallei en Veluwe nu aangeeft geen biogas beschikbaar te hebben zal er door uitbreiding van de bevolking en mogelijk deels uitfasen van de huidige WKK, biogas en daarmee ook groengas in potentie beschikbaar komen. Het Waterschap Vallei en Veluwe en daarmee de rwzi Apeldoorn zijn zeer interessante partners. De belangrijkste redenen hiervoor zijn:

- de rwzi heeft kennis en ervaring in het produceren en verwerken van biogas;

- de rwzi heeft een vergistingsinstallatie en produceert momenteel al biogas;
- de rwzi ligt op korte afstand van De Parken;
- mede hierdoor zou de rwzi waarschijnlijk het meest kostenefficiënt biogas kunnen produceren en leveren; mogelijk zijn er ook minder kosten doordat een deel van de benodigde infrastructuur (benutting huidig aardgasnet) er al ligt.

Aandachtspunt is het ontbreken van voldoende ruimte op het terrein van de rwzi voor eventuele uitbreiding van capaciteit en installaties voor groengas opwerking. Daarnaast zal er bij opwerking tot groengas een alternatieve warmtebron nodig zijn om het vergistingsproces op gang te houden. Omdat een temperatuur van 40 °C voldoende is kan laagwaardige restwarmte uit de industrie of een elektrische verwarming volstaan.

GFT-vergisting

Een deel van het groengas, dat nodig is voor de warmtevoorziening van De Parken, kan komen uit het inzamelen en vergisten van GFT-afval. Momenteel wordt de energie uit het GFT-afval nog niet lokaal benut. Om dit te organiseren dient CDP samen met de gemeente en mogelijk de vuilophaaldienst (Circulus) de infrastructuur op te zetten. De keten ziet er als volgt uit:

- 1 GFT-afval wordt (nu al) opgehaald bij de woningen in Apeldoorn en naar een centraal inzamelpunt nabij een beoogde vergistingsinstallatie gebracht;
- 2 er dient een vergistingsinstallatie geïnstalleerd te worden. Daar is in de wijk geen ruimte voor, dus moet er buiten de grenzen van de wijk naar een locatie gezocht worden. Mogelijk dat nabijgelegen bedrijventerreinen hier geschikt voor zijn;
- 3 de uit GFT-afval geproduceerde biomassa wordt in de vergistingsinstallatie omgezet naar biogas. Deze dient vervolgens opgewaardeerd (zie bijlage III voor stappen opwaarderen biogas naar groengas) te worden;
- 4 het geproduceerde groengas kan nu geïnjecteerd worden in het lokale gasnet. Hiervoor dient nog een leiding aangelegd te worden die het groengas vanaf de vergistingsinstallatie naar een nabijgelegen gasaansluiting transporteert;
- 5 de woningen kunnen, als zij dat al niet hebben gedaan, een hybride warmtepomp aanschaffen om het groengas te gebruiken voor de warmtevoorziening. Groengas kan uiteraard ook met de huidige CV-ketel ingezet worden, maar dan mis je de energiebesparing die je met een hybride warmtepomp wel hebt. Vooral in het geval van groengas, welke een schaars goed is, is het belangrijk om hier zuinig mee om te gaan.

Hieronder is een overzicht gegeven van het aandeel van de warmtevoorziening dat ingevuld kan worden door het inzamelen en vergisten van GFT-afval voor de twee varianten. Daarbij is aangenomen dat:

- woningen met bouwjaar 2000 of jonger een all-electric warmtevoorziening hebben;
- de woningen in het noordelijke cluster zijn aangesloten op het warmtenet van Kerschoten;
- de woningen verder geïsoleerd zijn naar energielabel D of energielabel B en een hybride warmtepomp hebben geïnstalleerd.

Tabel 2.5 Aandeel groengas uit GFT-afval t.o.v. de totale warmtevraag

Categorie	Eenheid	Energielabel D	Energielabel B
groengas uit vergisting van GFT-afval ingezameld in De Parken	[-]	21 %	23 %
groengas uit vergisting van GFT-afval ingezameld in Apeldoorn	[-]	167 %	186 %

Mestvergisting

Een ander mogelijke bron van biomassa voor vergisting voor De Parken is dierlijke mest. Het succesvolle project 'Oxe geeft Gas' is hierbij het inspirerende voorbeeld. Afhankelijk van het soort boerderij en type

veehouderij kunnen boeren een significante hoeveelheid mest verzamelen. Traditioneel gezien werd (en wordt nog steeds) de mest niet per sé vergist, maar direct lokaal ingezet om bijvoorbeeld de bodemvruchtbaarheid te verbeteren (uitrijden van mest) of gemengd met ander organisch materiaal om afgebroken te worden tot compost. Tegenwoordig willen steeds meer boeren hun boerderijen duurzamer en energie-efficiënter maken, en vergisten zij hun eigen dierlijk mest om het biogas voor de eigen processen te benutten. Bovendien zien zij ook andere voordelen bij het vergisten van mest, namelijk dat er minder afval overblijft wat verwerkt en getransporteerd hoeft te worden en dat er een nieuw verdienmodel gecreëerd werd doordat boeren minder aardgas hoeven in te kopen of door het afzetten van het biogas aan de markt. Het restproduct van de vergisting, digestaat, is nog steeds erg interessant voor de boeren voor grondverbetering. Het bevat veel moeilijk afbreekbare organische stof.

Voor mestvergisting zijn zowel rundveebedrijven als varkenshouderijen als pluimveebedrijven geschikt. Elk type mest heeft zijn eigen specifieke gasopbrengst. In tabel 2.6 is aangegeven wat de naar groengas omgerekende hoeveelheid per dier en mestsoort bedraagt.

Tabel 2.6 Hoeveelheid groengas per dier per jaar op basis benutting alle mest [project Groengas Hub Salland, 2012]

	pluimveemest drijfmest	kuikens drijfmest	vleeskuikenmest vast	mest vleesvarkens drijfmest	mest fokzeugen drijfmest	biggen drijfmest	rundveemest drijfmest	jongrundvee drijfmest	rundveemest vast	vleeskalveren drijfmest
Groengas Nm ³ /dier/jaar	0,66	0,33	2,95	22,03	26,78	7,30	219,05	107,63	178,98	35,80

Om voldoende gasopbrengst te realiseren zullen meerdere veehouderijen biogas moeten produceren. Dat kan door ieder zelf een vergistingsinstallatie te laten realiseren of door de mest naar een centrale vergistingsinstallatie te laten transporteren.

Om tenminste 39,1 TJ aan energie te kunnen leveren is 1.112.000 Nm³ groengas nodig. Dit zou bijvoorbeeld betekenen dat er ruim 6.000 stuks rundvee nodig zijn om deze gashoeveelheid jaarrond bijeen te brengen. Daarbij blijft dan ook de noodzaak om seizoensopslag te realiseren wat een groot ruimtebeslag vergt en ook een significant veiligheidsrisico met zich meebrengt.

Uit een interview met een vertegenwoordiger van LTO is gebleken dat er tot op heden nog geen initiatieven in Nederland zijn waarbij er een samenwerkingsverband van bewoners met boeren is gevormd die hun dierlijk mest op een centraal punt inzamelen, vergisten tot biogas (incl. opwaarderen naar groengas) voor een toepassing in de gebouwde omgeving. Het gemiddeld aantal stuks rundvee op een melkveebedrijf in 2022 bedroeg 113. Dit betekent dat er 50-60 agrarische bedrijven mee moeten werken. Het betrekken van groengas van louter de veehouderij lijkt geen realistisch scenario, mede gezien in het licht van de stikstof- en biodiversiteitsdiscussie. Mogelijk kan het wel een aanvulling zijn op andere groengas bronnen.

Energieleveranciers

Tot slot kan er groengas worden afgenomen via energieleveranciers waarvan de herkomst overal in Nederland kan zijn.

Sommige energiebedrijven/leveranciers kunnen groengas aan particulieren leveren. Zo biedt Vattenfall twee producten aan waarbij er groengas gebruikt wordt: MixGroen Gas en PuurGroen Gas. Bij MixGroen Gas wordt je aardgasverbruik voor 10 % vervangen met groengas, terwijl bij PuurGroen Gas 100 % van je aardgasverbruik verduurzaamd wordt. Vattenfall produceert dit biogas in de Diemen centrale en zal bij

afnemen van dit project een hoeveelheid groengas equivalent aan je jaarlijkse aardgasverbruik produceren en (ergens) in het gasnet injecteren. De prijzen¹ voor de verschillende (groen)gas producten van Vattenfall zijn hieronder te vinden:

- aardgas: EU 1,26 per m³ (1jaar);
- mix groen: EU 1,28 per m³ (1jaar) (1,6 % duurder ten opzichte van aardgas);
- PuurGroen: EU 1,41 per m³ (1jaar) (11,9 % duurder ten opzichte van aardgas).

Tijdspaden

Het plaatje van het groengasscenario gaat uit van een mix van bronnen in 2050. Tot 2030 dienen bewoners de 'No-Regret' maatregelen te nemen zoals die in tabel 2.1 zijn beschreven. Om in 2050 voldoende groengas beschikbaar te hebben dient CDP zo spoedig mogelijk vol in te zetten op gesprekken met Waterschap Vallei en Veluwe waar de grootste potentie is om voldoende gas af te nemen. Daarnaast is het aan te raden met de gemeente en Circulus in gesprek te gaan over vergisting van het GFT. Met boeren in de gemeente Apeldoorn kan via de brancheverenigingen LTO en NVV contact worden gezocht om een gezamenlijk mestvergisting/groengas project op te zetten.

Schaarste biogas/groengas

Ondanks eventuele nieuwe bronnen van biogas/groengas zal er naar verwachting flinke concurrentie vanuit de industrie zijn vanwege de schaarste van biogas/groengas en het gemak voor afnemers om van aardgas over te schakelen naar groengas. Dit vergt immers geen investeringen in de eigen proces en verwarmingsinstallaties. Ook zal biomassa als koolstofbron in de chemische industrie worden ingezet ter vervanging van fossiele koolstof. Dit alles zal een prijsopdrijvend effect hebben. Daarnaast zal door voortschrijdende technologieontwikkeling het steeds eenvoudiger worden om biomassa op te werken tot hoogwaardige toepassingen. Als gevolg zal de overheid steeds strenger worden op het niet benutten van biomassa voor hoogwaardigere doeleinden dan energieopwekking. Het zal dus via regelgeving steeds moeilijker gemaakt worden om biomassa in te zetten voor biogas/groengas benutting

Infrastructuur

Het huidige gasnet is direct in staat om groengas te vervoeren naar waar het gewenst is. Het groengas zal dan achter het GOS (gasoverdrachtstation) geïnjecteerd moeten worden waardoor alleen de Parken ervan gebruik maakt.

