

2016

Adviesrapport aan
Gemeente Borger-Odoorn

Auteur:
Nathanaël Zoetendaal



[VERDUURZAMING VAN HET CENTRUMLANDSCHAP IN BORGER]

Adviesrapport en onderzoek naar de haalbaarheid en richting van lokale duurzaamheid

Verduurzaming van het Centrumlandschap in Borger

Adviesrapport en onderzoek naar de haalbaarheid en richting van lokale duurzaamheid

Onderzoeksperiode: Feb-Jun 2016

Afstudeerder:

Nathanaël Zoetendaal (Student Nr. 930322003)

Begeleider:

Xantho Klijnsma (Van Hall Larenstein)
Astrid Valent (Van Hall Larenstein)

Opdrachtgevers:

Intern:

Ron de Vrieze (Change agency Buildings, EnTranCe)

Extern:

Jan Hermes (Gemeente Borger-Odoorn)
Pieter Mulder (Gemeente Borger-Odoorn)

Van hall Larenstein
Leeuwarden
augustus 2016

Samenvatting

Er zijn veel innovaties op het gebied van duurzaamheid, echter is de vraag welke innovaties bruikbaar zijn voor specifieke situaties. In dit rapport wordt onderzoek gedaan naar welke combinaties van innovaties bruikbaar zijn in het centrumlandschap van Borger, volgens het lopende centrumlandschapsplan. De eerste stap hierin is een helder beeld scheppen van het centrumlandschap, dit wordt gedaan aan de hand van de lagenbenadering en het stromen model van Tjallingii. Dit houdt in dat voor het centrumlandschap in kaart wordt gebracht wat binnen komt, wat gebruikt wordt, en wat uit het centrum landschap komt. Hieruit is naar voren gekomen dat het centrum landschap geschikt is voor onder andere zonne-energie en energie opslag in de bodem. Het is echter niet geschikt voor diepe geothermie gezien dit gepaard gaat met grote onzekerheden.

Vervolgens worden op basis van de aangetroffen stromen een aantal innovaties getoetst aan de hand van een multicriteria analyse. Deze innovaties zijn aangedragen door het RVO en experts binnen EnTranCe (Energy Transition Center) in Groningen. Deze multicriteria analyse heeft de innovaties getoetst aan de hand van haalbaarheid, vraag reductie en synergie. Haalbaarheid is hierin verdeeld in sociale, wetgevende, technische en financiële aspecten. Met vraag reductie wordt bedoeld op de duurzaamheid door middel van het reduceren van de grijze energie en watervraag door het gebruik van duurzame bronnen, bijvoorbeeld zon. Synergie is daarbij een mate van de samenwerkingspotentie van de innovaties. Als voorbeeld zonne-energie en energie opslag. Zonne-energie kent veel pieken, als men de energie opslaat, kan hier later als productie laag is gebruik van gemaakt worden. Het resultaat van deze analyse is dat voor Borger, zonne-energie in combinatie met isolatie en energy opslag het beste scoren. Aan de hand hiervan zijn vervolgens vier innovatie pakketten opgesteld, ieder met een andere focus voor het centrumlandschap van Borger. Dit zijn: Maximale duurzaamheid, Minimale kosten, Snelle implementatie en de mediaan. Uit deze vier opties valt de mediaan te adviseren gezien deze gebruik maakt van mogelijkheden en synergie binnen de uitvoering die anders mogelijk onbenut zou zijn gebleven. Daarbij is de mediaan een afweging tussen duurzaamheid en kosten. Dit pakket maakt gebruik van PVT panelen, het ecovat in bespreekbare maten en het gebruik van neerslagwater in nieuwe bebouwing.

Tot slot wordt geadviseerd om met de eind gebruikers, namelijk de occupatielaag van het centrumlandschap, te overleggen wat gezamenlijk mogelijk is. Hierbij moet ook gedacht worden aan vervolg onderzoek op micro schaal voor specifieke innovaties maar ook naar een mogelijk financieringsplan voor de eventuele uitvoering. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van SDE+ subsidie(2016-2017), de energie investeringsaftrek, de meerjarenafspraak energie en mogelijk crowd-funding in de vorm van een energie coöperatie Borger-Odoorn in combinatie met de occupatielaag.

Summary

Sustainability has many shapes and forms, the question in most cases is what specific innovation to use in each situation. This report describes the case study and methodological development of a sustainability analysis for the village of Borger in the Netherlands. This is a village that is currently working to update its village center which has a major traffic artery running through it, and wishes for an advice on implementing sustainability in a local way. This led to the research question: *“Which (combination of) innovations in sustainability provide the village center of Borger with realistic benefits in regards to their development plans.”*

The first steps in analyzing the sustainability in this case are looking at the layers of the local area. This is done in accordance with the layer method describing the underground, occupation and network layers. Providing three viewing plains in which to implement sustainability. This mostly gives insight in the technical and social possibilities within the village. The second step is cataloging the flows according with Tjallingii's flow model. He describes five flows in each habited area, energy, water, traffic, food and development. For this research the primary focus is on the energy and water aspect seeing as traditional technical sustainability focuses on these aspects as well, providing a broader base.

These two methods of viewing an area provide a view into the used and usable flows within this area. For instance the amount of rainfall and solar energy provided to the area are usable flows. Used flows consist of the fossil energy imported by Borger to supply their demand. But these usable flows can also be used to provide supply to meet demand, effectively lowering fossil demand by providing green supply. Sustainability is made tangible by using this percentage reduction in fossil demand as a provided sustainability by a certain innovation. This makes all innovations, biomass, solar, wind etc. comparable with one another in combination with the local basis of usable flows.

The third step was cataloging technical solutions, like solar panels, wind turbines etc. that can use these flows to cover demand. In this case it is important to note how these innovations work and if they are realistic within the described local environment.

Consequently this leads to certain innovations being more effective in combination with one another then others when viewed from these local conditions. This resulted in a ranking which showed that PVT panels, the ECOVat and the use of rain water to flush the toilet are the most realistic and sustainable combination. Resulting in a fossil flow reduction electricity by 50%, drinking water by 30% and gas usage by 100% seeing as Dutch houses are heated using natural gas. Another result was the fact that this method built to analyses local sustainability can be transferred to other location, seeing as all that is needed is a view on the local used and usable flows and technical solutions using these flows to reduce fossil demand with sustainable supply.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding.....	1
1.1	Doelstelling en onderzoeksvragen.....	1
1.2	Leeswijzer	2
2.	Methode.....	3
2.1	Theoretisch kader	3
2.2	Beantwoording deelvragen	4
2.3	Procesbeschrijving	5
3.	De lagen van het Centrumlandschap	6
3.1	De ondergrond.....	6
3.2	De netwerklaag.....	7
3.3	De occupatielaag	8
4.	Gebruiksstromen.....	9
4.1	Elektriciteit.....	9
4.1.1	Winkels & Dienstverlening.....	9
4.1.2	Markt	10
4.1.3	Openbare verlichting	10
4.1.4	Bewoners	10
4.1.5	Totaal	11
4.2	Gas	11
4.2.1	Winkels & Dienstverlening.....	11
4.2.2	Bewoners	11
4.2.3	Totaal	11
4.3	Water.....	12
4.4	afvalstromen.....	12
4.5	Warmteverlies	13
4.5.1	Door water	13
4.5.2	Door bebouwing	13
4.6	Samenvattend.....	14
5.	Bruikbare stromen.....	14
5.1	Zon	14
5.2	Wind	15
5.3	Geothermie.....	16
5.4	Neerslag.....	17
5.5	Samenvattend.....	17

6.	Innovatie inventaris.....	18
6.1	Haalbaarheid	19
6.1.1	Sociaal	19
6.1.2	Wetgevend.....	19
6.1.3	Technisch	20
6.1.4	Financieel	20
7.	Multicriteria analyse.....	21
8.	Resultaten	23
8.1	Innovatie pakketten.....	24
8.1.1	Maximale duurzaamheid	24
8.1.2	Minimale kosten	25
8.1.3	Snelle implementatie	25
8.1.4	De Mediaan.....	26
9.	Conclusie	26
10.	Discussie.....	27
11.	Advies.....	28

Bibliografie

Bijlage.....

Bijlage 1: Berekeningen en data gebiedsbeschrijving.....

Bijlage 2: Beschrijving toepasbare innovaties

Elektrisch

Gas.....

Water.....

Warmte

Beheer & Besparing.....

Bijlage 3: Haalbaarheidsbeschrijving van de innovaties

Elektriciteit

Gas.....

Water.....

Warmte

Beheer & Besparing.....

1. Inleiding

Het centrum van Borger is al een aantal jaar in een vernieuwingsproces. De gemeente Borger-Odoorn heeft hierin de ambitie uitgesproken voor duurzaam te gaan tijdens de vernieuwing van het centrumlandschap. In dit kader hebben ze contact opgenomen met de change agency buildings bij EnTranCe. Het doel van de change agency buildings is de energietransitie in de bouw te versnellen. Om dit een realiteit te maken worden verscheidene partijen binnen en buiten de bouwsector bij elkaar gebracht om zo te ontdekken waar de knooppunten zitten in het implementeren van duurzaamheid. Tijdens het contact met de change agency buildings zijn verscheidene onderzoeken uitgevoerd binnen de gemeente om energie en duurzaamheid in beeld te brengen. Duurzaamheid is een sleutelbegrip geworden in het vernieuwen van het centrumlandschap. Dit leidde tot de vraag van de gemeente om duurzaamheid in het centrumlandschap op een multi-level schaalniveau te benaderen om te zien wat integraal mogelijk is buiten een individueel gebouw op zich zelf te beschouwen om energiezuinig te maken. Om hier handen en voeten aan te geven worden verschillende innovaties ten opzichte van elkaar en de gebruiksstromen in het centrumlandschap geanalyseerd. Hierin gaat het om wat deze innovaties bieden aan duurzaamheid en of deze te realiseren zijn in het centrumlandschap. Het resultaat van deze analyse zal leiden tot een advies voor de gemeente Borger-Odoorn. Hierbij moet ook rekening gehouden worden met het omliggende landschap, als voorbeeld het Geopark Hondsrug, in verband met het feit dat een derde van de werkgelegenheid in toerisme gelegen is. Hierbij is dit natuurgebied een belangrijke trekpleister voor natuur recreanten. (Borger-Odoorn, 2014) (Gemeente borger-odoorn, 2014).

1.1 Doelstelling en onderzoeksvragen

Dit onderzoek zal de mogelijkheden voor duurzame innovatie analyseren met betrekking tot de huidige situatie en het centrumlandschap plan (Borger-Odoorn, 2014). Op deze manier kan op een gebied dekkende manier de vraag van de gemeente Borger-Odoorn te beantwoorden en advies te bieden op de mogelijkheden voor de verduurzaming van het centrumlandschap Borger. De doelstelling kan daarmee verwoord worden als: *Het bieden van onderbouwd advies voor gemeente Borger-Odoorn om het centrumlandschap Borger integraal te “verduurzamen” kijkend naar de bestaande en beschikbare gebruiksstromen en de mogelijke innovaties binnen het kader van het lopende vernieuwingsproject.*

De hieruit volgende hoofdvraag luidt als volgt: ***Met welke (combinaties van) innovaties is het centrumlandschap van Borger haalbaar te verduurzamen in lijn met het lopende centrumlandschap project en de beschikbare gebruiksstromen?*** Hierbij is duurzaamheid gedefinieerd volgens de Brundtland definitie Met gebruiksstromen wordt bedoeld op de stromen benadering van Tjallingii. Beide definities worden verder behandeld in de methodische beschrijving van dit onderzoek. Om de hoofdvraag te beantwoorden worden vier deelvragen onderzocht:

- 1: *Welke stromen zijn beschikbaar in het gebied en hoe worden deze gebruikt in de huidige situatie?*
- 2: *Welke duurzame innovaties zijn haalbaar voor het centrumlandschap?*
- 3: *Hoe effectief zijn deze (combinaties van) innovaties binnen het kader van het centrumlandschap?*
- 4: *Welke verduurzaming scenario's kunnen worden aanbevolen binnen het centrumlandschap project?*

1.2 Leeswijzer

Het eerste onderdeel dat aan bod komt is de methode. Bestaand uit een algemene beschrijving, de beantwoording van de sub vragen en een onderzoeksmethodiek die deze verwerkt tot een geheel dat uiteindelijk de hoofdvraag dient te beantwoorden in een advies.

Hierna wordt het gebied beschreven op basis van de lagenbeschrijving, onderverdeeld in de ondergrond, netwerklaag en occupatielaag. Hierin worden de ruimtelijke aspecten van het gebied en de kader van het onderzoeksgebied verder gedefinieerd. Ook worden in de occupatielaag de lokale partijen benoemd die eindgebruiker zullen zijn van de uiteindelijke implementatie van het advies.

Volgend op de lagenbeschrijving is de stromenbeschrijving van het gebied. In deze beschrijving wordt duurzaamheid vormgegeven, uitgesplitst op gebruiksstromen en bruikbare stromen. Hierin zijn de gebruiksstromen de stromen die in gebruik zijn in het centrumlandschap. Hierin kan onderscheid gemaakt worden in elektriciteit, gas, water, warmteverlies en afvalstoffen. De bruikbare stromen zijn de (duurzame) stromen in het gebied die tot nog toe onbenut zijn gebleven. Hierbij wordt uitgegaan van zon, wind, geothermie en neerslag. Hoewel afval ook als bruikbare stroom gezien kan worden is deze al behandeld in de gebruiksstromen.

Vervolgens worden innovaties uitgelicht die mogelijk bruikbaar zijn binnen het centrumlandschap. Deze worden geïnventariseerd en vervolgens geanalyseerd op effectiviteit van duurzaamheid en haalbaarheid in Borger. Op basis van de uitkomst van de analyse is bekend welke innovaties goed en minder goed scoren op duurzaamheid en haalbaarheid in het centrumlandschap. Dit is in de resultaten om weer te geven wat mogelijk goede combinaties zijn.

Hierop volgt een conclusie die uitlicht of de hoofdvraag beantwoordt kan worden met de resultaten en wat de meerwaarde van de gebruikte methodiek is.

Voor aan het advies begonnen wordt, wordt in de discussie toegelicht wat de onzekerheden binnen het onderzoek waren. Ook wordt hierin uitgelicht waarom sommige dingen wel of niet tot bepaalde hoogte mee wegen. Dit is van belang om een nuance te geven aan het uiteindelijk advies, zodat dit een wel overwogen en kritisch advies is ten opzichte van dit onderzoek.