Opslag van groengas

Indien groengas beschikbaar wordt via het gasnet zal er, vergelijkbaar als bij waterstof, geen opslag gerealiseerd hoeven te worden. Bij lokaal productie en gebruik van groengas zal wel opslag nodig zijn. Dit is vanuit wet- en regelgeving relatief eenvoudig t.o.v. opslag van waterstof, maar zal ook in het geval van groengas gaan om grote hoeveelheden. Mogelijk dat de opslag van groengas kleiner kan worden gedimensioneerd (dan bij waterstof) omdat productie van groengas een constanter profiel heeft door het jaar heen en niet afhankelijk is van opwek van groene stroom door zon en wind.

Bij groengas (beschouwd als aardgas) zijn de BRZO drempelwaarden 50 ton voor de lagedrempelinrichtingen en 200 ton voor de hogedrempelinrichtingen. In tabel 2.7 is voor de scenario's Huidige Situatie, (isoleren naar) Energielabel D en Energielabel B de opslagcapaciteit berekend. Hierin nemen we onder andere aan dat de opslag voldoende moet zijn om de drie koudste winterweken te kunnen voorzien in de warmtevraag, en is gerekend met groengasproductie uit slibvergisting van de rwzi en dat deze in de winter voor de helft minder productiecapaciteit heeft.

¹ Prijzen per september 2023. Vattenfall biedt geen garantie voor deze prijzen.

Tabel 2.7 Resultaten van de berekeningen voor de opslag van groengas in drie scenario's.

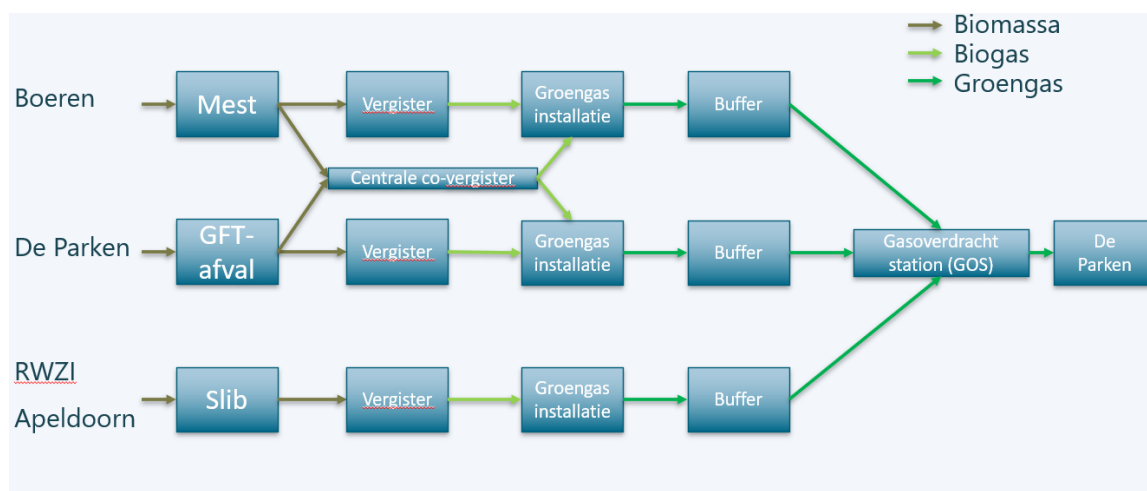
	eenheid	Huidige situatie	Energielabel D	Energielabel B
warmtevraag op 1 januari	MWh	112,7	91,2	82,7
productie groengas rwzi (50%)	[MWh/dag]	67,3	67,3	67,3
opslagduur	[dagen]	21	21	21
opslagcapaciteit	[ton groengas]	81,3	42,9	27,6

Uit de berekeningen volgt dat de opslag van groengas bij de warmtevraag van de huidige situatie onder de BRZO-regeling als een lagedrempelinrichting gekenmerkt wordt. Door te isoleren naar Energielabel D en evt. Energielabel B wordt de opslagcapaciteit slechts de helft of een derde t.o.v. opslag bij de huidige situatie. In deze situaties wordt de opslag dusdanig klein dat deze onder de lagere drempel ligt en dus niet als BRZO-inrichting wordt gekenmerkt.

Ketens voor productie, opslag en distributie, en gebruik van groengas

De productieketens voor groengasproductie uit verschillende typen biomassa zijn in Afbeelding 2.5 opgenomen. Hierbij dient opgemerkt te worden dat bepaalde onderdelen van de productieketens mogelijk slim ingezet en gecombineerd kunnen worden. Zo kan bijvoorbeeld de mest ingezameld door de boeren samen opslagen en verwerkt worden met het GFT-afval uit de wijk middels een centrale co-vergister (en mogelijk een centrale groengas installatie en centrale buffer).

Afbeelding 2.5 Overzicht van de ketens voor het groengas scenario in 2050



Economisch perspectief

Het is nog onduidelijk hoe de prijs van groengas zich gaat ontwikkelen in de toekomst. De huidige prijs van groengas is enkele malen goedkoper dan waterstof (zie ook Hoofdstuk 4.2). Echter is in de toekomst de verwachting dat er meer vraag komt naar groengas vanuit de industrie en de gebouwde omgeving aan de hand van verplichte verduurzaming. Deze extra vraag kan de groengas prijs opdrijven doordat er schaarste ontstaat aan het bronmateriaal biomassa.

Duurzaamheid

Groengas heeft verschillende positieve milieueffecten ten opzichte van andere fossiele brandstoffen zoals aardgas en stookolie. Het grootste voordeel van groengas is de bijdrage aan het verminderen van de CO₂-uitstoot. Groengas wordt namelijk geproduceerd uit organisch materiaal zoals plantaardig afval. Wanneer dit organisch materiaal wordt afgebroken, komt er CO₂ vrij in de atmosfeer. Dit gebeurt ook als het organisch afval op een stortplaats wordt gedumpt of wordt gecomposteerd. Door dit afval te gebruiken voor groengasproductie wordt de uitstoot van methaan, een broeikasgas, dus voorkomen. Daarnaast kan groengas ook bijdragen aan het verminderen van andere schadelijke stoffen zoals zwavelemissies en stikstofoxiden, omdat deze uit het biogas zijn gezuiverd en afgescheiden. Dit draagt bij aan een betere luchtkwaliteit. Het gebruik van groengas kan ook bijdragen aan de circulaire economie, doordat organisch afval wordt omgezet in groengas. Dit gaat verspilling tegen en kan bijdragen aan het verminderen van de afvalberg.

2.4 Alternatief: Warmtenet voor De Parken

Een warmtenet is een alternatief scenario voor De Parken als de scenario's voor duurzaam gas niet realistisch blijken. Momenteel zijn er in Apeldoorn twee initiatieven voor warmtenetten in en nabij De Parken: Warmtenet Kerschoten, zie Afbeelding 2.6, en warmterotonde Apeldoorn. In de volgende tekst wordt verder ingegaan op deze initiatieven en hoe De Parken kan profiteren door zich hierop aan te sluiten.

2.4.1 Voorwaarde aansluiting warmtenet voor De Parken

Uit het vorige rapport van Witteveen+Bos zijn de volgende inzichten naar voren gekomen over het aansluiten van De Parken aan een warmtenet:

- >90 % van de gebouwen in De Parken zal over moeten gaan op een warmtenet voor een positieve businesscase. Bij besluit tot warmtenet kan dit leiden tot een groot financieel risico wanneer bewoners zich terugtrekken;
- voor het overstappen is als optimale isolatiewaarde (minimaal) energielabel D gebleken;
- de impact van een warmtenet vergeleken met alternatieve scenario's is minimaal in de gebouwen, omdat de CV ketel alleen door een warmte-afleverzet vervangen hoeft te worden. Hierbij is er wel vanuit gegaan dat een warmtenet waar De Parken op wordt aangesloten een aanvoertemperatuur heeft van 70°C.

Aanvullend op die rapportage wordt opgemerkt dat inzet van een warmtenet voor de businesscase van de individuele bewoner zeer waarschijnlijk tot een lagere Total Cost of Ownership (TCO) aanleiding geeft dan wanneer waterstof als bron van de warmtevoorziening wordt genomen. De prijs voor groengas zal mogelijk ook hoger liggen door de schaarste en prijsopdrijving die wordt verwacht.

2.4.2 Warmterotonde en warmtenet Kerschoten

Momenteel zijn er plannen in de maak door de gemeente Apeldoorn voor een warmtenet door heel Apeldoorn onder de noemer 'Warmterotonde'. Om in de totale warmtevraag van Apeldoorn, ~3 PJ, te voorzien zijn er meerdere warmtebronnen en opslagmogelijkheden nodig. In het voorstel voor de warmterotonde zijn de warmtebronnen geïnventariseerd en is de fasering van aansluiting van de wijken voorgesteld. Het resultaat van het voorstel, zoals dat er nu ligt zijn meerdere vragen voor vervolgonderzoek naar de mogelijkheden van een warmtenet.

Naast de plannen voor een warmterotonde is de ontwikkeling van een warmtenet in Kerschoten aanbesteed. Dit warmtenet wordt gevoed door restwarmte vanuit effluent van de rwzi in combinatie met groene stroom waarmee een warmtepomp wordt aangedreven. Aan de noordzijde van De Parken zijn enkele straten die, gezien hun ligging en type woning, uitstekend aangesloten kunnen worden op het warmtenet.

Warmtebronnen

Om in de warmtevraag van 3 PJ van Apeldoorn te voorzien is gekeken naar de volgende bronnen:

- effluentwarmte rwzi Apeldoorn (1PJ): DT 4C, afhankelijk van koudelozingskader en deel dat al bestemd is voor het warmtenet in Kerschoten;
- aquathermie vijvers De Maten (0,4 PJ);
- restwarmte Ecofactorij + datacentra (0,2 PJ): onduidelijk contractvorm;
- ondiepe geothermie;
- overige bronnen: restwarmte koeling van gebouwen, luchtwarmtepompen.