Tot slot volgt het advies. Dit bestaat uit een algemeen deel en een pakketten deel. In het algemene deel wordt aangeraden welke stappen richting duurzaamheid in ieder geval aan te raden zijn, los van mogelijke innovatiepakketten. Maar ook welke vervolgstappen aan te raden zijn. Het pakketten deel bestaat vervolgens uit samengestelde groepen van innovaties die gezamenlijk de focus leggen op een bepaald aspect van de analyse. Als voorbeeld een pakket op maximale duurzaamheid of een op minimale kosten. Als afsluiter wordt één van deze pakketten aangeraden voor uitwerking op basis van het gedane onderzoek.

2. Methode

Voor het selecteren van een toe te passen methodiek is het eerst van belang “duurzaamheid” en andere aspecten van het onderzoek werkbaar te maken. Hiervoor dient het theoretisch kader.

2.1 Theoretisch kader

Voor de definitie van duurzaamheid is gekozen voor de Brundtland definitie. In het Brundtland rapport, ofwel; *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*, is duurzame ontwikkeling aangeduid als volgt: “Duurzame ontwikkeling is ontwikkeling die in de behoeftes van het heden voorziet zonder de mogelijkheid van de toekomst te schaden om in hun behoefte te voorzien.” (The world Commission on Environment and Development, 1987).

De trias energetica, een veel gebruikt beginpunt voor duurzaamheid, beschrijft drie stappen om energy efficiëntie en duurzaamheid te verhogen. De drie stappen zijn als volgt: 1, energie gebruik beperken door verspilling tegen te gaan. 2, gebruik zo veel mogelijk hernieuwbare, duurzame energy (wind, zon etc.) 3, zet fossiele energie zo efficiënt mogelijk in om de resterende behoefte te dekken (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2013).

Natural capitalism, uit de business wereld, lijkt erg financieel gefocust. Echter is dit niet het geval, natural capitalism draait om waarde geven aan de natuur en de natuurlijke situaties zoals ze aangetroffen worden. Natural capitalism beschrijft vier sleutel principes in de uitgang van het natuurlijk kapitaal als leidend middel. Dit natuurlijk kapitaal is alles wat aanwezig is in de uitgangssituatie, niet alleen financieel, materieel en humaan maar ook het biotische en abiotische. De eerste van deze sleutel principes is het radicaal verhogen van de productiviteit van natuurlijke middelen. Een voorbeeld hiervan is de inzet van helofytenfilters (riet ed.) bij waterzuivering. Het tweede principe is een biologisch geïnspireerde system. Dit is een systeem zonder afvalstoffen, afval is een grondstof voor andere systemen, het circulair denken. Bij het ontwerp van een dergelijke cyclus gebruikt de natuur vooral de vorm om te voorzien in de nodige toepassingen. De maatschappij is eerder geneigd extra grondstoffen en energie te gebruiken, wat lijnrecht tegenover duurzaamheid staat. Als derde principe is een service en flow model de leidende norm, niet het bezit, maar het gebruik van materieel kan leiden tot verhoogde efficiëntie en daarmee duurzaamheid, bijvoorbeeld een gedeelde auto met de burens. Het vierde principe is de herinvestering in het natuurlijk kapitaal, hierbij kan gedacht worden aan het planten van bomen voor CO₂ compensatie (P. Hawken, 2010).

Om dit tastbaar te maken is het gebied eerst laagsgewijs beschreven. Hierin zijn drie lagen onderscheiden: De ondergrond, de netwerklaag en de occupatielaag. Hierbij is gebruik gemaakt van bureau en veldonderzoek om zo ook het sociale aspect van de netwerk- en occupatielaag in beeld te brengen. Betreffende de netwerklaag gaat het hierbij om de beschikbare ruimte en aard van de infrastructurele voorzieningen, (Priemus, 2002).

Deze benadering van duurzaamheid gaat hand in hand met de stromen benadering van Tjallingii, die stelt dat we de huidige beschikbare stromen van water en energie dikwijls mis-managen, het teveel voeren we af en bij tekort importeren we in plaats van het overschot op te slaan of te gebruiken. Tjallingii beschrijft hierin 5 stromen: Water, energie, verkeer, voedsel en ontwikkeling (Tjallingii, 2011). In dit onderzoek is de focus gelegd op water en energie. Hiervoor is gekozen omdat het merendeel van traditioneel technische duurzaamheid zich hierop concentreert. In het centrumlandschap zijn daarbij de energie en waterstromen gebruikt, maar deze worden geïmporteerd. Maar zijn ook beschikbaar in de vorm van regen, wind, zon en bodemwarmte. Deze stromen zijn voor het centrumlandschap in kaart gebracht in orde van grootte. Hierbij is gekeken naar de mogelijke toepassingen, in de aard van het onderzoek gaat het om de mogelijkheden voor duurzaamheid, niet een op maat uitgerekende toepassing. Deze zal tijdens mogelijke implementatie verder gespecificeerd moeten worden.

2.2 Beantwoording deelvragen

1: *Welke stromen zijn beschikbaar in het gebied en hoe worden deze gebruikt in de huidige situatie?*

Bij gebruik van een stromenbenadering, waarbij verbetering gemeten is aan de hand van verminderde aanspraak op import, moet eerste de orde van grootte van de huidige gebruik stromen in kaart zijn gebracht. Dit is benaderd aan de hand van lokale gegevens, aangevuld met bureauonderzoek en nationale gegevens waar ontoereikend. Met lokale gegevens worden gegevens bedoeld van de gemeente Borger-Odoorn, andere onderzoeken in het gebied, informatie van het CBS en veldwerk. Echter zijn er ook reststromen, bestaand uit afval, restwarmte verloren uit gebouwen en afvalwater die gebruikt kunnen worden. Daarbij komen ook de beschikbare stromen: zon, wind, regen en bodemwarmte. Deze stromen zijn lokaal te gebruiken om de import van energie en water te reduceren. Hiervoor is het van belang in kaart te brengen in welke mate deze stromen aanwezig zijn. Voor het in kaart brengen van de beschikbare stromen is gebruik gemaakt van dezelfde methode als voor de gebruiksstromen, namelijk lokale gegevens met nationale aanvullen waar nodig.

2: *Welke duurzame innovaties zijn haalbaar voor het centrumlandschap?*

Om een goed beeld te krijgen van welke innovaties beschikbaar zijn, is gebruikt gemaakt van de beschikbare data en het raadplegen van de beschikbare informatie bij de gemeente, de change agency buildings en experts in bouw, energie, duurzaamheid en natuur vanuit EnTranCe. Deze experts bieden daarbij een specifieke kijk op een bepaalde innovaties en diepgang over de werking en toepasbaarheid. Bij de databases moet gedacht worden aan bijvoorbeeld de aanraders van het energie prestatieadvies (EPA) of innovaties uit het RVO en het energie onderzoek centrum Nederland (ECN). Als voorbeeld worden zonnepanelen vaak vermeld als duurzame innovatie. Ook kan hierbij gedacht worden aan Europese en nationale subsidie programma's en de aanpak van andere dorpen met een focus op duurzaamheid. Echter moeten de innovaties ook haalbaar zijn, haalbaar op sociaal, technisch, wetgevend en financieel gebied. De aanwezigheid van dit draagvlak is onderbouwd aan de hand van bureau en veld onderzoek.

3: *Hoe effectief zijn deze (combinaties van) innovaties binnen het kader van het centrumlandschap?*

Effectiviteit is hierbij lastig te valideren aangezien niet alle innovaties dezelfde gebruiksstroom, eindresultaten en restproducten hebben. Wat alle innovaties gemeen hebben is dat ze allen bij dragen aan de reductie van de grijze vraag van het gebied. Dit is uitgedrukt als een percentage van de huidige vraag. In de huidige situatie worden regen, wind, zon en bodemwarmte niet benut. Worden deze stromen wel aangesproken kan dit leiden tot reductie in de grijze import van het gebied. Dit is in essentie een reductie in gas, water en stroomvraag in m³, Liter en kWh respectievelijk.

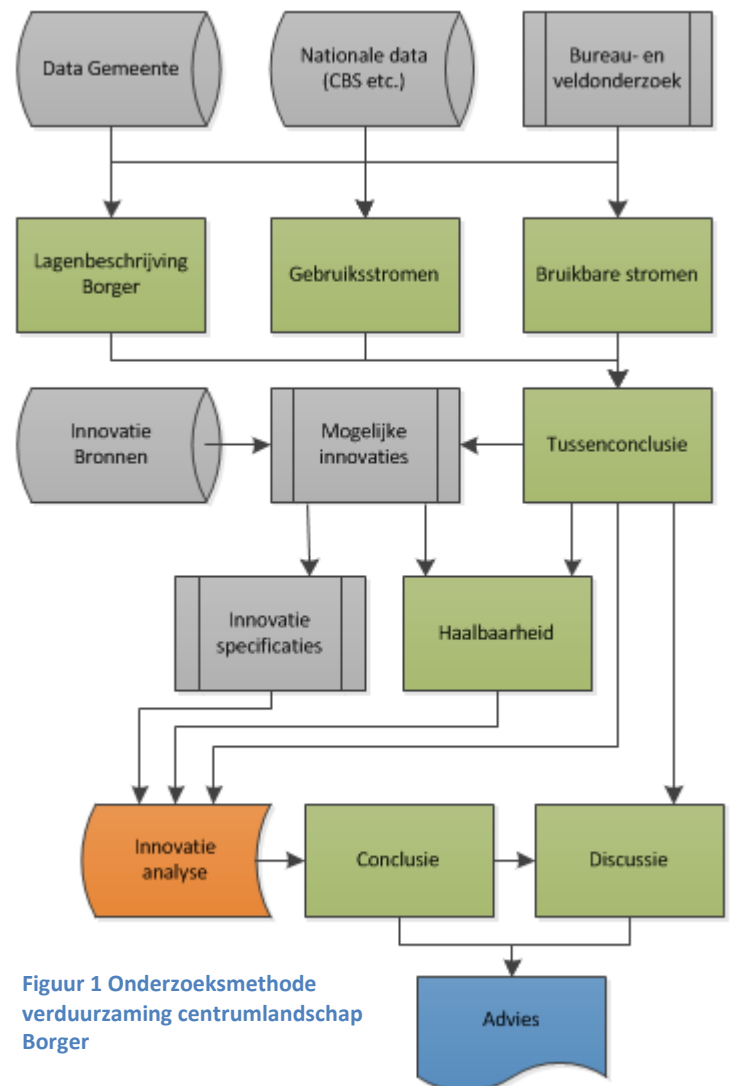
4: *Welke verduurzaming scenario's zijn aan te bevelen binnen het centrumlandschap project?*

Wanneer eenmaal bekend was wat de (combinaties van) innovaties opleveren is gekeken hoe dit tot elkaar staat. Hierbij is onderscheid gemaakt in verschillende situaties die stammen uit de gebruiksstromen van het centrumlandschap en de wens van Borger-Odoorn als gemeente en gemeenschap. Dit resulteert zich in een breed advies, waarin keuze is uit verschillende onderbouwde pakketten die gevolgd kunnen worden op basis van de wensen. Zo is het element van keuze in duurzaamheid niet uit handen genomen maar vertaald naar onderbouwde innovatie pakketten die zowel haalbaar zijn binnen het centrumlandschap als tastbare resultaten leveren op duurzaamheid.

2.3 Procesbeschrijving

Figuur 1 geeft de methodische opzet van dit onderzoek weer volgens de beantwoording van de deelvragen, dat uiteindelijk zal leiden tot een advies. In grijs is de data weergegeven, groen geeft proces stappen en hoofdstukken weer en tot slot zijn de analyse en advies apart uitgelicht in oranje en blauw. Om tot een accurate inschatting te komen van de effectiviteit in duurzaamheid en haalbaarheid van de voorgenoemde innovaties is voor de innovatieanalyse gebruik gemaakt van een Multi criteria analyse. Hoewel de exacte inrichting van deze analyse afhankelijk is van de resultaten van de stromenbeschrijving, kan al wel (deels) uitgelicht worden wat getoetst zal worden en wat de reden hierachter is.

De voorgenoemde effectiviteit is uitgezet als de grijze vraagreductie door de innovaties. Hierin zit de effectiviteit op zowel stromingsgebruik als duurzaamheid gevangen. Gezien de innovaties hiermee aantonen hoeveel van de grijze vraag ze kunnen dekken met duurzaam aanbod volgens de beschikbare stromen. Dit houdt ook in dat innovaties op het gebied van water en energie met elkaar vergeleken kunnen worden gezien dit aangegeven is in percentage van de huidige vraag.



Figuur 1 Onderzoeksmethode
verduurzaming centrumlandschap
Borger

Haalbaarheid binnen de kaders van het centrumlandschap is een tweede criterium waar aan innovaties zullen moeten voldoen. Deze haalbaarheid is verdeeld in vier aspecten, ieder van belang volgens de wensen van de gemeente en een uiteindelijke realisatie. Dit zijn de sociale haalbaarheid, de wetgevende haalbaarheid, de technische haalbaarheid en de financiële haalbaarheid. De sociale haalbaarheid zal moeten blijken uit veldonderzoek en contact met de occupatielaag. Het wetgevende aspect is uitgelicht voor iedere de specifieke innovatiestromen. De technische haalbaarheid van de innovaties is afhankelijk van de lagenbeschrijving, gebruiksstromen en bruikbare stromen in combinatie met de specificaties van de innovatie. De financiële haalbaarheid is echter minder tastbaar te hanteren, gezien dit onderzoek ingaat op de richtingen die ingegaan kunnen worden op het gebied van duurzaamheid en hierom zich niet om het microniveau van businesscases van specifieke innovaties begeeft. Hierom is financiële haalbaarheid tastbaar gemaakt aan de hand van financieringen opties, in de vormen van subsidies en dergelijke. Voorgaande succesvolle implementaties wegen mee in deze afweging, maar niet tot een zwaarte dat voorheen redelijk minder bekende innovaties buitenspel zijn gezet. Hoe de combinatie van verscheidene innovaties mee zal wegen zal moeten blijken uit de tussenconclusie en welke innovaties hieruit mogelijk blijken.