Warmteopslag

Voor de warmterotonde zal ook opslag nodig zijn aangezien de productie van de meeste bronnen niet aansluit bij het warmtevraagprofiel van Apeldoorn. Voor de grote schaal van de warmteopslag zal gekeken moeten worden naar ondergrondse opslag. Momenteel heerst het idee om een hoog temperatuur opslag te realiseren aan de Oostzijde van het Apeldoorns kanaal. Dit is voordeliger t.o.v. de huidige lagere temperatuur opslag omdat er in dezelfde hoeveelheid water meer warmte opgeslagen kan worden.

Fasering over tijd

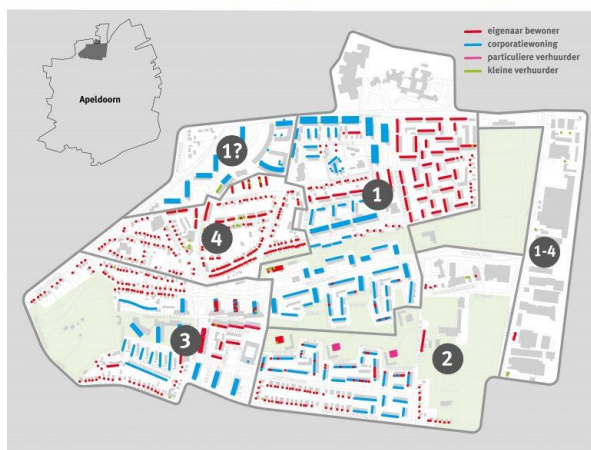
De voorlopige planning is dat de warmterotonde begint met de aanleg van het warmtenet in Kerschoten voor 2030 en dat het in 2050 volledig is gerealiseerd. De Parken zou in deze planning rond 2045 aan de beurt komen om aangesloten te worden. Met de No-Regret maatregelen die gelden voor het begin van alle scenario's zou het aansluiten zonder veel aanpassing aan de gebouwen kunnen gebeuren, omdat de benodigde isolatie al aanwezig is.

Warmtenet Kerschoten

De verwachting is dat in Kerschoten de eerste huizen aangesloten gaan worden in 2025 en voor 2040 iedereen is aangesloten, zie Afbeelding 2.6. De warmtebron van dit warmtenet is het effluent van de rwzi Apeldoorn. Warmtepompen zullen de lage temperatuur effluent warmte opwaarderen tot 70 °C, waarna het via het warmtenet wordt getransporteerd naar de gebouwen in Kerschoten.

Afbeelding 2.6 Warmtenet Kerschoten

Mogelijke volgorde van de aanleg van het warmtenet; 2025 tot en met 2030



Belangrijkste voor- en nadelen warmtenet in De Parken

Het grootste voordeel van een warmtenet in De Parken is de extra zekerheid die het biedt in het behalen van een gasvrij 2050 ten opzichte van de duurzame gas scenario's. Warmtenetten hebben in Nederland en in Apeldoorn een groter momentum om gerealiseerd te worden dan het duurzaam gas scenario. Een tweede voordeel is dat de prijs die voor de warmte wordt betaald door de toekomstige grotere rol van de gemeente

in de exploitatie en bescherming vanuit de Warmtewet zeer waarschijnlijk lager zal zijn dan die van waterstof.

Een nadeel bij het realiseren van een warmtenet in De Parken is dat de bewoners zich bewust hebben uitgesproken voor een oplossing voor duurzaam gas. Alsnog overgaan op een warmtenet kan dus mogelijk rekenen op een beperkt draagvlak wat mogelijk complicaties met zich meebrengt in de realisatie van het warmtenet.

Een tweede aandachtspunt is dat er voldoende aansluitingen dienen te komen om de businesscase voor de exploitant voldoende interessant te maken.

Toepassen alternatief warmtenet

Voor het uitrollen van het warmtenet zijn voor bewoners, stakeholders en de gemeente verschillende rollen weggelegd. De volgende paragraaf benoemt eerst de significante rol welke de gemeente gaat spelen a.d.h.v. de verwachte Wet Collectieve Warmte (WCW). Vervolgens is over tijd uitgezet hoe de ontwikkeling van een warmtenet eruit komt te zien.

Warmtewet

De rol van de gemeente is bepalend bij het ontwikkelen van een warmtenet door de WCW. De verwachte rol van de gemeente volgens de huidige regelgeving en toekomstige Wet Collectieve Warmte is tweeledig. Allereerst kan de gemeente warmtekavels aanwijzen. Een warmtekavel is een gebied waar collectieve warmtevoorziening wordt overwogen. Vervolgens kan de gemeente voor deze kavel een Warmtebedrijf aanwijzen voor de exploitatie hiervan.

Stapsgewijs aansluiten

De strategie voor ontwikkelen van een warmtenet is daarom zoals beschreven in tabel 2.8:

- **<2030, Besluit tot warmtenet en no-regret maatregelen:**
 - *de keuze voor een warmtenet zal zo snel mogelijk gemaakt moeten worden.* Uitstellen van dit besluit leidt tot extra kosten voor de bewoners. De No-Regret maatregel voor aanschaf van een hybride warmtepomp is niet meer No-Regret. Een warmtenet werkt met een afleverset voor het afgeven van warmte. De afleverset maakt de hybride warmtepomp dus overbodig. Uitstel van het besluit tot een warmtenet brengt hierdoor extra kosten met zich mee, omdat meer bewoners alsnog moeten investeren in een techniek die minder lang blijft;
 - *overstap naar hybride warmtepomp voor bewoners waarbij de levensduur van de CV-ketel afloopt.* Ondanks dat dit geen No-Regret maatregel betreft, zal De Parken toch de gasconsumptie moeten beperken om zo snel mogelijk duurzaam te worden. Daarbij kunnen deze bewoners na de levensduur van hun hybride warmtepomp aansluiten op het warmtenet. Hierdoor is de financiële schade beperkt;
 - *daarbij blijft het isoleren van de gebouwen in De Parken een No-Regret maatregel.* De schaarste in warmtebronnen rondom De Parken maakt dat deze eerlijk verdeeld moeten worden door de gemeente;
- **2030 - 2050, uitrol warmtenet:** Start bouw warmtenet inclusief eerste aansluitingen. Bewoners die een hybride warmtepomp hebben geïnstalleerd worden gecompenseerd voor de restwaarde, omdat het vanuit de exploitatie van het warmtenet wenselijk is dat ze direct aansluiten;
- **>2050:** onderhoud warmtenet inclusief implementatie van nieuwe technieken.

Tabel 2.8 Maatregelen voor een warmtenet in De Parken voor de korte, middellange en lange termijn

Stakeholder	2023-2030	2030-2050	2050 en verder
bewoners	uitvoeren van de No-Regret maatregelen: - de woning isoleren naar energielabel D/D+ (of B/B+ indien kostentechnisch haalbaar) - CV-ketel na levensduur vervangen met hybride- of all electric warmtepomp - koken op inductie - verandering in gedrag: bewust omgaan met energie	- installeren afleverset na afloop levensduur HR ketel of hybride warmtepomp wanneer warmtenet beschikbaar is. - verandering in gedrag: bewust omgaan met energie	- verder gaan op het warmtenet
coöperatie De Parken	- duidelijkheid bieden over voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een warmtenet of hoog temperatuur warmtepomp - zorgdragen voor een wijk gedragen oplossing in goede afstemming met de gemeente - inwoners toelichten en informeren over de verschillende type cv-ketels: de hybride warmtepomp, de hoge temperatuur warmtepomp en de H2-ready ketel. - ondersteuning bij isoleren en energiebesparende maatregelen, bijvoorbeeld door opzetten collectieve inkoopactie - contacten onderhouden met andere bewonersinitiatieven om van te leren of mee samen te werken - actief stakeholders benadering voor opwek en opslag van warmte en exploitatie van warmtenet, zoals de rwzi als warmtebron (effluent)	- duidelijkheid bieden over voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een warmtenet of hoog temperatuur warmtepomp - zorgdragen voor een wijk gedragen oplossing in goede afstemming met de gemeente - contacten onderhouden met andere bewonersinitiatieven om van te leren of mee samen te werken	- verder gaan met het warmtenet
gemeente Apeldoorn	- duidelijkheid bieden en ondersteuning faciliteren over gekozen voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een alternatieve oplossing - budget vrijmaken ter ondersteuning collectieve inkoop actie isolatie en andere besparingsmaatregelen - afhankelijk van de nieuwe warmtewet rol nemen in warmtenet van De Parken	- start bouw en exploitatie warmtenet	- verder gaan met het warmtenet

2.5 Alternatief: hoog temperatuur warmtepompen voor De Parken

Tabel 2.9 Maatregelen voor een HT warmtepomp in De Parken voor de korte, middellange en lange termijn

Stakeholder	2023-2030	2030-2050	2050 en verder
bewoners	uitvoeren van de No-Regret maatregelen: - de woning isoleren naar energielabel D/D+ (of B/B+ indien kostentechnisch haalbaar) - CV-ketel na levensduur vervangen met hybride- of all electric warmtepomp - koken op inductie - verandering in gedrag: bewust omgaan met energie	- begin overgang op hoge temperatuur warmtepomp na afloop levensduur HR-ketel of hybride warmtepomp combinatie	- onderhoud hoge temperatuur warmtepompen
coöperatie De Parken	- ondersteuning bij isoleren en energiebesparende maatregelen, bijvoorbeeld door opzetten collectieve inkoopactie - duidelijkheid bieden over te kiezen voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een alternatieve oplossing met ook ruimte voor individuele oplossingen - inwoners toelichten en informeren over de verschillende type cv-ketels: de hybride warmtepomp, de hoge temperatuur warmtepomp en de H2-ready ketel - contacten onderhouden met andere bewonersinitiatieven om van te leren of mee samen te werken - verzamelen info gedetailleerd isolatie niveau, type woning en ervaring met all electric - begin overleg netverzwaring met netbeheerder	- begeleiden collectieve uitrol hoge temperatuur warmtepompen - duidelijkheid bieden over te kiezen voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een alternatieve oplossing met ook ruimte voor individuele oplossingen - inwoners toelichten en informeren over de verschillende type cv-ketels: de hybride warmtepomp, de hoge temperatuur warmtepomp en de H2-ready ketel	
gemeente Apeldoorn	- duidelijkheid bieden en ondersteuning faciliteren over te kiezen voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een alternatieve oplossing - duidelijkheid bieden over gekozen voorkeursalternatief: waterstof, groengas, of een alternatieve oplossing - budget vrijmaken ter ondersteuning collectieve inkoop actie isolatie en andere besparingsmaatregelen	- begeleiden uitrol hoge temperatuur warmtepompen a.d.h.v. netverzwaring	

Inleiding

Een hoog temperatuur warmtepomp is een all-electric oplossing voor het duurzaam verwarmen van De Parken. Net als het hybride warmtepompsysteem is deze warmtepomp in staat om de gewenste temperatuur te leveren voor een CV-systeem waar een conventionele warmtepomp dat niet kan. Dit komt omdat de meeste conventionele warmtepompsystemen maar een afgiftetemperatuur bereiken van 55 °C en de hoog temperatuur warmtepomp een 'hoge' temperatuur van 70 °C kan bereiken. Doordat deze hoog temperatuur kan worden bereikt kan het huidige CV-systeem in huis blijven. Echter komt dit wel met zijn eigen nadelen: hogere investeringskosten van de warmtepomp¹ en een verhoogd elektriciteitsgebruik inclusief de daarbij vergrote kans op netcongestie.

Voorlopig is dit type warmtepomp nog niet gebruikt doordat deze nog niet financieel competitief is: het rendement van de warmtepomp is fundamenteel lager dan van een normale warmtepomp. Samen met de isolatiemaatregelen is een normale warmtepomp momenteel een betere investering dan een hoog temperatuur warmtepomp. Daarnaast ondervindt een hoog temperatuur warmtepomp nog meer last van congestie en is het hiermee dus ook een aanjager hiervan. De bottlenecks van deze techniek zijn verder uitgewerkt in onderstaande paragraaf.

Bottlenecks hoog temperatuur (HT) warmtepomp

Efficiëntie

Het inzetten HT warmtepompen is sterk afhankelijk van verbeteringen in de efficiëntie van deze techniek. Momenteel is deze optie niet de meest kosteneffectieve verduurzamingsoplossing vanwege de lage efficiëntie die het gevolg is van een hogere temperatuursprong van de warmtebron (buitenlucht) en het afgiftesysteem (70 °C in plaats van 50 °C). Het verband tussen efficiëntie en temperatuur is omgekeerd evenredig, wat betekent dat het toevoegen van een extra graad Celsius in afgiftetemperatuur de efficiëntie meer dan lineair verlaagd. Ontwikkelingen in warmtepompentechniek kunnen de HT warmtepompen efficiënter maken dan ze nu zijn. Desondanks lijkt het inzetten van isolatie en een 'normale' warmtepomp waar mogelijk nog steeds efficiënter.

Netcongestie

De stroomvraag in de winter, en in het bijzonder op koude dagen, neemt door de hoog temperatuur warmtepompen sterk toe t.o.v. de normale warmtepomp. Daarbij is de vraag of het lokale elektriciteitsnet dit aan kan. Een overstap naar inefficiënte hoog temperatuur warmtepompen welke tegelijkertijd een piekvraag hebben kan leiden tot overbelasting en uitval van het net.

Netcongestie door de piek in warmtevraag kan deels worden voorkomen door inzet van batterijen achter de meter of door het bufferen van warmte met een warmtebuffer en verandering in verwarmingsgedrag.

Toepassing voor De Parken

De inzet van een hoog temperatuur warmtepomp hangt dus af van een positieve ontwikkeling in de efficiëntie en de congestie die mogelijk kan ontstaan door de inzet van deze techniek. Inzet van deze techniek is zeer gebouwt afhankelijk, omdat de extra investering in de warmtepomp en operationele kosten in verhouding moeten staan tegenover de extra investeringen voor een reguliere warmtepomp met extra isolatie.

De strategie voor inzet van de hoog temperatuur warmtepomp is daarom zoals beschreven in Tabel 2.9:

- **<2030, no regret maatregelen:** de No-Regret maatregelen, isolatie en het gebruik van hybride warmtepompen, blijven belangrijk om het warmteverbruik te verminderen, omdat hoog temperatuur warmtepompen nog niet goed beschikbaar zijn of een te laag rendement hebben. Het is echter wel belangrijk om voorbereidingen te treffen voor het geval dat hoog temperatuur warmtepompen in de toekomst wel competitief zijn;
- **2030-2050, afhankelijke overstap naar hoog temperatuur warmtepompen:** indien er aan de competitieve voorwaarden wordt voldaan (verbeterde efficiëntie, geen beperkingen door congestie) kan

¹ <https://www.klimaatexpert.com/blog/renoveren-hoog-temperatuur-warmtepomp>

- er worden overgestapt naar hoog temperatuur warmtepompen en kunnen bestaande HR-ketels of hybride warmtepompsystemen worden vervangen door de hoog temperatuur warmtepompen;
- **na 2050, onderhoud:** na 2050 zal een volledige uitrol van hoog temperatuur warmtepompen nodig zijn voor onderhoud.

3 'NO-REGRET' MAATREGELEN VOOR DE KORTE TERMIJN

De scenario's waterstof en groengas gaan ieder uit van dezelfde termijnen:

- de korte termijn (nu tot 2030);
- de middellange termijn (2030 tot 2050); ofwel de transitieperiode naar groengas of waterstof;
- de lange termijn (vanaf 2050).

Voor beide scenario's zien wij dat de acties en maatregelen, voor zowel CDP als de bewoners individueel, op de korte termijn hetzelfde zijn. We refereren naar deze maatregelen op de korte termijn als de 'No-Regret maatregelen'. Dit zijn maatregelen die wij, onafhankelijk van de voorkeursoplossing, aanbevelen om te nemen. De maatregelen hebben als doel om op de korte termijn al grote energiebesparingen op wijkniveau te realiseren, en de woningen gereed te maken voor de transitie naar een duurzaam gas. Deze maatregelen zijn nodig, omdat in bijlage III al bleek dat beide scenario's alleen technisch haalbaar zijn bij een lage vraag naar duurzaam gas.

Inwoners De Parken

Actie:

- **isoleren naar energielabel D:** alle woningen zoveel mogelijk isoleren om kosten terug te dringen van het gebruik van duurzaam gas. Naast dat dit beide duurzaam gas scenario's haalbaar maakt zorgt het op de middellange termijn ook voor een grote onafhankelijkheid van natuurlijk gas en daarmee gepaarde CO₂ uitstoot;
- **waterstof ready CV-ketel:** Door onzekerheid zorgt deze maatregel voor flexibiliteit in keuze van zowel groengas als waterstof;
- **hybride warmtepomp:** Door gebruik te maken van een hybride warmtepomp kan het resterende deel van de gasvraag na isolatie verder worden gereduceerd, met dezelfde bijkomende voordelen als isoleren. Installatie heeft wel invloed op de netcongestie welke kan ontstaan in de wijk. Echter zal dit beperkt blijven doordat de CV-ketel de grote pieken in de vraag opvangt;
- **elektrificatie kookwarmte:** middels elektrisch koken kan een klein deel van de gasvraag, ~1 %, worden afgevangen.

Met bovenstaande maatregelen is De Parken voorbereid op een toekomst met duurzaam gas. De isolatie en de warmtepomp zorgen hierbij voor een minimale afhankelijkheid van deze dure en/of schaarse gassen.

Realisatie No-Regret maatregelen

De No-Regret maatregelen behoeven geen vergunningen. Wel is het mogelijk om voor het isoleren aanspraak te doen op verschillende subsidiefondsen op regionaal en nationaal niveau. In het onderstaande overzicht zijn enkele subsidies, of andere financiële hulpmiddelen, genoemd waar de bewoners van De Parken aanspraak op kunnen maken voor het isoleren van hun woning, mits er wordt voldaan aan de subsidievoorwaarden:

- **nationaal:**
 - **ISDE¹:** Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing. Deze subsidie is bedoeld voor het aanschaffen en installeren van isolatiemaatregelen, zoals dak-, vloer-, gevel- of spouwmuurisolatie. Daarbij kan hiermee ook een subsidie worden aangevraagd voor overige No-Regret maatregelen. Met de subsidie is het mogelijk tot 30 % van de kosten terug te krijgen.
 - **SVVE²:** De SVVE is voor (gemengde) VvE's, woonverenigingen en woningcoöperaties en biedt subsidie voor energieadvies, verduurzamingsmaatregelen en oplaadpuntenadvies.

¹ <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/isde>, 1-11-2023

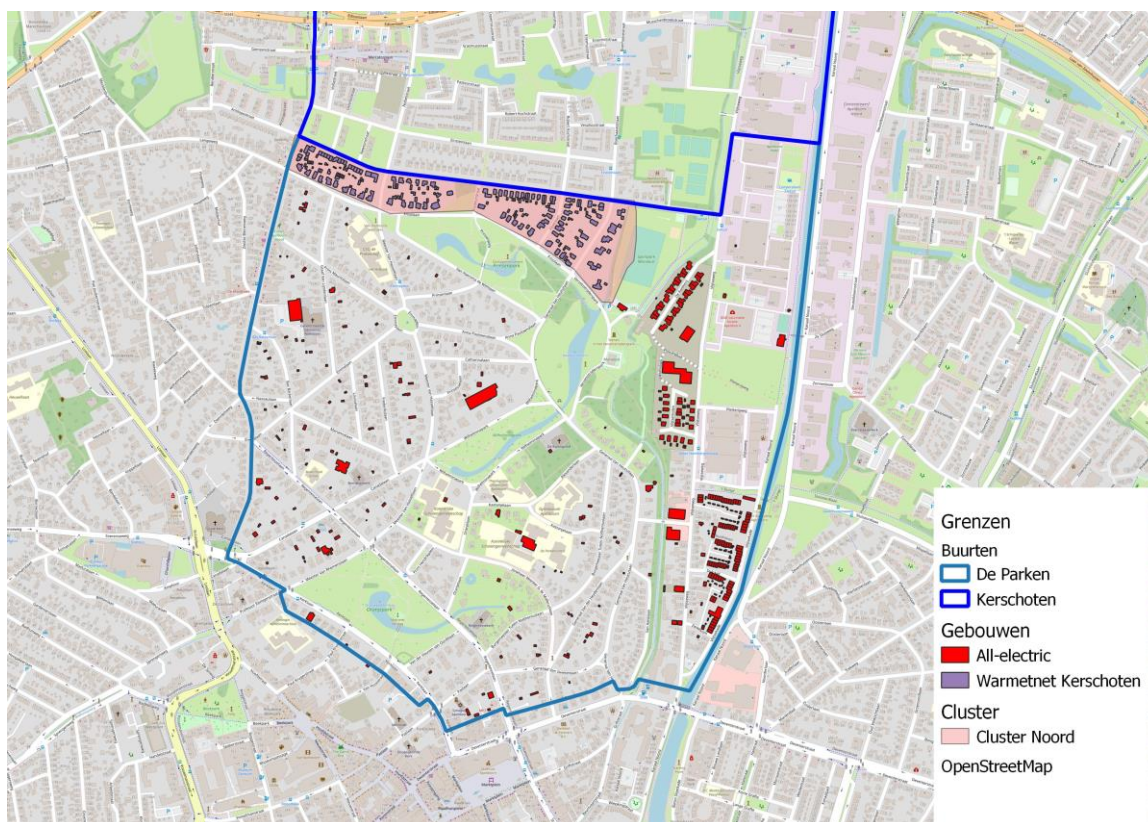
² <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/svve>, 1-11-2023