3. De lagen van het Centrumlandschap

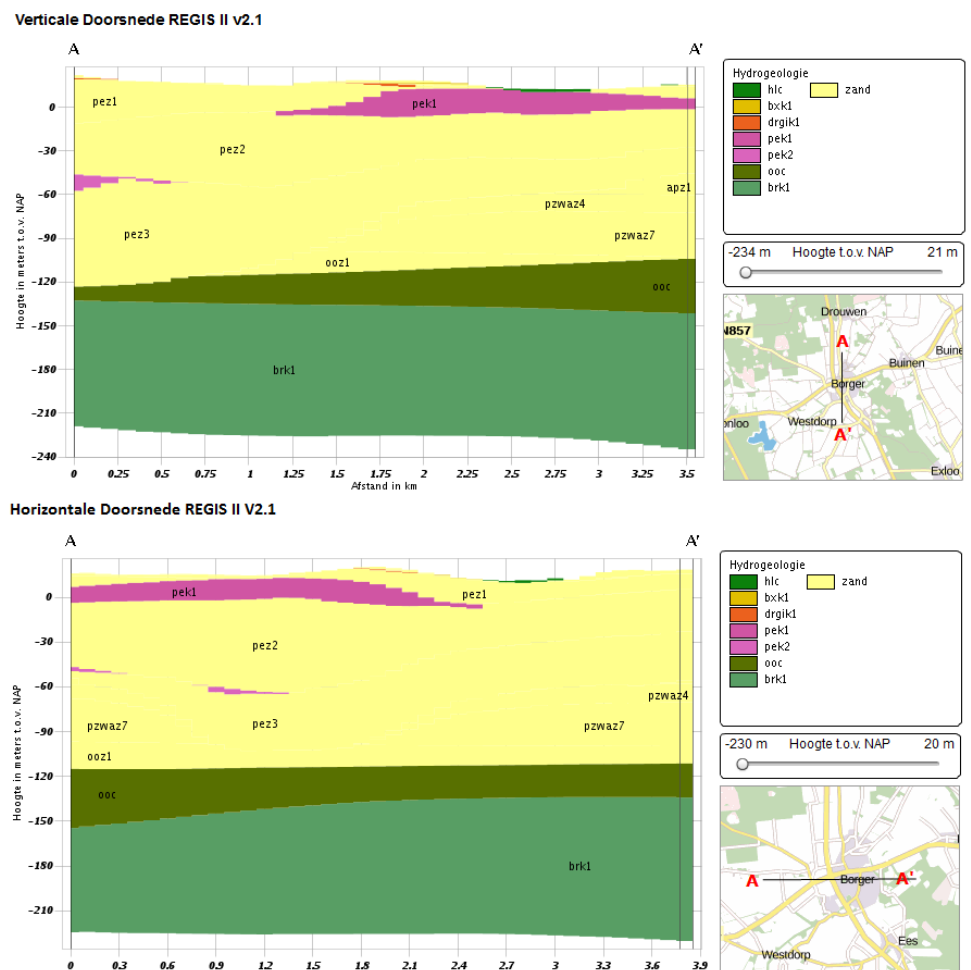
Om concreet te kunnen analyseren en adviseren is het eerst van belang het centrumlandschap goed in beeld te brengen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de lagen benadering, bestaand uit de ondergrond, de netwerklaag en de occupatielaag. Vervolgens zijn er ook actoren betrokken bij de ontwikkeling van het centrumlandschap, en daarmee dit onderzoek, die niet onder de occupatielaag vallen. De afkadering van het Centrumlandschap wordt besproken in de netwerklaag gezien de samenhang binnen het gebied op dat punt bekend wordt.

3.1 De ondergrond

Onder de ondergrond laag valt, zoals de naam impliceert, de ondergrond en zijn bodemkundige en hydrologische processen. Deze laag is letterlijk de basis voor alles wat zich hierboven bevindt en verandert tergend langzaam en is dermate kwetsbaar. Kleine veranderingen in de ondergrond kunnen grote gevolgen met zich mee brengen voor nabij gelegen natuur en bebouwing. Grootschalige veranderingen in de ondergrond kosten doorgaans langer dan 100 jaar.

De ondergrond voor Borger wordt gedefinieerd door de zandrug waarop deze gelegen is. Het maaiveld in Borger ligt gemiddeld rond de 18 meter boven NAP. De zandlagen zijn het meest voorkomend in de bodem opbouw, bestaand uit zeven zandige lagen met het merendeel in de formatie van Peelo (pez1 etc), zie. Dit houdt in; zandige bodem met zwak of matig siltige klei. Hiertussen zijn ook zandige lagen te vinden in de formatie van Peize en Waarle (pzwaz4 etc.). Deze lagen karakteriseren zich door wat grovere eenheden te bevatten, met sporadische schelpen en restkwarts. Op een diepte van 120 meter wordt een

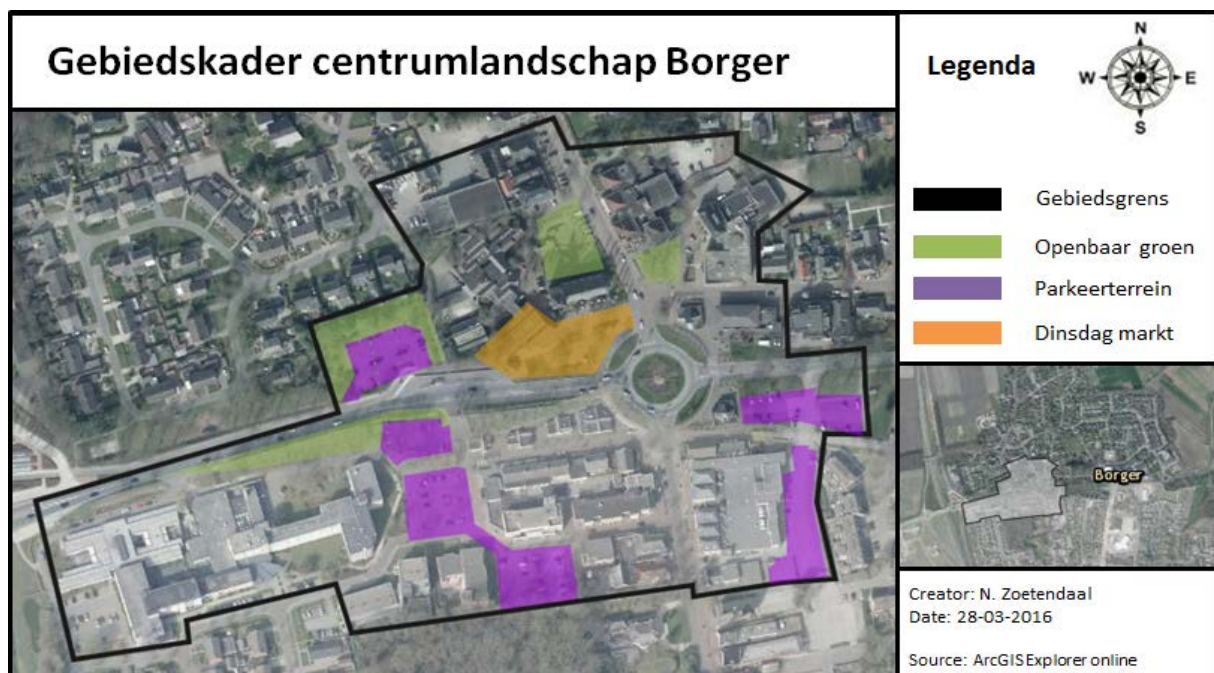
complexe formatie van Oosterhout getroffen (ooc), wederom een zandige laag, ditmaal met schelpengruis en invloeden van klei. Tot slot wordt in de diepere delen de formatie van Breda gevonden, wederom een zandhoudende laag. Echter is klei sterker aanwezig in deze laag even als glauconiethoudend. Dit is een blauw mineraal behorend tot de mica groep. Hydrologisch gesproken zal het water redelijk snel in de grond infiltreren gezien zand de dominante bodemsoort in het merendeel van de lagen vormt. Hierbij komt de stijghoogte van het freatisch pakket rond 6 meter onder het maaiveld (DINOloket) (Dijkstra & Vlok, 2015).



Figuur 2 Bodemdoorsnede Borger, horizontaal en verticaal (DINOloket)

3.2 De netwerklaag

Op basis van veldonderzoek en de liggende centrumlandschap plannen is een gebiedskader gedefinieerd, Figuur 3. Ten noorden en ten zuiden van het gebied bevinden zich delen van een doorlopende winkelstraat. Echter verschillen deze sterk van inrichting van het centrumlandschap en zijn daarom niet meegenomen. Het centrumlandschap bestaat bij benadering uit 80.000 m². Hiervan is 21.200 m² bebouwd oppervlak, 12.300 m² openbaar groen en 46.500 m² verhard oppervlak. Verder is iedere dinsdag een markt aanwezig in het dorp, op het plein voor de oude kerk. In het gebied zijn 170 huishoudens aanwezig, 90 hiervan zijn gevestigd in het nog te realiseren, nieuwe Borgerhof. De woningen zijn allen appartementen met een bewoning van een of twee personen, voornamelijk ouderen zijn gevestigd in het gebied. Verder worden in het gebied nog 25 mensen verpleegd die niet over zelfstandige huisvesting beschikken (Hermes, 2016).



Figuur 3 Gebiedskader centrumlandschap Borger

Borger als dorp is ingesteld op zijn toeristische locatie in het Geopark de Hondsrug, met een derde van alle werkgelegenheid in het dorp in deze sector. Jaarlijks komt dit neer op een extra 3.000 inwoners op een lokale bevolking van 5.000 in heel Borger. De Recreatie bestaat hierbij vooral uit natuur en fiets recreatie die door het centrumlandschap komen. Hierdoor is de uitstraling en samenhang van het dorp met zijn omgeving van groot belang. Door de ligging van de N374 midden door het centrum van Borger is er sprake van een hoge mate van verkeer in het centrumlandschap. Dit heeft als gevolg dat het centrumlandschap onsamenhangend oogt, met aan de noordelijke kant van de N374 een ouderwetse winkelstraat en aan de zuidelijke een modern winkellandschap gescheiden door een stevige verkeersdoorstroom. Verder heeft Borger en zijn omgeving te maken met vergrijzing en krimp. Het lopende masterplan centrumlandschap Borger beschrijft het versterken van de identiteit van Borger, eenduidigheid met de omgeving en maatwerk in ruimtelijke ordening en duurzaamheid als hoofdlijnen om deze knelpunten het hoofd te bieden (Borger-Odoorn, 2014) (Gemeente borger-odoorn, 2014) (Wester, 2016) (Bredex & van Koten, 2015) (van Oorde, 2016).

3.3 De occupatielaag

De occupatielaag bestaat uit de gebruikers van het centrumlandschap. Zij zorgen voor het energiegebruik maar moeten hier ook hun functie kunnen uitvoeren. Hieronder vallen: bewoners, zorg, winkels & dienstverlening en de markt. Deze onderverdeling is gemaakt op basis van hun relatief gebruikspatroon, zo zal een winkel relatief meer energie gebruiken dan een bewoner gezien bij een winkel de deuren letterlijk altijd open staan. Het is van belang in kaart te hebben waar de verschillende belangen liggen, gezien deze uiteindelijk allen vertegenwoordigd moeten worden in het duurzaamheidsadvies. Wel geeft het centrumlandschap weer dat veel van de actoren ook gezamenlijke behoefte hebben waaronder elkanders aanwezigheid binnen het gebied. Dit is gedaan gedurende de eerste weken van februari 2016.

Bewoners

Zoals eerder vermeld bevat het gebied 170 huishoudens, waarvan 90 nog gerealiseerd worden. Al deze huishoudens zijn appartementen voor voornamelijk ouderen. Het gros van deze bewoners zal zich dan ook bevinden in de verschillen verzorgingscomplexen in het gebied. Met een paar woningen boven de winkel aangelegenheden. De primaire drijfveer van deze groep actoren zal het woongenot van de omgeving zijn. Bereikbaarheid van voorzieningen en aanwezigheid van zorg zullen daarom van belang zijn. Hieraan worden jaarlijks ook de stroom toeristen die Borger bezoeken toegevoegd. Echter zijn de totale aantallen toeristen lastig te achterhalen daarom wordt uitgegaan van het gebruik van een toerisme sector op maximale bezetting.

Zorg

De zorg actor bestaat uit de verschillende in dit gebied aanwezige verzorgingscomplexen. Hieronder vallen; het nieuwe Borgerhof, de Polakker, het Naoberhof en het gezondheidscentrum Borger Odoorn. In dit gezondheidscentrum zijn verscheidene andere partijen ondergebracht als BDB Fysiotherapie en Logopedie & Communicatie Borger-Gieten. De focus van de zorg zal liggen op het uitvoeren van hun werkzaamheden, bereikbaarheid en zekerheid zullen daarom centraal staan. Deze actor vertegenwoordigt zelf weinig tot geen energiegebruik binnen het gebied en zal daarom onderverdeeld worden bij bewoners of winkels & dienstverlening.

Winkels & dienstverlening

Horeca is sterk aanwezig in het gebied door de focus op toerisme. In het centrumlandschap is dan ook een hotel aanwezig voor toeristen die dicht bij de winkelgelegenheden willen zitten. Ook is veel horeca aanwezig, hieronder vallen; Pronto, Kwalitaria, Lunchroom de Weme, Vishandel Jos, Restaurant en hotel Bieze en Vanslag cultuurpodium & grand café. Voor het toerisme en horeca aspect is een uitnodigende uitstraling van belang, even als voorzieningen in het centrum.

Het verschil tussen zorg en dienstverlening is het feit dat zorg in het gebied vooral gefocust is op huisvesting van ouderen terwijl dienstverlening in het centrumlandschap een veel breder aanbod biedt. Hieronder vallen; Kapsalon de Spiegel, de ING bank, Rabobank, Sturing, Univé, verscheidene makelaardijen, Reisbureau Borger, Skintouch beauty salon, De hondsrug (pedicure Ed.) en Computershop Borger. Dienstverleningen in het centrumlandschap is vooral afhankelijk van de bereikbaarheid van hun locatie en zichtbaarheid, voor zowel bewoners als toeristen.

Tot slot zijn er een aantal winkel gelegenheden in het gebied. Onder dit aspect vallen; Boni supermarkt, Womans fashion, Bruna, Etos, Terstal, &bloemen, De Slijterij, Koert Poelsta de echte bakker, Albert hein, De Hondsrug (schoenenwinkel), Linnenshop Borger, Hubo XL en t'ole ambacht bakkerij. Winkelgelegenheden hebben een groot belang bij de aanwezigheid van zowel bewoners als toeristen en het bereikbaar en zichtbaar zijn voor deze groepen.