- **energiebespaarlening¹:** Een lening met een lage rente voor het financieren van energiebesparende maatregelen in de woning, zoals isolatie, zonnepanelen of een warmtepomp. Met de subsidie is het mogelijk tot minimaal EUR 1000,00 en maximaal EUR 71.000,00 lenen;
- **regionaal:**
 - **subsidie woningisolatie gemeente Apeldoorn²:** Een subsidie voor het isoleren van de woning in de gemeente Apeldoorn. Met deze subsidie is het mogelijk tot EUR 2000,00 van de gemeente Apeldoorn te verkrijgen voor isolatiemaatregelen. Echter is de verwachting dat veel inwoners van De Parken niet in aanmerking komen vanwege de inkomenseis.
 - **energiefonds Apeldoorn³:** Een fonds dat leningen verstrekt aan bedrijven en organisaties die investeren in duurzame energieopwekking of energiebesparing in de gemeente Apeldoorn. Bewoners kunnen minimaal EUR 5.000,00 en maximaal EUR 300.000,00 lenen, met een rente oplopend tot maximaal 3.5 % en een looptijd van maximaal 15 jaar.

3.2 Cluster specifieke No-Regret maatregelen

Naast de algemene No-Regret maatregelen voor De Parken zijn er voor twee clusters ook specifieke maatregelen om uiteindelijk te komen tot duurzame verwarming van De Parken: cluster Noord en cluster bouwjaar >2000 (zie Afbeelding 3.1). In deze clusters doen zich, vergeleken met de rest van De Parken, unieke kansen voor in de overstap naar duurzame warmte. Zo is voor cluster Noord de kans om over te schakelen naar een nabijgelegen warmtenet in Kerschoten en voor cluster bouwjaar >2000 om over te gaan op all-electric verwarming. Beide kansen verlichten de vraag naar duurzaam gas, waarmee het de overstap voor de hele buurt makkelijker maakt.

Afbeelding 3.1 De Parken waarin cluster Noord (rood gearceerd zone met blauwe panden) en cluster bouwjaar >2000 (rode panden) expliciet zijn weergegeven



¹ <https://www.warmtefonds.nl/particulieren>, 1-11-2023

² <https://www.apeldoorn.nl/wonen-en-leven/verbouwen-en-milieu/duurzaamheid/subsidie-woningisolatie>, 1-11-2023

³ <https://www.apeldoorn.nl/wonen-en-leven/verbouwen-en-milieu/duurzaamheid/energiefonds>

Cluster noord in De Parken

Actie:

- noorden van De Parken lobbyen voor aansluiting warmtenet Kerschoten

Voor het cluster in het noorden van De Parken is een aansluiting op het warmtenet van Kerschoten een logische optie. Volgens de gemeente heeft een aantal van de bewoners in het noorden van De Parken aangegeven op dit aansluiting bij het te ontwikkelen warmtenet te willen. Dit biedt voor hen de mogelijkheid om sneller van het gas af te gaan met minimale inspanning. Daarbij profiteert dit cluster woningen van de grootschaligheid van het warmtenet in Kerschoten, waardoor de realisatiekosten worden gedrukt volgens het "scale of economy" principe.

Cluster bouwjaar >2000

Actie:

- huizen na 2000 isoleren naar label B of mogelijk nog verder;
- huizen gebouwd na 2000 all-electric verwarmen en lage temperatuurvoorzieningen aanbrengeen.

Gebouwen die gebouwd zijn na het jaar 2000 kunnen met relatieve eenvoud overstappen op all-electric verwarming. Hierbij is een combinatie van een warmtepomp en isolatie naar in elk geval label B nodig. Hiermee zijn ze gasvrij voor relatief lage kosten met eenzelfde hoge betrouwbaarheid van levering (>99 % in Nederland). Daarbij zijn de kosten voor dit type gebouw voor het verder isoleren dan naar label D relatief zeer laag vergeleken met de overige bebouwing in De Parken.

3.3 Vergunningen

Voor de voorgestelde 'No-Regret' maatregelen op de korte termijn, zoals het verder isoleren van monumentale en niet-monumentale panden, energiebesparingen doorvoeren en het vervangen van een afgeschreven cv-ketel door een hybride warmtepomp, zijn in bijna alle gevallen geen speciale bouwvergunningen vereist. Deze maatregelen zijn gericht op het verbeteren van de energie-efficiëntie en het comfort van de woningen, zonder structurele veranderingen aan de uiterlijke kenmerken of structuur van het monument te brengen.

4 ANALYSE EN VOORKEURSOPLOSSING

Om het voorkeursscenario te bepalen zijn een aantal criteria gebruikt. De gehanteerde criteria zijn in paragraaf 4.1 toegelicht.

4.1 Beoordelingscriteria en toelichting

Duurzaamheid:

Duurzaamheid verwijst naar de milieueffecten van het energiesysteem, inclusief de uitstoot van broeikasgassen zoals CO₂, de impact op de directe omgeving (geluid, transportbewegingen, landschappelijke inpasbaarheid, etc.) en het vermogen om te voldoen aan lange termijn doelstellingen voor duurzaamheid. Duurzaamheid is essentieel vanwege de noodzaak om de klimaatverandering te bestrijden en natuurlijke hulpbronnen te behouden. Een duurzaam energiesysteem draagt bij aan een groenere toekomst. Naast milieueffecten wordt onder duurzaamheid ook verstaan dat waterstof of groengas als gedragen oplossing wordt gezien door de bewoners. Wanneer dit niet het geval is zal de oplossing ook niet duurzaam beoordeeld worden. Overigens kan deze perceptie van bewoners door invloeden van buitenaf (bijvoorbeeld sterke prijsstijgingen als gevolg van oorlog) en een goede communicatiestrategie wijzigen.

Betrouwbaarheid

Betrouwbaarheid verwijst naar de mate waarin het energiesysteem consistent en zonder storingen energie kan leveren. Dit omvat de stabiliteit van de energiebron, de beschikbaarheid van de energiebron, en het vermogen om te voldoen aan de energievraag van de wijk zonder onderbrekingen. Betrouwbaarheid is cruciaal, omdat het de continuïteit van de energievoorziening beïnvloedt. Een betrouwbaar systeem zorgt ervoor dat bewoners te allen tijde toegang hebben tot de benodigde energie. De mate van toekomstbestendigheid is ook een belangrijke indicator voor de betrouwbaarheid. Een voorbeeld hoe de betrouwbaarheid kan worden beïnvloed is door netcongestie. Netcongestie kan zorgen dat er geen stroom meer beschikbaar is voor aandrijving van de warmtepompen waardoor de betrouwbaarheid hiervan in het geding komt.

Betaalbaarheid

Betaalbaarheid heeft betrekking op de kosten van het energiesysteem, zowel op korte als op lange termijn. Dit omvat initiële investeringskosten, operationele kosten en de impact op de energierekening van bewoners. Betaalbaarheid is van groot belang omdat het bepaalt of het energiesysteem financieel haalbaar is voor zowel de wijk als individuele bewoners. Lagere kosten dragen bij aan de acceptatie van het systeem. De betaalbaarheid van waterstof of groengas wordt o.a. bepaald door de initiële kosten, de terugkerende kosten, en de totale kosten gedurende de levensduur van de technologie (TCO).

Haalbaarheid

Onder Haalbaarheid scharen wij de technische, juridische en organisatorische haalbaarheid. De haalbaarheid (of uitvoerbaarheid) heeft betrekking op de vraag of de implementatie van waterstof of groengas als energiebron binnen de wijk daadwerkelijk kan worden gerealiseerd. Dit hangt af van meerdere factoren zoals: wet- en regelgeving, complexiteit van het organiseren, technologie, en benodigde infrastructuur. Bij het beoordelen van de haalbaarheid wordt ook rekening gehouden met de timing, en of de wijk in termijn en in stappen over kan gaan op waterstof of groengas. De mogelijkheid om een geleidelijke transitie te kunnen maken in een aantal fasen (faseerbaarheid) wordt hiermee ook beoordeeld.

Primaire elektriciteitsverbruik

Primaire elektriciteitsverbruik meet de hoeveelheid elektriciteit die nodig is voor verschillende toepassingen in de wijk. Dit omvat het gebruik van elektriciteit voor ruimteverwarming, warm water, koken en andere elektrische apparaten. Primaire elektriciteitsverbruik is relevant omdat het de vraag naar elektriciteit beïnvloedt en de behoefte aan elektriciteitsopwekking. Het beïnvloedt ook de belasting van het elektriciteitsnet en de beschikbaarheid van groene stroom.

Draagvlak

De term "draagvlak" verwijst naar hoe positief bewoners, belanghebbenden en gemeenschapsleden zijn over een voorgestelde energieoplossing of project. Het draagvlak weerspiegelt de acceptatie en ondersteuning van de beoogde energieoplossing door de mensen die erdoor worden beïnvloed. Het draagvlak wordt bepaald door onder andere: perceptie vanuit de bewoners, maatschappelijke acceptatie, communicatie en de steun vanuit de politiek.

4.2 Beoordeling voor de scenario's waterstof en groengas in 2050

Waterstof

- **Duurzaamheid (scoort positief):** Mits de waterstof groen geproduceerd kan worden uit nabijgelegen zonneweides. Door hier direct op aan te sluiten verminder je ook congestie op het net. Daarbij kunnen ook de restproducten zuurstof en restwarmte ingezet worden om andere processen te verduurzamen.
- **Betrouwbaarheid (scoort positief):** Om groen te produceren zeer afhankelijk van de zon en wind, en deze bronnen zorgen voor onbalans in vraag en aanbod in de seizoenen. In 2050 wordt uitgegaan van aanbod via het landelijke netwerk. Daarmee is de betrouwbaarheid van levering erg hoog, ook in de winter.
- **Betaalbaarheid (scoort negatief):** Aansluiting op de backbone is erg duur. Daarbij zijn de operationele kosten van de verbranding van waterstof ook kostelijk in vergelijking met groen gas of warmte uit een

warmtenet. De business case van een elektrolyser is ook in veel gevallen moeilijk positief te maken. Daarbij komen ook nog kosten aan een (duurdere) waterstof cv-ketel. En tot slot is de prijs die voor elektriciteit betaald wordt een belangrijke kostenpost. Ondanks verwachtingen dat deze op termijn goedkoper zal worden is dit pas ver na 2050, omdat er tot die tijd schaarste zal zijn door elektrificatie van de industrie en noodzaak om stroom te importeren. Wel zijn er op Europees, nationaal en regionaal niveau veel subsidies beschikbaar.

- **Haalbaarheid (scoort neutraal):** Er is zekerheid dat het landelijke waterstofnetwerk ten oosten van Apeldoorn zal komen. Het lastige ervan is om de aansluiting te realiseren. Of de aansluiting tegen die tijd komt hangt af van gebundelde inspanning en organisatie vanuit CDP, de gemeente Apeldoorn, industrie in Apeldoorn samen met de regionale en lokale overheden en netbeheerders. Nu is er nog geen collectieve groep en initiatief te identificeren van lokale/regionale overheid, bedrijven en bewoners die gezamenlijk de lobby richting HNS is gestart voor aansluiting op het landelijke waterstofnetwerk. Verder dient er in de waterstofketen ook opslag gerealiseerd te worden om waterstof op te slaan in tijden van overproductie (zomer) tot tijden van onderproductie (winter). De opslag van waterstof (Bijlage IV - Paragraaf 2.2) is technisch gezien goed mogelijk, echter blijven er uitdagingen vanuit ruimtelijke inpassing en wet- en regelgeving bestaan.
- **Primaire elektriciteitsverbruik (scoort negatief):** Wanneer er waterstof ingezet wordt voor de warmtevoorziening middels een hybride warmtepomp of waterstof cv-ketel, heb je geen direct elektriciteitsverbruik voor de ruimteverwarming en heet water. Bij lokale productie is er ook lokaal elektriciteit nodig voor het elektrolyse proces. Bij productie elders is dit ook het geval, maar wordt het elektriciteitsnet niet belast voor transport van de energie.
- **Draagvlak (scoort positief):** De bewoners hebben aangegeven een duurzaam gas als eindoplossing te zien en waterstof wordt daarbij door hen beschouwd als een duurzaam en milieuvriendelijk oplossing. De CDP en de gemeente ondersteunen de bewoners hierin door de bewoners te informeren (middels bijvoorbeeld dit onderzoek).

Groengas

- **Duurzaamheid (scoort neutraal):** Vervangt aardgas volledig en daarmee de (fossiele) CO₂ uitstoot voor de wijk. Daartegenover staat wel dat de toepassing in de woning zorgt voor CO₂ uitstoot. Draagt bij aan onafhankelijk worden van het buitenland voor de energie aanbod, groengas kan binnen NL grenzen geproduceerd worden. Lokale ketens worden ontwikkeld om biomassa om te zetten in groengas. Biomassa die nu nog geschikt lijkt voor energieproductie kan dat echter in de toekomst niet meer zijn, omdat meer duurzame toepassingen van de biomassa worden ontwikkeld en door de overheid geëist.
- **Betrouwbaarheid (scoort neutraal):** de groengasproductie is sterk afhankelijk van levering van biomassa (mest, slib, gft). Productie verandert daardoor ook door de seizoenen heen. Tegelijkertijd zijn de hoeveelheden mest, slib en GFT-afval makkelijk te voorspellen en zullen deze bronnen van biomassa in de toekomst blijven bestaan.
- **Betaalbaarheid (scoort neutraal):** bekende technologie, leidingen kunnen zonder aanpassingen gebruikt worden. Vergt nog wel opzetten van de keten, waaronder een vergistingsinstallatie, gasopwerkingsinstallatie en een buffer. Door het verdelingsvraagstuk is prijsvoordeel van deze techniek minder relevant. Lokaal weinig aanwezig en kan het maximaal 10 % van de vraag dekken in 2050.¹
- **Haalbaarheid (scoort negatief):** moeilijk te organiseren en vergt dus veel inspanning en initiatief vanuit CDP. Er moet met meerdere stakeholders (waterschap, veehouders, afvalinzamelaar) samengewerkt worden om voldoende leveringszekerheid te garanderen. Momenteel zijn er geen initiatieven voor mestvergisting of GFT-afval vergisting in de gemeente Apeldoorn bekend, en is er ook geen extra capaciteit op de korte termijn voor groengas uit slibvergisting bij de rwzi Apeldoorn. Ook voor groengas dient er een opslag gerealiseerd te worden.
- **Primaire elektriciteitsverbruik (scoort positief):** inzet groengas met hybride warmtepompen betekent dat je voor de basislast gebruik maakt van een minimale hoeveelheid elektriciteit. Op koude dagen schakelt de hybride warmtepomp over naar de gasgestuurde ketel.
- **Draagvlak (scoort positief):** Groengas wordt gezien als een duurzaam gas en mogelijke vervanger voor aardgas in de gebouwde omgeving. Door het feit dat groengas lokaal geproduceerd wordt (uit eigen

¹ Contouren en instrumenten voor een Routekaart groengas 2020-2050, CE Delft, 2018

GFT-afval, lokale slib en kunstmest) wordt perceptie door bewoners positiever. De CDP en de gemeente ondersteunen de bewoners hierin door de bewoners te informeren (middels bijvoorbeeld dit onderzoek).

4.3 Beoordeling van de alternatieven

Warmtenet

- **Duurzaamheid (scoort positief):** De duurzaamheid wordt sterk bepaald door de bronwarmte die gebruikt wordt voor het warmtenet. Wanneer als bron de restwarmte van bijvoorbeeld de rwzi, lokale industrie of een elektrolyser ingezet wordt, kun je een ruimteverwarming realiseren met een zeer lage CO₂-uitstoot.
- **Betrouwbaarheid (scoort positief):** Bij realisatie en gebruik van verschillende warmtenetten in het land is gebleken dat warmtenetten zeer stabiel zijn en een hoge leveringszekerheid (vrijwel 100 %) kennen.
- **Betaalbaarheid (scoort neutraal):** Het aanleggen van een warmtenet vraagt om een grote initiële investering. Voor de bewoners zijn er vaste en variabele kosten. De vaste kosten bestaan uit aansluitkosten en kosten voor gebruik en onderhoud. De variabele kosten bestaan uit het verbruik van warm water en warmte. De Autoriteit Consument & Markt (ACM) bepaalt iedere jaar wat deze kosten zijn, zodat de consument beschermd wordt tegen te hoge kosten. Door de toekomstige Wet Collectieve Warmte moet een groter publiek belang de betaalbaarheid nog beter waarborgen.
- **Haalbaarheid (scoort neutraal):** De haalbaarheid wordt grotendeels bepaald door de beschikbaarheid van warmte voor een langere tijd, het inpassen van de benodigde infrastructuur.
- **Primaire elektriciteitsverbruik (scoort positief):** Woningen die aangesloten zijn op een warmtenet hebben in de woning geen elektriciteit meer nodig voor warm water en ruimteverwarming (maar nog wel voor inductie koken en andere elektronische apparaten). Het warmtenet zelf heeft nog wel een aanzienlijk elektriciteitsverbruik, namelijk voor eventuele centrale warmtepompen en voor het rondpompen van het warmwater door het net.
- **Draagvlak (scoort neutraal):** De bewoners van De Parken hebben reeds eerder in een stemming gekozen voor een duurzaam gas als de voorkeursoptie voor een duurzame ruimteverwarming in de wijk. Als echter de betaalbaarheid van een warmtenet voor de bewoners beter is dan die van een gas gebaseerde variant kan dit leiden tot een positief draagvlak.

All-electric - hoog temperatuur warmtepompen (HT WP)

- **Duurzaamheid (scoort neutraal):** Indien de HT WP gevoed wordt met groene stroom kan uitstoot van CO₂ volledig vermeden worden. Echter, de nog lage efficiëntie (SCOP) betekent dat er per eenheid elektriciteit relatief weinig warmte wordt geproduceerd.
- **Betrouwbaarheid (scoort neutraal):** Het werkingsprincipe is bewezen en hetzelfde als bij de reguliere warmtepompen. Echter wordt de HT WP nog niet veel toegepast en is moeilijk te zeggen of ze betrouwbaar zijn.
- **Betaalbaarheid (scoort negatief):** De HT WP is momenteel nog te duur en dient doorontwikkeld te worden voordat deze competitief in prijs wordt.
- **Haalbaarheid (scoort negatief):** Wij zien de HT WP niet als haalbare oplossing op de korte en middellange termijn. De belangrijkste redenen hiervoor zijn de nog te hoge kosten, lage efficiëntie en de netcongestie.
- **Primaire elektriciteitsverbruik (scoort negatief):** Primaire elektriciteitsverbruik in de woning is bij een HT WP all-electric. Dit vraagt veel van het elektriciteitsnet en draagt flink mee aan de (lokale) netcongestie.
- **Draagvlak (scoort negatief):** De bewoners van De Parken hebben reeds eerder in een stemming gekozen voor een duurzaam gas als de optie voor een duurzame ruimteverwarming in de wijk. Als deze variant dan ook nog eens duur is zal dit niet bijdragen aan het draagvlak.

4.4 Huidige energiekosten

Een overzicht van de huidige energieprijzen per energiedrager is gegeven in tabel 4.1. De energiekosten voor aardgas en elektriciteit zijn genoemd voor het jaar 2022, zoals gegeven door CBS¹, voor groengas en waterstof zijn waardes opgegeven op basis van een vergelijking gemaakt door RVO².