Markt

Een maal per week wordt een markt gehouden in Borger voor de Vansvlag. Deze markt heeft groot belang bij toerisme en bewoners omdat dit de hoeveelheid mogelijke klanten vergroot. Ook heeft het behoefte aan een goede standplaats met zichtbaarheid en bereikbaarheid. Deze is zeker gevonden gezien hun locatie ligt langs de N373 en de hoofdstraat van Borger, direct in het centrum van het dorp. Deze factoren moeten blijven bestaan, ook tijdens de vernieuwing van het centrumlandschap. Daarbij is hun energie gebruik dan wel niet veel, maar wel in een piek. Dit voegt een wekelijkse piek toe in de al piekende ochtend uren.

4. Gebruiksstromen

Binnen het centrumlandschap bestaat een energievraag en watervraag, dit zijn de gebruiksstromen die voor het centrumlandschap geïmporteerd worden. Voor de energievraag worden zoals vermeld verzorgingshuizen gezien als onderdeel van de bewoners gezien deze het gros van het gebruik van deze inrichtingen vertegenwoordigen. Gezien het gebied in een transitie periode zit, zijn exacte metingen lastig te houden en onzeker voor de toekomstige situatie, hierom wordt het gebruik benaderd naar gemiddelde. Dit resulteert in een elektriciteits- gas- en water-getal die het gebruik van deze stroom vertegenwoordigen. De waardes in dit hoofdstuk komen uit lokale gegevens en contact met de gemeente, waar de data niet beschikbaar was, is deze aangevuld met benaderingen uit nationale informatie.

4.1 Elektriciteit

In het gebied zijn vier groepen aanwezig die elektriciteit vragen: openbare verlichting, bewoners, winkelgelegenheden, dienstverlening en de wekelijkse markt. Deze groepen variëren in piek en dal moment, totale vraag maar ook op sociaal vlak. Openbare verlichting wordt direct geregeld door de gemeente, terwijl bewoners en particulieren sterke variaties kennen en de markt een stabiel patroon eenmaal een piek per week.

4.1.1 Winkels & Dienstverlening

Het elektriciteitsgebruik van de winkels en dienstverleningen in het gebied is voor het grootste gedeelte onbekend. In de praktijk wordt doorgaans gewerkt met gemiddelden per vierkante meter op jaarbasis, onderverdeeld in sector. Zo gebruikt de non-food sector gemiddeld 72-81 kWh per m², waar de foodsector een veel hoger gebruik kent, mede door koeling, dit gebruik ligt doorgaans rond de 470 kWh per m².

Sector	Gebruik per jaar (MWh/j)
Restaurant	94
Food-sector	1.573
non-foodsector	341
Kantoor	312
Totaal	2.320

Tabel 1 Elektriciteitsgebruik winkels en dienstverlening (de Bie, 2010) (Energievergelijken.nl) (Energietrends 2014, 2014)

Al is een restaurant deel van de foodsector, toch is het gebruik iets verschillend, met een gemiddelde liggend rond de 120 kWh per vierkante meter. Kantoren gebruiken tussen de 60 en 115 kWh per vierkante meter liggend aan de bezetting. De meeste gebouwen hebben een tweede verdieping, om deze reden wordt uitgegaan van een geschat vloeroppervlak van deze inrichtingen op basis van de grootte van het gebouw. Dit levert opnieuw een marge met grote variatie op. In Tabel 1 wordt het wel zichtbaar dat de relatief kleine Food-sector bestaand uit supermarkten en bakkers verreweg het grootste gebruik heeft, zie *Bijlage 1: Berekeningen en data* Tabel 12. Maar het wordt ook zichtbaar dat de winkels en de dienstverlening in het gebied de primaire gebruikers van elektriciteit vertegenwoordigen (Energievergelijken.nl) (de Bie, 2010) (Energietrends 2014, 2014).

4.1.2 Markt

De wekelijkse markt is de laatste bijdrage aan het elektriciteitsgebruik. De meterstanden van deze markt zijn op 26 januari 2016 steekproefsgewijs gecontroleerd om dit gebruik in kaart te brengen. Deze meting gaf een beginstand weer van 7073 en een eindstand van 7297 kWh. Dit is 224 kWh in één winterochtend aan markt, de zomersituatie wordt in de zomer van 2016 gemeten om het verschil te peilen. Voor dit onderzoek wordt ervan uitgegaan dat dit piekgebruik 52 maal per jaar plaats vindt, voor een totaal gebruik rond de 12.000 kWh per jaar. Hiermee is de markt een kleingebruiker in vergelijking tot de andere gebruikssectoren.

4.1.3 Openbare verlichting

Openbare verlichting wordt doorgaans alleen in de avond en ochtenduren ingezet, wat ook onmisbaar is voor de verkeersdoorstroom op de N374. De openbare verlichting zit op het moment in een transitie periode, alle verlichting binnen het centrumlandschap wordt vervangen door LED en energie zuinige varianten. Een deel van het verlichtingsplan is uitgevoerd, een ander deel moet nog berekend worden. Dit houdt in dat de toekomstige situatie vrij onzeker is. De gemeente heeft wel aangegeven voor dezelfde verlichting te gaan, hierdoor wordt het dus een vraag van aantallen. Dit kan verklaard worden door de hoge bovengrens in vermogen van de verschillende LED lampen, gezien dit ook afhankelijk is van het type armatuur en de instelling, zie *Bijlage 1: Berekeningen en data*. Deze sterkere uitvoering van deze armaturen (30 LED+) worden echter niet gebruikt in het gebied, maar er bestaat geen individuele data per uitvoering. Hierom zal het werkelijke verbruik dichterbij de lage marge liggen dan bij de hoge marge. Uiteindelijk komt het gebruik van de verlichting neer op 8 MWh/j. Echter staat dit gebruik maar voor een deel van het centrumlandschap. De Stela rond en square staan bij de twee parkeerterreinen in het westen, de kleinste in het gebied. De Neri Chara en de Stela long staan aan de noordzijde van de grote brink, langs de N374 en de nieuwe rotonde. Dit houdt in dat de overige parkeerterreinen in het oosten, en de hoofdstraat nog gebruik maken van oudere verlichting die binnenkort vervangen wordt. Ongeveer 50% van het totale centrumlandschap is gedaan, dit houdt in dat bij benadering uitgegaan kan worden van een verdubbeling om tot een redelijk beeld te komen van 16 MWh/j. Het daadwerkelijke gebruik zal liggen aan het komende verlichtingsplan wat ten tijde van dit rapport niet beschikbaar is (Hermes, 2016) (Borger-Odoorn, 2014) (Gemeente borger-odoorn, 2014) (Philips, 2016) (Philips, 2016).

4.1.4 Bewoners

Zoals eerder gesteld wordt het voornamelijk bewoond door ouderen in 1-2 persoons appartementen met in totaal 170 huishoudens. Dit houdt in dat er tussen de 170-340 mensen wonen of komen te wonen in het centrumlandschap. Hierbij zal het nummer realistisch gezien in het midden liggen rond de 250. Het is onmogelijk dit verbruik te meten zoals het is, gezien 90 van de huishouden ten tijde van dit onderzoek nog in de planningsfase zaten. In deze vernieuwing van het Borgerhof wil men ook speciaal rekening houden met duurzaamheid. Hierdoor zal het stroomgebruik waarschijnlijk lager uitvallen dan verwacht. Het gemiddelde stroomgebruik voor Nederlandse woningen lag in 2014 op 3050 kWh. Voor Noord-Nederland lag het gemiddeld gebruik op 2900 kWh in 2014. Voor huurwoningen, waaronder appartementen vallen, lag dit op 2250 kWh per huishouden. De voorgaande jaren waren al deze getalen hoger, dit maakt een neerwaartse trend zichtbaar in stroomgebruik. Dit betekent, in combinatie met de duurzame insteek van het Borgerhof, dat een gemiddeld stroomverbruik rond de 2200 kWh per huishouden in het centrumlandschap een realistisch beeld is. Het aanhouden van deze schatting komt neer op 374.000 kWh per jaar in het gebied aan stroomgebruik door de bewoners (Centraal Bureau voor de statistiek, 2015) (Hermes, 2016).

4.1.5 Totaal

De bewoners brengen de totale benadering dan op 2.7 GWh/j, Tabel 2. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat het leeuwendeel hiervan door winkels en dienstverlening wordt gebruikt, door de sterke aanwezigheid van deze sector binnen het gebied, maar ook door het extreem hoge gebruik per vierkante meter van de voedselsector, die bij benadering eigenhandig verantwoordelijk is voor 1.6 GWh/j aan elektriciteit.

Groep	Gemiddelde per jaar (MWh/j)
Winkels & dienstverlening	2.230
Wekelijkse markt	12
Openbare verlichting	16
Bewoners	374
Totaal	2.722

Tabel 2 Totaal benaderd elektriciteitsgebruik

4.2 Gas

De tweede vorm van energiegebruik is het gebruik van gas. In de gemiddelde Nederlandse situatie wordt dit gas gebruikt om op te koken en als energiebron voor het verwarmen. De lokale markt even als de openbare voorzieningen gebruiken in dat opzicht geen energie in de vorm van gas. Bewoners, winkels & dienstverlening daarentegen hebben nog altijd een warme woon of werklocatie nodig.

4.2.1 Winkels & Dienstverlening

Voor het gasgebruik wordt dezelfde verdeling gemaakt als voor elektriciteitsgebruik. Hierbij gebruikt de non-food sector tussen de 7 en 18 m³ gas per vierkante meter. Het verrassende is dan wel dat de foodsector niet veel hoger zit in gebruik met een gemiddelde 16 m³ per vierkante meter. Kantoren daarentegen zitten redelijk hoog met 20 m³ per vierkante meter op jaarbasis. Hiermee staan ze gelijk met het gemiddelde gasgebruik van restaurants die tevens 20 m³ per vierkante meter gebruiken. Het totale gebruik van winkels en dienstverlening zal bij benadering rond de 210.000 m³ per jaar liggen, zie Tabel 3. Hierbij is de kantoor sector de grootste gebruiker. (Energievergelijken.nl) (de Bie, 2010) (Energietrends 2014, 2014). Voor een onderverdeling per inrichting, zie *Bijlage 1: Berekeningen en data gebiedsbeschrijving*, Tabel 13.

Sector	Gebruik per jaar (X1000 m ³ /j)
Restaurant	16
Food-sector	67
non-foodsector	56
Kantoor	71
Totaal	210

Tabel 3 Gasgebruik winkels & dienstverlening (de Bie, 2010) (Energievergelijken.nl) (Energietrends

4.2.2 Bewoners

Even als bij elektriciteit, zijn gemiddelde gegevens over gasgebruik van huishoudens op nationaal niveau bekend. Gemiddeld over heel Nederland werd 1850 m³ aardgas per huishouden gebruikt in 2010, dit is in 2011 gedaald en vervolgens in 2012 gestegen om in 2014 weer te dalen, dit maal tot 1200 m³ per huishouden. Dit laat de samenhang zien van het gasgebruik met de winter, hoe strenger de winter hoe meer gas gebruikt wordt om te stoken. Hierin speelt warmteverlies een grootte rol, maar dat wordt later behandeld. In Noord-Nederland ligt dit gebruik hoger dan het Nederlands gemiddelde, namelijk 1450 m³ per huishouden. Huurwoningen liggen echter weer op 1200 m³. Uitgaand van eenzelfde aantal huishoudens als bij elektriciteit wordt duidelijk dat de 170 huishoudens rond de 204.000 m³ per jaar gebruiken om te stoken en koken (Energietrends 2014, 2014) (Centraal Bureau voor de statistiek, 2015).

4.2.3 Totaal

Tabel 4 geeft weer dat het totale gasgebruik in het gebied rond de 414.000 m³ zal liggen. Uitgaande van grootschalig gemiddelde is dit een benadering gezien de actuele situatie niet bekend is voor het merendeel van de inrichtingen binnen het gebied. Wel wordt zichtbaar dat zowel bewoners als winkels en dienstverleningen een bijna evenredige gebruik vertonen, hoewel winkels en dienstverleningen veel sterker aanwezig zijn binnen het centrumlandschap.

Groep	Gemiddelde per jaar (X1000m ³ /j)
Winkels & dienstverlening	210
Bewoners	204
Totaal	414

Tabel 4 Totaal benaderd gasgebruik op basis van Tabel 3 en het benaderde gebruik van bewoners

4.3 Water

Al is watergebruik niet perse een directe vorm van energieverbruik, wordt er wel energie gebruikt om dat water te vervaardigen en op locatie te krijgen. Daarbij is water mogelijk te winnen uit regen voor het doorspoelen van het toilet en dergelijke om zo energie te besparen.

Tabel 5 laat zien dat iedere bewoner per jaar gemiddeld 43.400 liter water gebruikt. Deze hoeveelheid is gebaseerd op nationale getallen uit 2014, waarin het watergebruik sterk gedaald was. Het watergebruik vertoont een dalende lijn per inwoner sinds en per huishouden, bevolkingsgroei meegerekend, zie *Bijlage 1: Berekeningen en data gebiedsbeschrijving, Tabel 14*. Het is daarom niet ondenkbaar dat watergebruik in de nabije toekomst verder zal dalen. Wat opvalt, is dat de grootste gebruikers de douche, toilet en wasmachine zijn. Ook moet opgemerkt worden dat dit het onderverdeelde watergebruik is per bewoner, hiervan heeft het centrum landschap er tussen de 170-340. Dit houdt in dat het totale gebruik van het gebied eerder tussen de 7 en 15 miljoen liter per jaar zal liggen voor een gemiddelde van 11 miljoen L/j. Waarvan het merendeel bijna direct na gebruik in het riool verdwijnt, zij het via het afvoerputje in de douche of het toilet. Echter moet ook gezegd worden dat een tweepersoonshuishouden minder water gebruikt dan twee eenpersoonshuishoudens, hierdoor ligt het waterverbruik waarschijnlijk laag in deze marge (Foekema & van Thiel, 2011) (Wageningen UR, 2014) (van Thiel, 2014) (Graveland & Baas, 2013).