Tabel 4.1 Energiekosten per GJ voor diverse energiedragers

Energiedrager	Eenheid	Waarde
aardgas	€/GJ	30,32
groengas	€/GJ	39,79
waterstof	€/GJ	122,63
elektriciteit	€/GJ	56,11

4.5 Keuze voorkeursoplossing

Uit de analyse komt naar voren dat beide opties van duurzame gassen niet gemakkelijk te realiseren zijn, en dat beide scenario's op de verschillende criteria verschillend scoren, waardoor er zonder weging van de criteria geen duidelijk beeld naar voren komt. Daarnaast lijkt een warmtenet beter te scoren op de meeste criteria dan de twee duurzame gasoplossingen. Als er gekozen moet worden tussen het scenario waterstof en groengas lijkt waterstof toch de winnaar, vooral vanwege de technische haalbaarheid. In 2050 is de verwachting dat er een landelijk dekkende hoofdstructuur is van waterstofleidingen en dat er ook naar Apeldoorn een aftakking van dit netwerk is. Na 2050 zal mogelijk ook de prijs van waterstof gaan dalen door het ontstaan van een balans in vraag en aanbod. Daarom is van het waterstofscenario de businesscase uitgewerkt.

5 BUSINESSCASE WATERSTOF SCENARIO

De voorkeursoplossing, het waterstofscenario, is in het voorliggende hoofdstuk verder uitgewerkt tot businesscase en vergeleken met een business-as-usual (BAU) scenario op aardgas.

Tabel 5.1 Waterstofscenario met maatregelen op korte, middellange en lange termijn, incl. CO₂ reductie

KPI	2023 - 2030	2030-2050	2050 en verder
maatregelen	uitvoeren No-Regret maatregelen: - de woning isoleren naar minimaal energielabel D (of B indien kostentechnisch haalbaar) - cv-ketel na levensduur vervangen door hybride warmtepomp of waterstof-ready cv-ketel - koken op inductie	- gesprek blijven voeren met stakeholders van backbone verbinding - vraag bundelen met lokale industrie - (optioneel:) Lokale elektrolyser - aandeel nemen in zon/wind - gesprek Liander i.v.m. lokale gasnet	- backbone aansluiting voor De Parken - overgeschakeld naar waterstof-ready ketel

¹ <https://opendata.cbs.nl/statline/?ts=1637918333241#/CBS/nl/dataset/81309NED/table>

² <https://www.rvo.nl/onderwerpen/brandstofprijsvergelijking>

KPI	2023 - 2030	2030-2050	2050 en verder
CO ₂ gereduceerd t.o.v. BAU		21-84 %	60-100 %

Waterstof scenario

Om het waterstofscenario te realiseren, worden vanaf 2030 No-Regret maatregelen genomen en wordt ergens tussen 2030 en 2050 overgegaan op aansluiting op de waterstofbackbone. De maatregelen uit paragraaf 2.1. zijn in tabel 5.1 en afbeelding 5.1 in weergegeven en uitgewerkt in de voorliggende businesscase. De resultaten van deze businesscase, waaronder de CAPEX, OPEX en TCO, zijn berekend voor de verschillende tijdsperspectieven (2030 en 2050). Voor deze businesscase is uitgegaan van een onzekerheidsmarge van -50 % tot +100 % aangezien de kosten van de waterstofbackbone en overige vaste kosten voor de lange duur van dit project lastig te voorspellen zijn en de detaillering van het ontwerp nog laag is.

Afbeelding 5.1 Tijdlijn (jaren) met maatregelen De Parken

		No-Regret maatregelen										Transitieperiode waterstof																				Volledig over op waterstof					
Maatregelen en activiteiten	Uitgevoerd door	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56		
Woning verder isoleren naar D/B	Corporatie De Parken																																				
CV-ketel vervangen met hybride warmtepomp	Bewoners																																				
Inductie koken	Bewoners																																				
Met Gasunie aan tafel, mogelijkheden bespreken	Corporatie De Parken																																				
Vraag bundelen met lokale afnemers	Corporatie De Parken																																				
Optioneel: lokale elektrolyzer	Corporatie De Parken																																				
Optioneel: aandeel in zon/wind opwek	Corporatie De Parken																																				
backbone aansluiting	Corporatie De Parken																																				
waterstof ketel	Bewoners																																				

2030

Tot 2030 zullen er 'No-Regret' maatregelen worden genomen zoals beschreven in paragraaf 2.1. De implementatie van deze 'No-Regret' maatregelen zal leiden tot een vermindering van de totale warmtevraag door middel van het verbeteren van isolatie en het gebruiken van efficiëntere installaties. Daarnaast zal er sprake zijn van diversificatie van de energievraag door de gedeeltelijke overstap naar elektriciteit voor de warmtelevering.

De economische waarde is berekend op basis van het Vesta MAIS-model aan de hand van verschillende scenario's¹. Voor de hele wijk is uitgegaan van het scenario waarbij gebruik is gemaakt van een hybride warmtepomp en isolatie tot minimaal schillabel D, met uitzondering van de gebouwen die vallen onder de uitzonderingssituatie. Voor cluster Noord is het scenario gehanteerd waarbij warmte wordt geleverd aan de buurt met een temperatuur van 70°C, inclusief een lage-temperatuur warmtebron en seizoensbuffer. Voor de uitzonderingssituatie met all-electric gebouwen is het scenario aangehouden, waarbij gebruik wordt gemaakt van een lucht-water warmtepomp met lage temperatuur en gebouwverbetering tot minimaal schillabel B.

¹ <https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/de+leidraad/strategiefactsheets/default.aspx>

De totale investeringskosten, inclusief de uitzonderingsclusters, worden op basis van dit model geschat op Minimaal M€21,5 en maximaal M€ 86 exclusief herinvesteringen van warmtepomp onderdelen en CV-kosten. De jaarlijkse exploitatie en onderhoudskosten bedragen minimaal M€ 0,13 en maximaal M€ 0,52. De verdere opbouw van de kosten is te vinden in Tabel 5.2, voor De Parken, cluster Noord en cluster bouwjaar >2000.

De variabele operationele kosten voor gasverbruik, extra elektriciteitsgebruik en warmte van warmtenet in Kerschoten zijn hierbij geschat op M€ 1-4.

Door deze 'No-Regret' maatregelen wordt de CO₂ uitstoot met 21 %-84 % gereduceerd.

Tabel 5.2 Kosten 'No-Regret' maatregelen De Parken, inclusief onzekerheidsmarge

Kostenposten investeringen	De Parken exclusief bijzondere clusters (M€)	Cluster bouwjaar>2000 (M€)	Cluster Noord (M€)
<i>investeringen</i>			
gebouwverbeteringen (isolatie, ventilatie)	17,3	0,07	0,90
CV-ketel	2,25		
installaties	6,87	1,10	0,06
lage temperatuur afgifte systeem		0,24	
extra piekboilerkosten van warmtenet			0,05
extra netwerkkosten			6,1
<i>jaarlijks onderhoud</i>			
jaarlijkse kosten O&M installaties	0,20	0,02	(verwerkt in warmteprijs)

2050

In 2050 is gerekend met een aansluiting op de waterstofbackbone. Vanaf dit moment zal er geen aardgas meer worden verbrand in De Parken maar alleen nog groene waterstof. Investeringskosten voor een aansluiting op de waterstofbackbone o.b.v. kentallen van HNS zijn bepaald op minimaal M€ 8,5 en maximaal M€ 34. De kostenopbouw van de aansluiting op de waterstofbackbone is weergegeven in tabel 5.3.

De jaarlijkse variabele kosten bedragen M€ 0,5-2 bij een in 2050 aangenomen waterstofprijs van EUR 1,18 /kg¹.

Tabel 5.3 Investeringskosten aansluiting waterstofbackbone

Uitgangspunten investering waterstofbackbone	Waarde M€
kosten leiding naar backbone HNS	6-18
kosten GOS bij aansluiting op backbone HNS	1-3

¹ <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2022/10/Global-Hydrogen-Flows.pdf>

Uitgangspunten investering waterstofbackbone	Waarde M€
onvoorzien	1,5-11
totaal	7,5-34

TCO

De totale TCO van het waterstofscenario komt uit op **M€ 80-330** met een totale CAPEX tussen **M€ 30-120**, De jaarlijkse operationele kosten bedragen **M€ 0,2-0,8** en variabele kosten per jaar **M€ 1,5-6**. Ter vergelijking is er een referentiescenario gemaakt van BAU, de continuering van aardgas. De kosten van het BAU scenario zijn geschat op **M€ 80-340**.

Door deze aansluiting op de waterstofbackbone wordt de CO₂ uitstoot met **60 %-100 %** gereduceerd.

Discussie business case

Gebaseerd op de resultaten is het lastig om alleen gebaseerd op financiën een keus te maken. De foutmarges van zowel het waterstofscenario als de BAU is erg hoog door de lange looptijd van de investeringen en de onzekerheid over prijsontwikkelingen naar de toekomst.

Daarnaast is de waterstofprijs maar van kleine impact op de businesscase door een grote disconteringsfactor.

Echter biedt het overstappen op het waterstofscenario wel voordelen t.o.v. BAU: De CO₂ uitstoot wordt gereduceerd tot nagenoeg geen uitstoot.

6 CONCLUSIE SCENARIO'S WATERSTOF EN GROENGAS

Het doel van deze bijlage is het onderzoeken van de twee duurzaam gas scenario's en daaruit een keuze maken welke het meest haalbaar is voor de wijk De Parken. Dit is gedaan door voor beide scenario's de tijdslijnen door middel van energietransitiepaden vast te leggen en op basis van meerdere criteria de scenario's te beoordelen. Daarnaast is, in paragraaf 2.4 en 4.2, ook gekeken naar alternatieven waarbij de warmtevoorziening in de wijk voorzien wordt door warmtenetten of toch all-electric met hoog temperatuur warmtepompen.