Toepassing	Liter per dag	Liter per jaar
Bad	1,8	657
Douche	51,4	18.761
Wastafel	5,2	1.898
Toiletspoeling	33,8	12.337
Wassen hand	1,4	511
Wasmachine	14,3	5.219,5
Afwassen hand	3,6	1.314
Afwasmachine	2,0	730
Voedselbereiding	1,0	365
Koffie/thee	0,6	219
Water drinken	0,4	146
Overig keukenkraan	3,4	1241
Totaal 1 bewoner	119	43.435
Totaal 170 bewoners	20.230	7.383.950
Totaal 340 bewoners	40.460	14.767.900

Tabel 5 Watergebruik in liter per bewonersaantal (van Thiel, 2014) (Wageningen UR, 2014)

4.4 afvalstromen

Afvalstoffen, zoals ieder huis deze produceert, zijn sterk verandert over de jaren. De aanwezige statistieken over afvalstoffen lijken positief, het totale gewicht neemt af. Echter neemt het volume toe, gezien het type afval dat men produceert veranderd is. Tegenwoordig bestaat het afval dat men produceert in gemeenschappen onder de 5000 inwoners voor 86% uit afval van huishoudens. Broger valt als volledig dorp redelijk in deze marge met 4.712 inwoners in 2011. Er is gekozen voor dit jaar gezien de afval gegevens van Borger-Odoorn bekend zijn, zie *Bijlage 1: Berekeningen en data gebiedsbeschrijving Tabel 16*.

Tabel 6 geeft de afvalstromen weer voor het centrumlandschap. Deze stromen zullen bij benadering tussen de 70 en 142 ton totaal zijn, waarvan 30 tot 62 ton biologisch, dus bruikbaar in mogelijke vergisting, dit komt neer op gemiddelde van . Hier maakt papier ook deel van uit, echter is niet al het papier bruikbaar gezien stoffen in bijvoorbeeld krantenpapier niet thuishoren in vergisting of compostering. Deze getallen komen uit gegevens en gemiddelden uit de volledige gemeente Borger-Odoorn.

Afvalsoort	Gemiddeld In Centrumlandschap (ton)
grijze minicontainer	38,49
groene minicontainer	14,66
grof huishoudelijk	6,96
tuin en snoei	5,51
puin	2,51
verontreinigd puin	0,34
hout B	4,94
kleding	1,01
papier	20,25
Kca (klein chemisch)	0,28
glas	5,78
autobanden	0,09
asbest	0,56
oud ijzer (metalen)	0,32
Pvc	0,03
hout C	0,90
kringloop	1,11
kunststof verpakkingen	2,67
Totaal biologisch	46,24
Totaal	106,37

Tabel 6 Bekende afvalstromen in het centrumlandschap in 2011 (Huijgen & Pluimers, 2012) (Hermes, 2016)

Het wordt snel duidelijk dat de grootste afvalsoort, huishoudelijk grijs uit de grijze container, in het centrumlandschap eerder aan de lage kant zal liggen. Gezien het appartementen betreft met een of twee bewoners zal deze stroom ook aardig geconcentreerd voorkomen. Het huishoudelijk groen zal echter bijna niet aanwezig zijn gezien het ontbreken van eigen tuinen in het centrumlandschap. Wat de energiewaarde van deze stromen is zal afhangen van de innovatie die hier gebruik van zal maken (Huijgen & Pluimers, 2012) (Hermes, 2016) (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2016) (Wageningen UR, 2015).

4.5 Warmteverlies

Warmteverlies, of eerder warmte overdracht, gebeurt bij alle contactpunten van twee verschillende temperaturen, ofwel diffusie, warmte wil overal gelijk zijn. Dit houdt in dat warmteverlies gebeurt in leidingen, door muren en daken. De hoeveelheid warmte die hierdoor verloren gaat ligt aan de kwaliteit van de isolatie, hoe beter de isolatie, hoe minder warmteverlies.

4.5.1 Door water

Zoals duidelijk werd uit het watergebruik houden mensen van douchen. Hiervoor wordt het water opgewarmd tot een comfortabele temperatuur. Hoewel dit doorgaans niet gezien wordt als standaard warmteverlies, verdwijnt dit water bijna direct na gebruik in het riool en neemt deze warmte met zich mee. Voor een gemiddeld twee persoons huishouden bedraagt deze doorgespoelde warmte tussen de 80-100 m³ gas op jaarbasis. Dit is bij benadering 13.000 – 17.000 m³ gas aan warmte in het afvalwater afkomstig uit het centrumlandschap, dat zorgt voor milieubelasting als het warm aankomt in de natuur (Milieu centraal) (Peeters, 2015).

4.5.2 Door bebouwing

Gebouwen verliezen warmte door het oppervlak, warmte straalt letterlijk aan alle kanten van het gebouw uit. Zoals gesteld ligt het warmteverlies dat hiermee gepaard gaat voor het grootste deel aan isolatie. Deze isolatie varieert sterk per gebouw, zeker met in acht name van de verschillende bouwjaren vertegenwoordigd in het centrumlandschap. Niet of slecht geïsoleerd houdt hierbij in dat het gebouwen betreft die eerder zijn gebouwd dan 1976. Vanaf dat jaar hebben spouwmuurisolatie gekregen was 5 centimeter dakisolatie de standaard, even als deels dubbel glas. Vanaf 1983 is de isolatie in volledigheid aangebracht, echter met materiaal met lagere isolatiewaarde dan gewenst is. Het bouwbesluit van 2012 stelde vervolgens nieuwe eisen, echter zijn er (nog) geen gebouwen van deze periode in het gebied en is dit besluit vaak aangepast (Jeths, 2008) (Artikel 5.3 Thermische isolatie, 2015) (Milieucentraal) (Menkveld, 2009).

Voor het centrumlandschap zijn de bouwjaren en vloeroppervlakken van de gebouwen bekend genoeg om hier een proefbenadering op los te laten. Hierbij wordt uitgegaan van de bouwjaren zonder renovatie. Dit beeld dan uiteindelijk het maximale extra warmteverlies uit in vergelijking tot een nieuwere, geïsoleerde vloer, dit toont tevens de mogelijk te besparen aardgas hoeveelheid. Dit zou uitkomen op een maximum van 89.000 m³ aardgas dat per jaar de bodem in gestraald wordt aan warmte in het centrumlandschap, voor volledige benadering zie *Bijlage 1: Berekeningen en data gebiedsbeschrijving Tabel 17*. Dit theoretisch maximum zal in praktijk veel lager liggen, gezien renovatie in deze proefbenadering niet meegenomen wordt. Echter is dit alleen al de benadering van de vloeren, die per m² oppervlak het minste warmte verliezen. De werkelijke situatie binnen het centrumlandschap zal onder de loep genomen moet worden als accurate nummers vereist zijn. Wel moet gesteld worden dat het werken aan duurzaamheid voor bebouwing met slechte isolatie dweilen met de kraan open is. Tevens zijn het glas, dak en geveloppervlak van de gebouwen in het centrumlandschap onbekend. Om deze redenen wordt warmteverlies door gebouwen, net als het infiltreren van regenwater in de bodem, terug gedrongen tot een ja/nee kwestie. Voor dit onderzoek zullen er twee situaties bestaan, een van een ideaal geïsoleerd centrumlandschap zonder warmteverlies en een van een niet tot slecht geïsoleerd centrumlandschap met een hoog percentage aan warmte verlies, dit komt neer op een 15% hogere gasvraag in het gebied volgens landelijk onderzoek (Energietrends 2014, 2014) (Milieucentraal) (Hermes, 2016) (Menkveld, 2009).

4.6 Samenvattend

Tabel 7 Geeft weer wat uit de inventarisatie van de huidige gebruiksstromen volgt. Er is een bepaald oppervlakte waarmee gewerkt wordt, het totaal van het centrumlandschap namelijk 70.000 m³. Voor dit oppervlak van het centrumlandschap is benaderd wat de gemiddelde vragen zijn. Dit is de grijze vraag van het centrumlandschap die geïmporteerd wordt.

Aspect	Gemiddelde
Bebouwd oppervlak (m ²)	21.200
Openbaar groen (m ²)	12.300
Verhard oppervlak (m ²)	46.500
Elektriciteit Vraag (MWh/j)	2.722
Gas vraag (m ³ /j)	414.000
Water vraag (L/j)	11.000.000
Afvalstoffen(ton/j)	106
Warmteverlies water (m ³ gas/j)	15.000
Warmteverlies Bebouwing	15% extra gas

Tabel 7 Gebruiksstromen van het Centrumlandschap

5. Bruikbare stromen

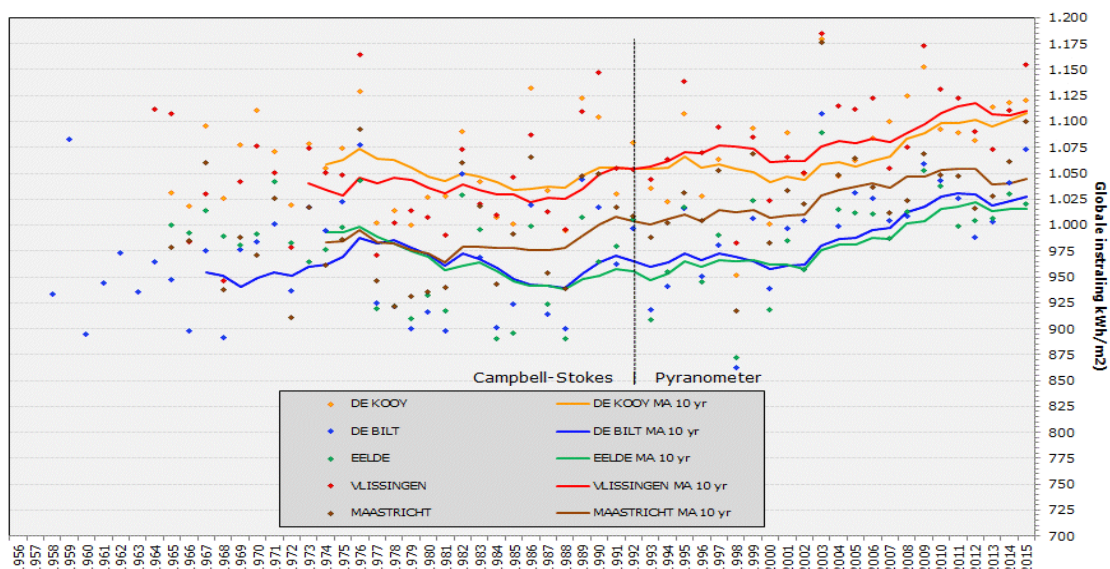
Doorgaans wordt de nodige energie aangeleverd door de aangelegde infrastructuur of mogelijke terugwinning. Echter is er van natura ook energie aanwezig in het gebied, in de vormen van licht, wind en aardwarmte in de bodem. Net als de afvalstromen kunnen deze aanwezige grondstoffen mogelijk gebruikt worden om de energiebehoefte van het centrumlandschap deels te voorzien.

5.1 Zon

De zon is de eerste duurzame bron die aan bod komt. Hoe dit werkbaar wordt gemaakt is een complex verhaal waaraan veel meteorologische organisaties rekenen. Een bekend kengetal in deze berekeningen is de zoninstraling (global horizontal irradiation of GHI), uitgedrukt in kilowattuur per vierkante meter. Dit getal wordt gebruikt om de ingestraalde zonne-energie weer te geven en daarmee de potentie voor pv panelen en andere soortgelijke toepassingen. Figuur 4 laat zien dat Borger, gelegen tussen Groningen en Emmen, iets zuidelijker dan Assen, een gemiddelde potentie heeft van maximaal 975 kilowattuur per vierkante meter per jaar. Dit is aan de lage kant voor Nederland, wat ook blijkt uit het dichtstbijzijnde meetstation in Eelde, zie Figuur 5. Deze grafiek en de onderbouwende data van het KNMI tonen een stijgende trend in globale instraling voor Nederland. Dit betekent dat de huidige en toekomstige potentie van zonne-energie waarschijnlijk hoger zal liggen, namelijk rond de 1000 kWh/m²/j.

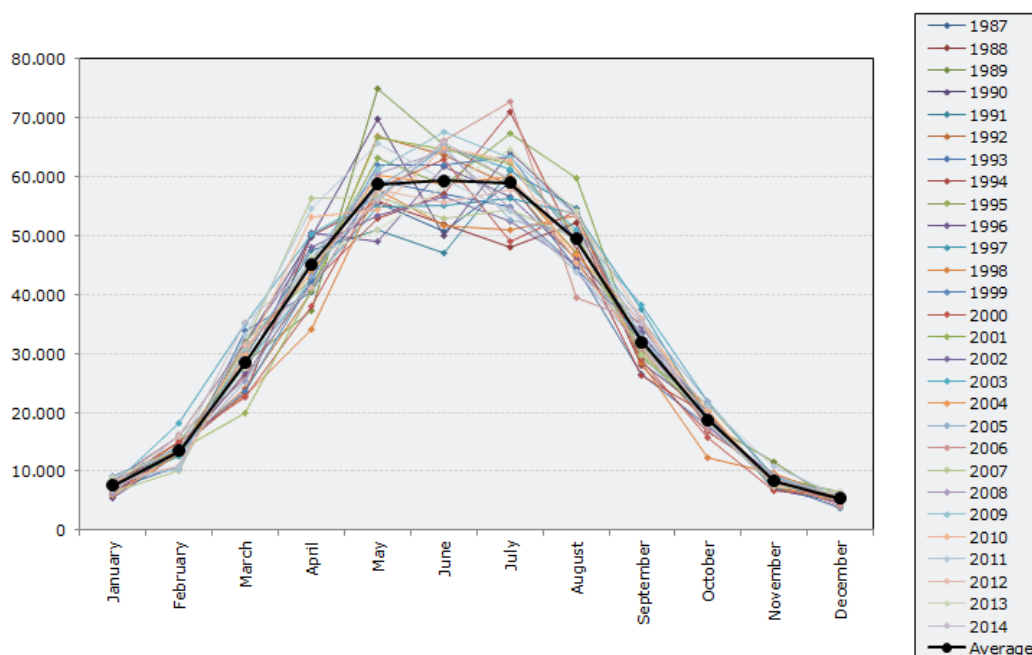


Figuur 4 gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid globale horizontale irradiatie in Nederland (SolarGIS © 2016 GeoModel Solar, 2014)



Figuur 5 Globale instraling door Nederland (Segaar, 2016) (KNMI, 2016)

Echter is zon niet altijd aanwezig wanneer energie gewenst is, de intensiteit van de zon is afhankelijk van weer- en seizoen factoren en dit rijmt niet altijd met het energieconsumptiepatroon. De maandelijkse intensiteitsfluctuaties volgen de verwachte lijn van de zomer en winter, met weinig in de winter en veel in de zomer, zie Figuur 6. Dit te danken aan het verschil in zonuren tussen winter en zomer en komt neer op gemiddelden in juni richting de 165 kwh/m² en gemiddelden richting 16,5 kwh/m² in december.

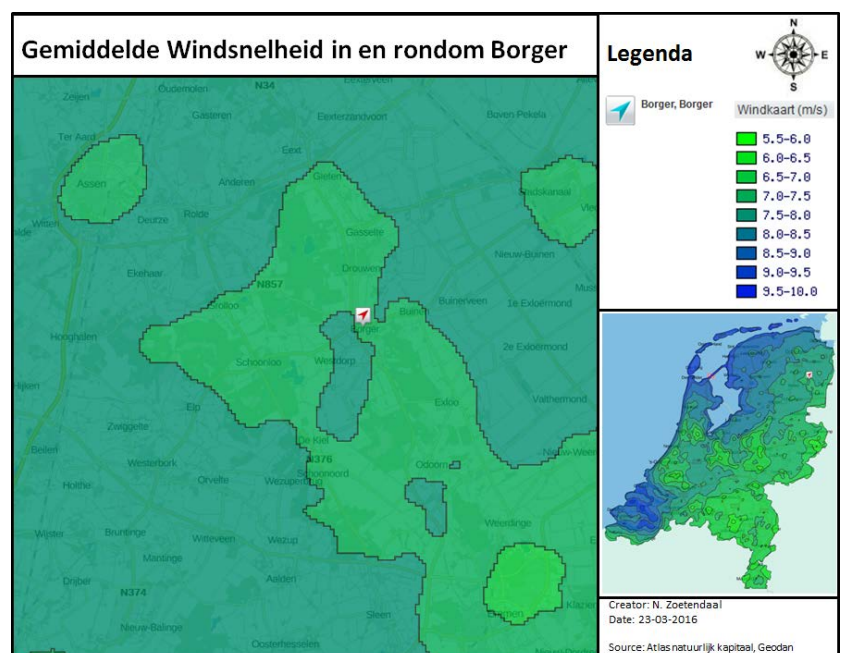


Figuur 6 Gemiddelde globale instraling per maand in joule/cm² (Segaar, 2016) (KNMI, 2016)

Verder heeft zonne-energie te maken met een dag nacht cyclus. Dit houdt in dat alle beschikbare zonne-energie bestaat uit pieken in het systeem, pieken tijdens het middaguur en pieken in de zomermaanden (Veenstra, 2015) (SolarGIS © 2016 GeoModel Solar, 2014) (Segaar, 2016) (KNMI, 2016).

5.2 Wind

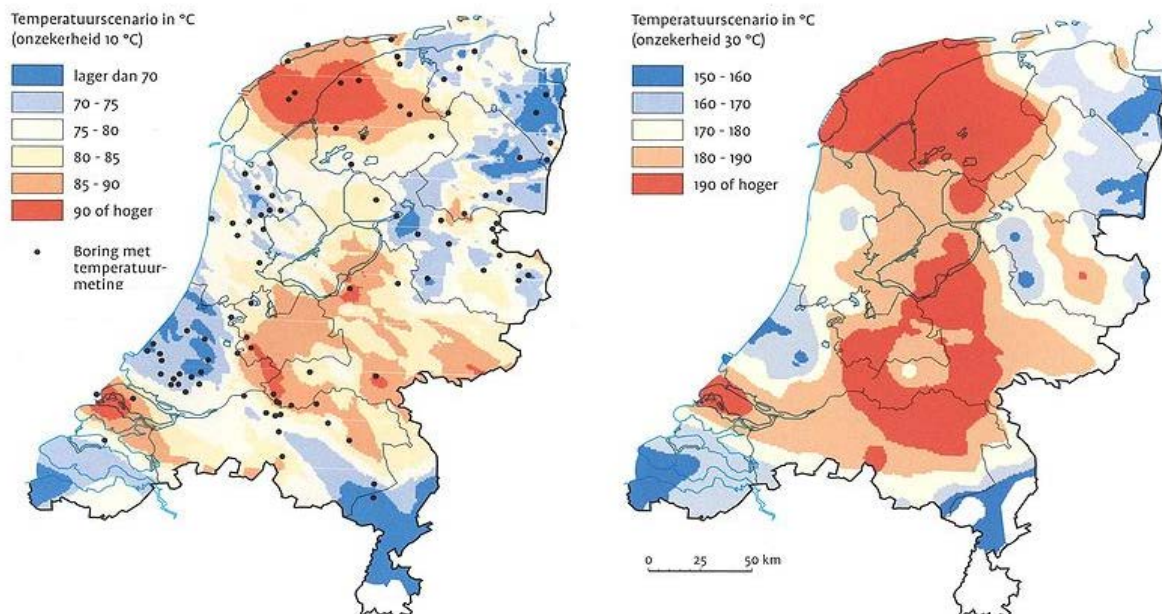
De straling van de zon in combinatie met andere processen als de rotatie van de aarde produceren nog een vorm van zonne-energie, namelijk wind. Even als de energie uit de straling zelf is de wind geen constante, echter is de wind niet gebonden aan een dag nacht cyclus. Dit maakt de wind een grillig fenomeen dat bestaat uit sterk fluctuerende pieken en dalen. De actuele gemiddelde wind beschikbaar voor Borger bedraagt tussen 7 en 7,5 m/s, dat is windkracht 4. Figuur 7 geeft weer dat Borger net buiten een 7,5-8 m/s zone valt. Dit houdt in dat de potentie net buiten het dorp hoger zal zijn (Deltares, Alterra, het LEI, BIJ12 en RIVM) (De groene rekenkamer, 2006) (Staveren, 2016).



Figuur 7 Gemiddelde windsnelheid in en rondom Borger (Deltares, Alterra, het LEI, BIJ12 en RIVM)

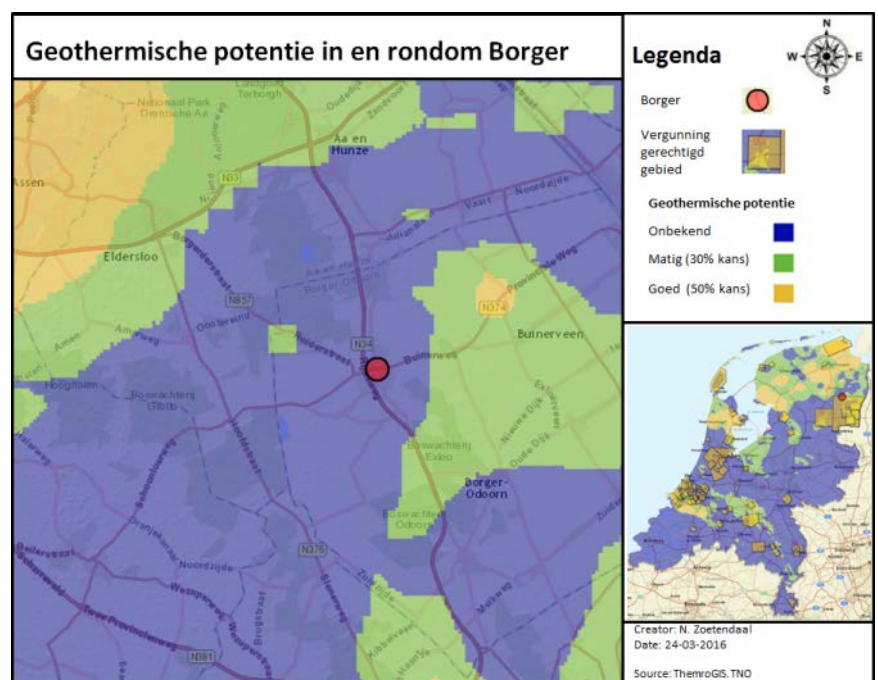
5.3 Geothermie

Een andere natuurlijke energiebron die niet afkomstig is uit zon is aardwarmte. Deze is er in verschillende vormen, de bekendste hiervan zijn de geisers en warmwaterbronnen (aquifers) die we jammerlijk genoeg niet bezitten in Nederland. Echter is aardwarmte niet alleen te vinden in deze bronnen maar onder het hele oppervlak van de aarde, als men maar diep genoeg zoekt. Nederland is in vergelijking tot de rest van Europa een gunstig land voor geothermie door de verschillende doorlatende bodemlagen. Om deze potentie in beeld te brengen is in 2009 in het kader van de garantieregeling aardwarmte een grootschalig onderzoek uitgevoerd. Figuur 8 geeft de resulterende temperatuur scenario's van de bodem weer op 2 en 5 kilometer diepte. Borger ligt voor 2 kilometer diepte in het 70 graden gebied en voor 5 kilometer diepte in het 160-170 graden gebied. Beide dieptes vallen in het lagere deel van de middenmoot in vergelijking tot de rest van Nederland (Kramers, Vis, Pluymaekers, van Wees, & Mijnlief, 2010) (Kennislink, 2011).



Figuur 8 Temperatuurscenario in graden Celsius op een diepte van 2 km (links) en 5 km (rechts) (Kramers, Vis, Pluymaekers, van Wees, & Mijnlief, 2010) (Kennislink, 2011).

Gezien dat grootschalig onderzoek afhankelijk was van de interpolatie van verschillende boorpunten is de kans op het vinden van geschikte situaties onzeker. Voor de toepassing in verwarming van huizen en kassen zijn potentiekaarten gemaakt voor de waarschijnlijkheid van het aantreffen van de bovengenoemde situaties. Figuur 9 geeft weer dat Borger gelegen is in een onbekend gebied, dit houdt in dat de kans dat een bruikbare situatie wordt aangetroffen erg onzeker is (TNO) (TNO, DINOluket, Ministerie van Economische Zaken, NL Olie- en gasportaal, 2013) (Kramers, Vis, Pluymaekers, van Wees, & Mijnlief, 2010).



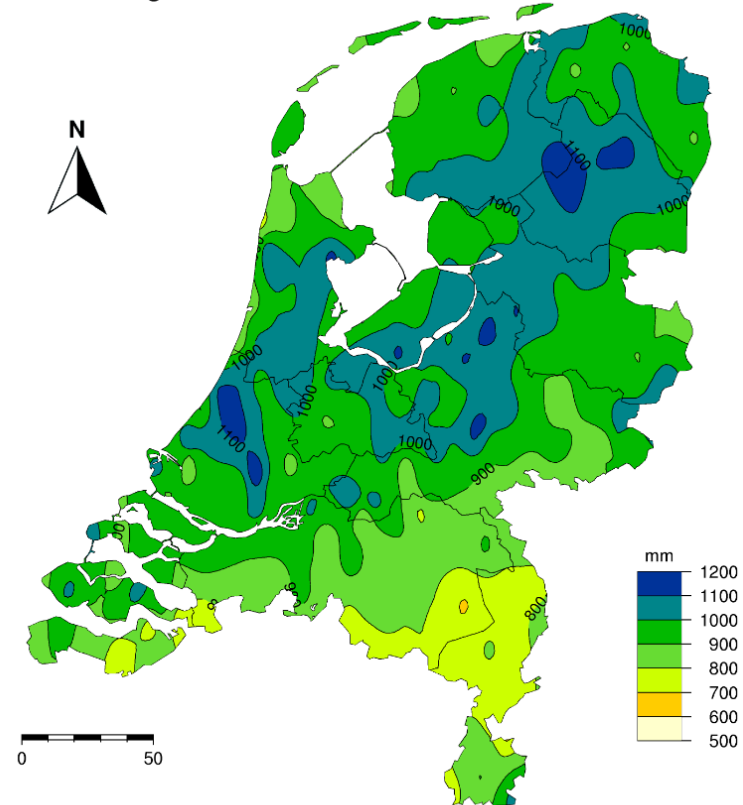
Figuur 9 Geothermische potentie in en rondom Borger (TNO) (TNO, DINOluket, Ministerie van Economische Zaken, NL Olie- en gasportaal, 2013)

5.4 Neerslag

Er is in het gebied ook een natuurlijk aanbod van water, dit is regenwater. Dit is niet perse water met de kwaliteit van drinkwater, maar dat is ook niet nodig voor de meest water behoevende toepassingen in het gebied. Met een filter is het zelfs volkomen mogelijk om met afgevangen regenwater de was te doen, de afwas en te douchen (Regenwateropvangsystemen.nl).

Figuur 10 laat zien dat Borger in het noordoosten van Drenthe erg gunstig licht met betrekking tot mm neerslag per jaar. Hier viel in 2015 rond de 1100 mm. Als we vervolgens naar de landelijk gemiddelde verdamping kijken, zien we dat dit rond de 600 mm ligt. Dit houdt in dat er 500 mm beschikbaar is, dat is omgerekend 500 liter per m², bij benadering 40 miljoen liter water dat jaarlijks in het centrumlandschap valt. Een deel hiervan zal moeten infiltreren in de bodem om deze en omliggend Geopark gezond te houden. Hierbij moet gedacht worden aan mogelijke effecten op Geopark de Hondsrug of omliggende landbouw. Het huishoudelijk gebruik van water in het centrumlandschap kwam bij benadering neer op 15 miljoen. Huishoudens zijn daarbij de grootste gebruikers van water gezien geen industrie aanwezig is. Dit houdt in dat dit makkelijk uit de 40 miljoen liter zou kunnen en dat er genoeg over blijft voor infiltratie. Zoals eerder gesteld wordt voor de volledigheid uitgegaan van twee situaties; wel of niet voldoende neerslag om af te vangen. Dit is vanwege complexiteit van het hydrologisch systeem in Borger dat buiten de kaders van dit specifieke onderzoek valt (Regenwateropvangsystemen.nl) (Wageningen UR, 2016) (KNMI, 2016) (Wageningen UR, 2016).

Jaarneerslag 2015



(c) 2016 KNMI

Figuur 10 Jaarneerslag Nederland 2015, (KNMI, 2016)

5.5 Samenvattend

Tabel 8 geeft een samengevat beeld van de gebruikte en beschikbare stromen in het centrumlandschap. Uit de energievragen blijkt dat bewoners verantwoordelijk zijn voor het watergebruik terwijl de vraag naar elektriciteit vooral bij winkels & dienstverlening ligt. Warmteverlies is hierbij meegerekend in de totale gasvraag, waarin bewoners en winkels & dienstverlening in gelijke mate gebruiken. Ook is te zien dat de vraag van water ruim gedekt kan worden door de hoeveelheid neerslag. Tot slot blijkt dat diepe geothermie gepaard gaat met een hoge onzekerheid. Tot een mate dat het adviseren van een innovatie op dit gebied in het kader van dit onderzoek buiten het ethisch verantwoorde valt.