Er is onderscheid gemaakt tussen de korte (tot 2030), middellange (2030-2050) en lange (2050 en verder) termijn. Voor de korte termijn zijn een aantal 'No-Regret' maatregelen beschreven, die ongeacht van sturing op waterstof of groengas geadviseerd worden om te nemen door de bewoners, CDP en de gemeente Apeldoorn. Voor de middellange termijn is beschreven hoe de transitie gemaakt kan worden naar waterstof of groengas. Voor de lange termijn is er voor elk duurzame gas scenario een toekomstscenario ontwikkeld. Vervolgens is op basis van een analyse inzichtelijk gemaakt hoe de scenario's beoordeeld worden op diverse criteria. Op basis van beoordeling met de criteria en inschatting van de haalbaarheid is van het meest gunstige scenario de businesscase verder uitgewerkt.

Voorkeursoplossing duurzame gassen: waterstof

Op basis van de ingeschatte haalbaarheid is gebleken dat het waterstofscenario de voorkeur geniet ten opzichte van het groengas scenario. Een warmtenet lijkt echter over de gehele lijn van criteria ook goed te scoren. De criteria (zie paragraaf 4.1) waarop beoordeeld is zijn: duurzaamheid, betrouwbaarheid, betaalbaarheid, haalbaarheid, primair elektriciteitsverbruik en draagvlak.

De belangrijkste overwegingen om het waterstofscenario boven het groengas scenario te kiezen zijn: 1) grotere Europese en nationale sturing op waterstof, 2) grotere beschikbaarheid waterstof/landelijk en regionaal gastransport en distributienetwerk, 3) door (inter)nationale productie en herkomst geen lokale seizoenbuffering nodig, 4) voor groengas heb je niet een enkele biomassa bron voor groengas maar dient er

groengas geproduceerd te worden uit mest, slib en/of GFT-afval en heb je te maken met zeer diverse stakeholders.

‘No-Regret’ maatregelen

Uit het onderzoek is verder gebleken dat voor zowel het scenario waterstof als het scenario groengas een aantal maatregelen in beide gevallen genomen (door de bewoners en door de corporatie) dienen te worden.

Deze maatregelen zijn:

- alle woningen in de wijk die in of na 2000 gebouwd zijn dienen hun warmtevoorziening te elektrificeren;
- alle woningen in de wijk die in of na 2000 gebouwd zijn dienen hun woning te isoleren tot energielabel B;
- het cluster woningen in het noorden van De Parken (zie afbeelding 3.1) dient aan te sluiten op het warmtenet Kerschoten;
- de overige woningen in De Parken dienen verder te isoleren tot minimaal energielabel D;
- de overige woningen in De Parken dienen op een logisch moment (bijvoorbeeld bij afschrijving huidige ketel) een hybride warmtepomp te installeren, zodat zij op de korte termijn al minder aardgas verbruiken en gereed zijn voor de toekomst;
- de ketel dient een waterstof-ready cv-ketel te zijn, waarmee je in de toekomst met dezelfde ketel (hooguit met een kleine aanpassing) ook met waterstof kunt stoken.

Business case voor waterstof

In de businesscase van waterstof is geredeneerd of er een financiële stimulans is voor waterstof t.o.v. BAU scenario. Hieruit is gebleken dat er op de lange termijn geen bepalende financiële drempel is om te kiezen voor het waterstof scenario. Dit komt omdat de TCO voor het waterstofscenario uitkomt tussen M€ 80-330 en die van BAU tussen M€ 80-330. De onderlinge verschillen worden hierbij te klein bevonden, en daarbij ook de onzekerheden te groot, om een uitspraak te kunnen over financieel voordeel van het waterstofscenario t.o.v. BAU.

Aanbevelingen

In dit onderzoek is onderzocht welk duurzaam gas het beste past voor de warmtevoorziening van De Parken. Het opzetten van een lokale waterstofketen zal echter de nodige inspanning vergen van de bewoners, CDP, de gemeente en andere stakeholders. Daarbij heeft de CDP de belangrijkste rol. CDP dient namelijk haar wijkbewoners aan te zetten en te ondersteunen bij

- het nemen van de ‘No-Regret’ maatregelen;
- daarnaast zal CDP zich volledig moeten inzetten om de landelijke en regionale netbeheerders te overtuigen dat er waterstof naar de wijk moet komen op de middellange en lange termijn. Om in de transitieperiode (tot 2050) een eigen bron van waterstof op te zetten, dient CDP met o.a. projectontwikkelaars in gesprek te gaan om een lokale elektrolyser te realiseren, in combinatie met een aandeel krijgen in een nabijgelegen energieopwekking uit zon en/of wind om zo de groene stroom te garanderen welke nodig is om groene waterstof te produceren.

Hoewel in een eerdere fase een meerderheid van de bewoners gekozen heeft voor een duurzame gasoplossing in plaats van aansluiting op een warmtenet zou deze keuze nog een keer met de inzichten uit dit onderzoek moeten worden voorgelegd.

Voor vergelijkbare wijken is de kans groot dat daar ook waterstofscenario als het voorkeursscenario voordoet. Een vergelijkbare wijk is hierbij gedefinieerd als een wijk:

- met oude gebouwen, bouwjaar grotendeels < 1950;
- gebouwen met groot oppervlakte;
- relatieve rijkdom per pand.

Een voorbeeld van een dergelijk wijk kan Berg en Bos zijn. Hierbij zullen daarbij ook dezelfde No-Regret maatregelen volgen.



BIJLAGE: BEANTWOORDING VAN DE DEELVRAGEN VAN CDP

Deelvraag 1 - Het ontwikkelen van een optimaal transitieproces binnen en met de wijk, gedragen door de wijk en de gemeente

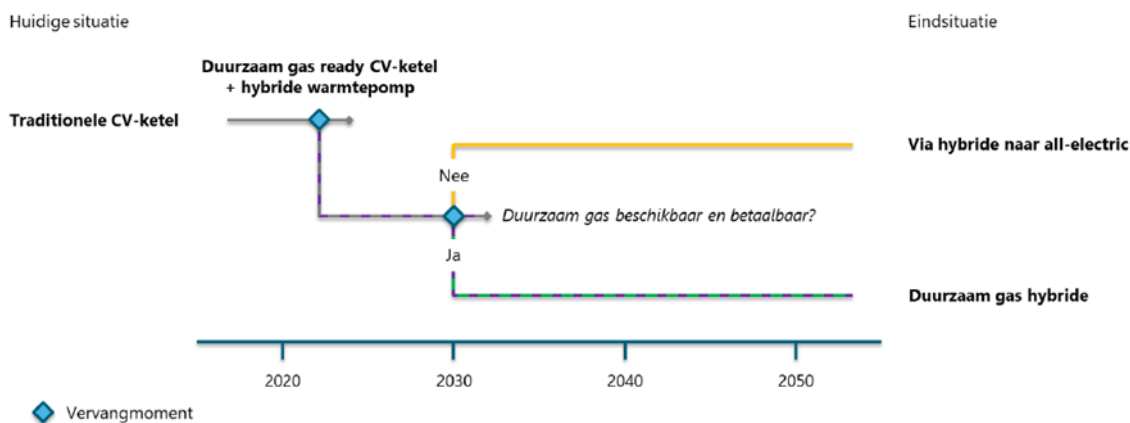
Direct vanaf de start van het project zijn we met vertegenwoordigers van alle stakeholders in gesprek gegaan om een gezamenlijk standpunt te bepalen over het te volgen proces en de wijze en momenten waarop partijen betrokken willen zijn.

Deelvraag 2 - Het ontwikkelen van een modelmatige aanpak

Voor het in kaart brengen van de warmtevraag op wijkniveau gebruiken we de VESTA MAIS tool van PBL. Het VESTA MAIS model wordt sinds 2011 gebruikt om scenario's door te rekenen van de warmtetransitie van de gebouwde omgeving. Dit is een ver doorontwikkeld model dat gevalideerd is met data uit vele gerealiseerde projecten. Dit model is ook door de gemeente Apeldoorn gebruikt bij de plannen rond de warmtetransitie. Wij passen dit model in vele van onze energietransitieprojecten in de gebouwde omgeving toe. Met de keuze van de parameters en kentallen, kunnen op wijkniveau verschillende scenario's worden doorgerekend.

Voor het uitwerken van scenario's werken we met het Transitiepaden Model van Witteveen en Bos. Dit is een visuele methode om de opties op de korte (tot 2030), middellange (tussen 2030 en 2050) en lange termijn (na 2050) inzichtelijk te maken.

Afbeelding V.1 Voorbeeld van het transitiepaden model voor de duurzaam gasoptie tot 203



Voor het berekenen van de businesscase gebruiken wij gestandaardiseerde Excel sheets die ook gevalideerd zijn in vele projecten en met een versiebeheer volgens ons kwaliteitssysteem.

Deelvraag 3 - Het ontwikkelen van een gefaseerde aanpak van deelprojecten. Daarbij worden clusters van (enigszins) vergelijkbare woningen gemaakt

Op basis van openbare data over woningen en in overleg met de vertegenwoordigers van CDP en daarmee de bewoners, die hun eigen woning kennen als geen ander, brengen wij in kaart wat mogelijke deelgebieden zijn gelet op:

- 1 mogelijkheden tot energiereductie en temperatuurniveau van de warmtevoorziening en isolatie;
- 2 eisen vanuit monumenten (heeft impact op de keuze voor techniek);
- 3 huur of koop (in verband met wie wel of niet zelf kan investeren);
- 4 bouwjaar en woningtype.

Met behulp van de transitiepaden benadering, stellen we een gefaseerde aanpak van de deelprojecten voor met daarbij aangegeven welke keuzes bewoners kunnen maken op welk moment.

Deelvraag 4 - . Inzichtelijk werken

Waar mogelijk stemmen we ons plan van aanpak af met zowel gemeente en vertegenwoordigers van CDP. Vervolgens hebben wij een aantal gezamenlijke werksessies gehad waarin we de tussenresultaten en daaruit volgende consequenties op de aanpak hebben overlegd. In rapportages hebben we de bronnen vermeld van de gebruikte basisgegevens.

Deelvraag 5 - Komen tot een gedragen oplossing van het energie- en duurzaamheidsvraagstuk van de wijk

Ons rapport vormt de basis, gebaseerd op feiten en onafhankelijke expertvisie op toekomstige ontwikkelingen, voor het verdere proces dat de gemeente Apeldoorn en CDP met bewoners kunnen voeren. Doordat zowel gemeente als CDP van begin tot eind nauw betrokken zijn, zijn hun ideeën waar mogelijk meegenomen in het tot stand komen van dit eindrapport.