Aspect	Gemiddelde
Bebouwd oppervlak (m ²)	21.200
Openbaar groen (m ²)	12.300
Verhard oppervlak (m ²)	46.500
Elektriciteit Vraag (kWh/j)	2.722.000
Gas vraag (m ³ /j)	414.000
Water vraag (L/j)	11.000.000
Afvalstoffen(ton/j)	106
Warmteverlies water (m ³ gas/j)	15.000
Warmteverlies Bebouwing	15% extra gas
Aanbod zon (kWh/m ² /j)	1000
Aanbod wind (m/s/j)	7,5
Aanbod aardwarmte 2 km (°C)	70
Aanbod aardwarmte 5 km (°C)	165
Aardwarmte zekerheid	onzeker, <30%
Aanbod neerslag (L/m ² /j)	500

Tabel 8 Gebruiks- en bruikbare stromen in het centrumlandschap

6. Innovatie inventaris

De gebruikte en beschikbare stromen in het centrumlandschap bieden de kaders waarbinnen de innovaties dienen te functioneren. Binnen het RVO, milieu centraal en EnTrance zijn daarbij verschillende innovaties bekend die hier zouden kunnen functioneren. Het RVO en milieu centraal onderscheiden daarbij in type innovaties, bijvoorbeeld zon wind en biomassa. Vanuit deze typen zijn meerdere innovaties toepasbaar, hiervan worden die gene geselecteerd die of sterke successen boeken of sterk innoverend zijn. Als voorbeeld van dit tweede de Ridgeblade, een windmolen die de vorm van het dak gebruikt om extra energie te generen. In principe zou deze innovatie onder horizontale turbine windmolens moeten vallen, echter is het gebruik van de dakhelling voor extra windkracht iets wat deze turbines doorgaans niet doen. Dit maakt het een uitspringer van de standaard typering. Zoals vermeld gaat het bij de selectie van deze innovaties niet om absolute productiewaarde maar of deze effectief toegepast kunnen worden in het centrumlandschap, gezien voor alle innovaties geldt dat ze later op maat voor locatie en situatie gedimensioneerd kunnen worden (RVO 1, 2016) (Milieucentraal, 2015) (Ridgeblade, 2014) (ECN, 2016).

Tabel 9 geeft de innovatie(typen) weer die mogelijk toepasbaar zijn. Hierbij wordt weergegeven welke gebruiksstroom van het centrumlandschap wordt aangesproken, en wat de innovatie oplevert. De specificaties per innovatie typen zijn te vinden in *Bijlage 2: Beschrijving toepasbare innovaties*, voor dit moment kan volstaan worden met de het analyseren van de toepasbaarheid. De specificaties en productiewaarden zijn van belang tijdens toekomstige uitvoeringsstappen en wegen hierom mee in de haalbaarheid. Hoewel isolatie en DSM (19 en 20) geen gebruiksstroom benutten hebben deze wel geassocieerde kosten, echter zijn deze niet in energie of waterstroom. Met origine wordt een kort stukje methode aangehaald, dit is waar dit innovatietype gevonden is of aangeraden door experts vanuit EnTrance.

nr.	Innovatie	Gebruiksstroom	Baten	Origine
1	Monokristallijn	zon	elektriciteit	RVO, Milieucentraal, ECN
2	Polykristallijn	zon	elektriciteit	RVO, Milieucentraal, ECN
3	Dunne film	zon	elektriciteit	RVO, Milieucentraal, ECN
4	CIGS	zon	elektriciteit en warmte	Milieucentraal
5	PVT	zon	elektriciteit	RVO, Milieucentraal, ECN
6	Zonnebuis	zon	elektriciteit	Milieucentraal, EnTrance
7	PV glas	zon	elektriciteit	Milieucentraal, EnTrance
8	Zonneboiler	zon	Warmte	RVO, Milieucentraal
9	Liam F1	wind	elektriciteit	EnTrance
10	Ridgeblade	wind	elektriciteit	EnTrance
11	Verticale turbine	wind	elektriciteit	RVO, Milieucentraal, ECN
12	Horizontale turbine	wind	elektriciteit	RVO, Milieucentraal, ECN
13	Biomass-CHP	Biomassa	elektriciteit en warmte	Milieucentraal, ECN
14	AHPD	Biomassa	Gas	EnTrance
15	power to gas	elektriciteit	Gas	EnTrance, RVO
16	RWOS	Neerslag	Water (niet drinkbaar)	RVO, Milieucentraal
17	Warmtepomp	Omgevingswarmte	Warmte	RVO, Milieucentraal
18	Micro-WKK	Gas	Warmte en elektriciteit	Milieucentraal
19	Isolatie	-	Reduceert warmtevraag	RVO, Milieucentraal
20	DSM	-	Reduceert elektriciteitsvraag	Milieucentraal, EnTrance
21	WKO	(rest) Warmte	Opslag warmte	RVO, Milieucentraal
22	Ecovat	(rest) Warmte en elektriciteit	Opslag warmte	EnTrance
23	hydrogen storage	elektriciteit	Opslag elektriciteit	EnTrance, ECN

Tabel 9 Overzicht aan toepasbare innovaties binnen het centrumlandschap
(zie Bijlage 2: Beschrijving toepasbare innovaties voor omschrijving van de innovaties en referenties)

6.1 Haalbaarheid

Haalbaarheid wordt tijdens de multi criteria analyse getoetst op basis van onderbouwing en bronmateriaal. Haalbaarheid is hierbij verdeeld in vier aspecten, sociaal, wetgevend, technisch en financieel. Even als bij het innovatie overzicht is de haalbaarheid in volledigheid per gebruiksstroom onderbouwd in *Bijlage 3: Haalbaarheidsbeschrijving van de innovaties* en worden hier de bevindingen kort samengevat.

6.1.1 Sociaal

Tijdens veldwerk is gesproken met de bewoners van Borger. Uit deze informele gesprekken is gebleken dat de inzet op duurzaamheid vooral gesteund zal worden vanuit een perspectief met maatschappelijke baten. Zo worden de zichtbare innovaties of innovaties die ingrijpend zijn in het dagelijks leven minder snel gesteund. Hiervoor zal draagvlak gecreëerd moeten worden willen innovaties haalbaar zijn. Dit houdt in dat de sociale haalbaarheid afhangt van het dialoog met de occupatielaag en hoe deze duurzaamheid wil implementeren. Hierbij kan ingeschat worden wat wel en niet gesteund wordt op basis van de invloed op het dagelijks leven van de occupatielaag, hoe lager de invloed, hoe makkelijker draagvlak gecreëerd kan worden. Daarbij heeft duurzaamheid een bepaalde uitstraling, zonnepanelen en windmolens zijn hier bekende beelden van. Ook is bekend dat deze beelden niet altijd gewenst zijn op sociaal vlak als het aankomt op mogelijke hinder, ook binnen wettelijke normen. Hierdoor is het creëren van draagvlak voor zichtbare innovaties of innovaties met een reputatie lastiger. Hier tegenover staat dat ondernemers hebben aangegeven dat de uitstraling van het centrum, hoewel rustiek, niet langer van deze tijd is. Hierom zouden volgens de ondernemers klanten en toerisme misgelopen worden. Echter hebben andere innovaties ook effect, zo kan de toevoer van biomassa voor mogelijke centrale-verwarming innovaties of biomassa elektriciteit zorgen voor geur en verkeersoverlast binnen het centrum (Gemeente borger-odoorn, 2014) (Borger-Odoorn, 2014).

6.1.2 Wetgevend

Voor bewezen innovaties als zon, wind en biomassa is aardig helder wat wel en niet kan binnen het centrumlandschap. Zo worden zon en biomassa sterk gesteund door vergunningen en dergelijke. Grootschalige wind is ook goed ingedekt, echter op de manier dat dit niet binnen bepaalde afstand van bewoning gerealiseerd mag worden. Voor kleinschalige windenergie geldt daarbij een hoogtelimiet dat niet overschreden mag worden. Hiermee worden grootschalige turbines direct buiten spel gezet en de efficiëntie van kleinschalige verder ondermijnd gezien deze geen toegang hebben tot de hogere en sterkere windstromen. Terugkomend op biomassa en gas productie, deze zijn beide onderhevig aan vergunningen, dit geldt ook voor power to gas en fuelcells. Regenwater opvangsystemen zijn daarbij toegestaan mits bewezen kan worden dat dit de omliggende bodem niet van water onthoudt gezien Borger licht in een grondwaterbeschermingsgebied. Dit zelfde gebied maakt de toepassing van open grondwater systemen in het noorden van het centrumlandschap lastig voor ondiepe en onmogelijk voor diepe systemen. Isolatie is recentelijk bijgewerkt in het bouwbesluit, waarbij de normen opnieuw zijn opgeschroefd voor nieuwbouw. Dit laat een aantal innovaties over die geen enkele wettelijke horde hoeven te nemen, namelijk zonne-energie en demand side management. Waarbij de demand side management een stimuleringsinstrument is voor de omgang met energie (Provincie Drenthe, 2016) (Mohsenian-Rad, Wong, Jatskevich, Schober, & Leon-Garcia, 2010) (Ministerie binnenlandse zaken, 2016) (Agentschap NL, 2012) (Gemeente borger-odoorn, 2014) (Biomass Power) (Milieucentraal) (Ministerie van infrastructuur en Milieu, 2013) (Duurzaam bouwloket, 2016) (Gemeente Borger-Odoorn, 2009) (Jensen, 2015) (Milieucentraal).

6.1.3 Technisch

Op technisch vlak moet vooral rekening gehouden worden met het koppelen van de infrastructuur van de verschillende innovaties met elkaar en de bestaande infrastructuur. Hier komt bij kijken dat er maar een bepaalde hoeveelheid ruimte beschikbaar is, waarbij sommige innovaties graag op dezelfde plek zouden zitten. Gezien gewerkt wordt met duurzame energie moet ook uitgegaan worden van productie in pieken en dalen. In het geval van zon is dit tijd, weer en seizoensgebonden. Maar ook biomassa kan door schaal en beschikbaarheid van substraat seizoensgebonden zijn. Voor zon en wind moet daarbij rekening gehouden worden met de schaduwval en wind effecten van de bomen ten zuiden van het gebied en de hoger reikende gebouwen. Dit reduceert het totaal geschikt oppervlak in het centrumlandschap voor deze innovaties. Een meevaller is wel dat met de vernieuwing van het gebied en het Borgerhof de ideale situatie zich aandient voor het direct integreren van alle technische innovaties. Voor biomassa toepassingen komt daar nog een vraag bij kijken, de stroming van biomassa zal onder de loep genomen moeten worden en mogelijk geïmporteerd uit het omliggend gebied. Gezien de productie van groen afval in het centrumlandschap niet hoog genoeg is om het centrumlandschap van energie te voorzien. Echter wordt dit gecompenseerd voor kleinschalige installaties die met afvalwater kunnen werken gezien dit redelijk geconcentreerd voorkomt in het gebied door de concentratie van bewoners uitsluitend in het zuidwesten van het gebied. Warmte ondervindt van alle toepassingen nog de meeste technische belemmeringen, de zandbodem is niet het meest geschikt voor warmte opslag door de lage stijghoogte van het freatisch pakket. Hierdoor treedt diffusie op waardoor de warmte en ook kou snel het omliggende gebied in trekken. Daarbij komt dat warmtepompen die niet aangesloten zijn op een bodemsysteem concurreren met zonne-energie als het gaat om de standplaats op het dak, en ook hierbij komen seizoenspieken kijken die afgevangen of opgeslagen moeten worden wil er effectief gebruikgemaakt worden van deze seizoensgebonden innovaties (Beeren, 2015) (van den Bosch, 2015) (Drijver, 2012) (Davito, Tai, & Uhlaner, 2010) (Mohsenian-Rad, Wong, Jatskevich, Schober, & Leon-Garcia, 2010) (Borger-Odoorn, 2014) (Stimular) (Milieu centraal, 2016) (Vlaams Elektro Innovatiecentrum, 2007) (Groenpand, 2015) (Lowe, 2011) (Biomass Power) (Leilei Dong, 2009) (Energy informative) (Milieucentraal) (Duurzaam bouwloket, 2016) (Regenwateropvangsystemen.nl) (Jensen, 2015) (Agentschap NL) (Stimular).

6.1.4 Financieel

Financieel zijn er veel mogelijkheden die per innovatie sterk verschillen. In de meeste gevallen is te zien dat de SDE+ en EIA de terugkerende mogelijkheden zijn. Voor de EIA, of energie investeringsaftrek komt dit neer op het feit dat 58% (2016) van het te investeren bedrag ten laste gelegd mag worden aan de winst. Dit geldt voor het merendeel van de energie investeringen. Voor kleinschalige wind zijn er een aantal belemmeringen omdat dit nog steeds gezien wordt als een financieel onbewezen techniek (25 cent per geproduceerde kWh om rendabel te zijn). De SDE+ vergoedt het verschil tussen kostprijs van de duurzame energie ten opzichte van grijze energie, bij een lage winstmarge kan dit de mogelijke uitkomst bieden. Een ander wel overwogen en gebruikt optie is crowd-funding, waarbij de grote groep betaalt voor een gezamenlijk goed. Een klassiek voorbeeld hiervan in de duurzaamheid is een lokale energie coöperatie die dit namens de leden uitbested. Hiervoor is voldoende sociaal draagvlak vereist. Betreffende subsidiëring zit zonne-energie er goed bij, het komt in aanmerking voor verscheidene Europese en nationale subsidies. Wind heeft het zoals gezegd veel minder makkelijk en voor biomassa loopt men net de boot mis, de subsidieprogramma's zijn sinds 2012 gestopt. Power to gas en de micro-wkk hebben daarbij een andere factor, de relatieve prijs van gas in vergelijking tot elektriciteit. Dit maakt het verhaal lastig in termen van energieproductie voor power to gas. Terwijl de micro-wkk pas rendabel wordt met grote hoeveelheden gasgebruik per gebouw, en is dus daarom niet overal inzetbaar. RWOS hebben het ook lastig, er zijn geen subsidies op water besparing, wel kan gebruik worden gemaakt van een FEH maatregel tot een maximum van 15.000 euro per woning, dit is echter wel een lening. Voor demand side management en isolatie zal het financieel aantrekkelijk worden als zowel huurder als verhuurder er baat bij heeft (RVO 4, 2016) (RVO 6, 2016) (RVO 1, 2016) (RVO 5, 2016) (Milieucentraal, 2015) (Stimular) (Groenpand, 2015) (Milieu centraal) (M. Narayanaa, 2012) (Mertens, Resultaten testveld kleine windutrbines Schoondijke, 2012) (Agentschap NL) (Bakema, 2016).

7. Multicriteria analyse

Op basis van de bekende gegevens van het centrumlandschap uit de tussenconclusie en de innovatie specificaties en hun haalbaarheid kan vervolgens geanalyseerd worden hoe effectief de innovaties zijn binnen het centrumlandschap. Tabel 10 op de volgende pagina geeft deze multicriteria analyse weer. Zoals eerder gesteld kon deze methodiek pas gespecificeerd worden wanneer bekend was waarmee gewerkt werd. Deze methodiek achter de multicriteria analyse wordt daarom hier toegelicht waarna de resultaten in het volgend hoofdstuk aan bod komen.

Als eerste moeten de kaders van de multicriteria analyse gedefinieerd worden, als uitgangspunt geldt de tussenconclusie. Hieruit blijkt dat ongeveer 21.200 m² bebouwd oppervlak is binnen het centrumlandschap, dus ongeveer een vergelijkbare hoeveelheid dakoppervlak. Dit is van belang gezien innovaties vanuit een wetgevend kader binnen het centrumlandschap bovengronds niet realiseerbaar zijn als het een individuele inrichting betreft. Echter zal niet al het dakoppervlak geschikt zijn voor het huisvesten van een innovatie, daarom is uitgegaan van 15.000 m² aan oppervlak waar duurzame innovaties gerealiseerd kunnen worden. Voor windenergie is een verdere aanname noodzakelijk, gezien windturbines minder efficiënt werken als ze elkaars wind vangen, hierom is uitgegaan van de dimensionering van de verschillende wind innovaties. Hierbij wordt aangenomen dat een turbine tien keer meer ruimte voor vrije wind nodig heeft als zijn eigen omvang. (Gemeente borger-odoorn, 2014) (Stimular) (Hermes, 2016).

De multicriteria analyse toetst de drieëntwintig innovaties op drie onderdelen: Vraag reductie, haalbaarheid en synergie. Daarbij zijn de innovaties gesplitst in Productie en opslag, gezien opslag innovatie de vraag niet reduceren maar de productie innovaties mogelijk en werkbaar maken. Deze onderdelen worden toegelicht aan de hand van voorbeelden uit Tabel 10. Met vraag reductie wordt gekeken hoeveel van de vraag de innovatie kan voorzien, uitgaande van de tussenconclusie en bovengenoemde kaders. Dit wordt uitgezet in de percentage van de huidige vraag die duurzaam voorzien kan worden, hierin wordt onderscheid gemaakt tussen elektrisch (E), gas (G) en water (W). Warmte is hierbij omgerekend naar gas equivalent met een bovenwaarde van 9,7 kWh per m³. Deze besparing kan ook negatief zijn, zoals bij power to gas. Hier valt te zien dat de grijze gasvraag daalt met 100%, maar de elektriciteitsvraag stijgt met 213% voor deze omzetting. De score die hieruit voorkomt is het percentage aan vraagreductie. Waarbij alles boven +100% van een aspect telt voor de helft gezien dit niet noodzakelijk is, maar wel kan bijdragen aan de financiële of technische haalbaarheid. als voorbeeld PVT panelen, deze hebben een besparing van 55% elektrisch en 145% gas ten opzichte van de huidige vraag. Dit houdt in dat de score afgerond 177 zal zijn, namelijk $55 + 100 + (45/2)$. Voor de opslag innovaties wordt aangegeven of de besparing positief of negatief is, maar hier worden geen percentages aan gebonden gezien ze niet produceren maar het middelen over het jaar mogelijk maken. Echter hebben deze innovaties ook verliezen en een energie onderhoudsvraag in het geval van warmte. Dit wordt uitgebeeld met de positieve of negatieve aanduiding. Dit houdt ook in dat de score op vraag reductie voor opslag innovaties niet mee telt (Jensen, 2015) (Jansen & van Leeuwen, 2015) (Gemeente borger-odoorn, 2014).

Haalbaarheid wordt gekwantificeerd aan de hand van de tekstuele onderbouwing weergegeven in hoofdstuk 6.1 en *Bijlage 3: Haalbaarheidsbeschrijving van de innovaties*. Hierbij wordt aangegeven of de innovatie hinder ondervind (-) of gesteund wordt in deze haalbaarheid (+). Met gesteund kan gedacht worden aan de aanwezige infrastructuur en de financiële middelen die beschikbaar zijn. Met gehinderd kan gedacht worden aan bijvoorbeeld de geldende grondwaterbeschermingswet die toepassingen in de bodem bemoeilijkt. Uiteindelijk wordt hier een score aangehangen op basis van de totale hinder en steun. Als voorbeeld horizontale turbines met -5: de haalbaarheid van deze innovatie wordt sterk gehinderd in het centrumlandschap, vooral op financieel en sociaal gebied. Dit blijkt ook uit het feit dat innovaties met een overlast reputatie minder gesteund worden door de occupatielaag en dat windenergie pas rendabel wordt vanaf 25 cent per kWh en niet gesteund wordt door de overheden.

Tot slot wordt gekeken naar de synergie van de innovaties. Hiermee wordt aangegeven welke innovaties goed samenwerken met de aangegeven innovaties. Maar ook welke innovaties negatief invloed op elkaar uit oefenen. Zo zorgen power to gas en een micro-wkk samen voor een negatieve feedback-loop waarbij steeds meer energie gebruikt wordt. Als voorbeeld van positieve synergie nemen we de warmtepomp, deze heeft positieve synergie met alle innovaties die een overproductie hebben aan elektriciteit gezien de warmtepomp dit kan gebruiken om de bebouwing te verwarmen. De score die hieraan wordt gehangen is direct de hoeveelheid innovatie met waarmee positieve synergie is. Hoe meer synergie hoe flexibeler de innovatie in samenwerking binnen het centrumlandschap.

De totale score is opgebouwd uit de drie andere scores met een weeg factor. Deze weegfactor verschilt voor productie en opslag innovaties. De opslag innovaties zijn namelijk afhankelijker van hun synergie en hebben geen productie voor vraagreductie. Voor opslag is de weegfactor als volgt totaal = (Haalbaarheid*2)+(synergie*3). Voor productie innovaties wordt de score op vraag reductie door tien gedeeld gezien deze anders allesbepalend is. Vervolgens telt vraag reductie en de daarmee gepaard gaande duurzaamheid even zwaar als de haalbaarheid, waarbij synergie minder belangrijk is, gezien synergie ook helpt bij het adviseren van innovatiepakketten. Dit brengt de berekening voor het totaal op: totaal = ((vraagreductie/10)*2)+(haalbaarheid*2)+ synergie. Als voorbeeld PVT (nr. 5): ((177/10)*2)+(5*2)+ 3 = 35,4 + 10 + 3 = 48,3

nr.	Innovatie	Vraag reductie		Haalbaarheid					Synergie			Totaal
	Productie	% van huidig gemiddelde	Score	Soc.	Wet.	Tech.	Fin.	Score	Positief	Negatief	Score	
1	Monokristallijn	93 (E)	93	+	++	+	+	5	22,23	2,3,4,5,6,8	2	30,6
2	Polykristallijn	77 (E)	77	+	++	+	+	5	22,23	1,3,4,5,6,8	2	27,4
3	Dunne film	44 (E)	44	+	+	+/-	+/-	2	22,23	1,2,4,5,6,8	2	14,8
4	CIGS	77 (E)	77	+	+	+/-	-	1	22,23	1,2,3,5,6,8	2	19,4
5	PVT	55 (E) 145 (G)	177	+	++	+	+	5	21,22,23	1,2,3,4,6,8	3	48,4
6	Zonnebuis	110 (E)	105	+	+	+/-	+/-	2	22,23	1,2,3,4,5,8	2	27
7	PV glas	22 (E)	22	+/-	+	+/-	-	0	22,23		2	6,4
8	Zonneboiler	217 (G)	158	+	++	+	+	5	21,22	1,2,3,4,5,6	2	43,6
9	Liam F1	145 (E)	122	-	-	++	-	-1	22,23	10,11,12	2	24,4
10	Ridgeblade	120 (E)	110	+/-	-	++	-	0	22,23	9,11,12	2	24
11	Verticale turbine	66 (E)	66	-	-	+	--	-3	22,23	9,10,12	2	9,2
12	Horizontale turbine	88 (E)	88	--	-	+/-	--	-5	22,23	9,10,11	2	9,6
13	Biomass-CHP	0,5 (E) 2 (G)	2,5	-	-	--	+/-	-4	16,21,22,23	14	4	-3,5
14	AHPD	2 (G)	2	-	-	--	+/-	-4	16,21,22	13	3	-4,6
15	power to gas	-213 (E) 100 (G)	-113	+/-	-	+/-	+/-	-1	6,9,10	17,18	3	-21,6
16	RWOS	68 (W)	68	+/-	++	++	+/-	4			0	21,6
17	Warmtepomp	-38 (E) 100 (G)	62	+	+	++	+	5	1,2,3,4,6,9,10,11,12	5,8,15,18	9	31,4
18	Micro-WKK	24 (E) -15 (G)	9	-	+	-	+/-	-1	14	5,8,13,15,17,19	1	0,8
19	Isolatie	15 (G)	15	+	++	++	+	6	alles		23	38
20	DSM	10 (E)	10	--	+/-	+/-	+/-	-2	alles	21,22,23	23	21
Opslag												
21	WKO	-(E) + (G)	nvt	+/-	-	+	+/-	0	5,8	20,22	2	6
22	Ecovat	-(E) + (G)	nvt	+/-	-	++	+/-	1	1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,17	20,21	12	38
23	Hydrogen Storage	-(E)	nvt	--	+/-	+/-	-	-3	1,2,3,4,5,6,9,10,11,12	20	10	24

Tabel 10 Innovatie multicriteria analyse

8. Resultaten

Tabel 10 geeft weer hoe goed individuele innovaties scoren en dus hoe sterk ze aan te raden zijn in het centrumlandschap. Op basis van deze scores kan een verdeling gemaakt worden in de innovaties op mate van aanraadbaarheid. Tabel 11 toont deze ranglijst in de zo genoemde innovatie barometer. Het blauwe gedeelte bevat de innovaties die excellent bevonden zijn, met scores boven de 40. Het groene gedeelte bevat innovaties die goed toepasbaar zijn, met scores boven de 25. Het gele gedeelte bevat de matig toepasbare innovaties, met scores boven de 10. Het rode gedeelte bevat alle innovatie die af te raden zijn, met een score onder de 10. De kosten van deze innovaties wegen niet op tegen de baten voor het centrumlandschap ten opzichte van de andere innovaties.

Een van de eerste dingen die opvalt is dat het blauwe en groene gedeelte bijna volledig gedomineerd wordt door innovaties op zon. Dit is te verklaren aan de hoge haalbaarheid en productie van deze innovaties. Zon is goed ingedekt in de wetgeving en subsidies. Wat ook opvalt, is dat de nieuwere wind types: Liam F1 en de Ridgeblade, de horizontale en verticale turbines ver achter zich laten. Dit komt doordat de productie van deze innovaties goed is, echter de haalbaarheid en synergie nog steeds te wensen overlaat.

Het Ecovat presteert goed, hoewel een bodem toepassing wat in wetgeving minder gesteund wordt. Dit is te danken aan de hoge mate van sterk meewegende synergie. De WKO mist deze synergie en valt daarom in het af te raden gedeelte. Hier worden ook de biomassa innovaties aangetroffen, dit is simpelweg door het feit dat de productie te laag ligt. Dit ligt niet aan deze innovaties maar aan de hoeveelheid biomassa beschikbaar in het centrumlandschap, er is simpelweg te weinig substraat om biomassa effectief te implementeren. De nieuwere zon innovaties doen het daarbij ook niet erg sterk, zowel dunne film, CIGS als het PV glas zijn ondermaats, zeker in vergelijking met het PVT paneel en de zonneboiler. Hoewel het afvangen van regenwater niet sterk produceert ten opzichte van andere innovaties is het nog steeds de enige mogelijkheid om de waterstroom duurzaam te voorzien, en daarbij blijkt het functioneel als het aan komt op koste en baten. De twee besparingsopties, isolatie en DSM presteren erg verschillend, isolatie en DSM hebben beide extreem hoge mate van synergie, maar isolatie heeft de hoogste haalbaarheid met 6 punten. Hoewel de besparing niet extreem hoog ligt. Tot slot is er de micro-wkk. Hoewel dit een schot voor open doel lijkt presteert deze innovatie niet optimaal. Dit is te danken aan de verhoogde gasvraag voor de gering verlaagde elektriciteitsvraag. Daarbij laat de technische haalbaarheid ook te wensen over.

Rang	Innovatie	type	score
1	PVT	Zon, productie	48,4
2	Zonneboiler	Zon, productie	43,6
3	Isolatie	Besparing	38
3	Ecovat	Bodem, Opslag	38
5	Warmtepomp	omgevingswarmte, Productie	31,4
6	monokristallijn	Zon, productie	30,6
7	polykristallijn	Zon, productie	27,4
8	zonnepaneel	Zon, productie	27
9	Liam F1	Wind, productie	24,4
10	Ridgeblade	Wind, productie	24
10	Hydrogen storage	Opslag	24
12	RWOS	Water, productie	21,6
13	DSM	Besparing, Beleid	21
14	CIGS	Zon, productie	19,4
15	Dunne film	Zon, productie	14,8
16	Horizontale turbine	Wind, productie	9,6
17	Verticale turbine	Wind, productie	9,2
18	PV glas	Zon, productie	6,4
19	WKO	Bodem, Opslag	6
20	Micro-WKK	Gas, Productie	0,8
21	Biomass-CHP	Biomassa, Productie	-3,5
22	AHPD	Biomassa, Productie	-4,6
23	Power to gas	Elektriciteit, Productie	-21,6

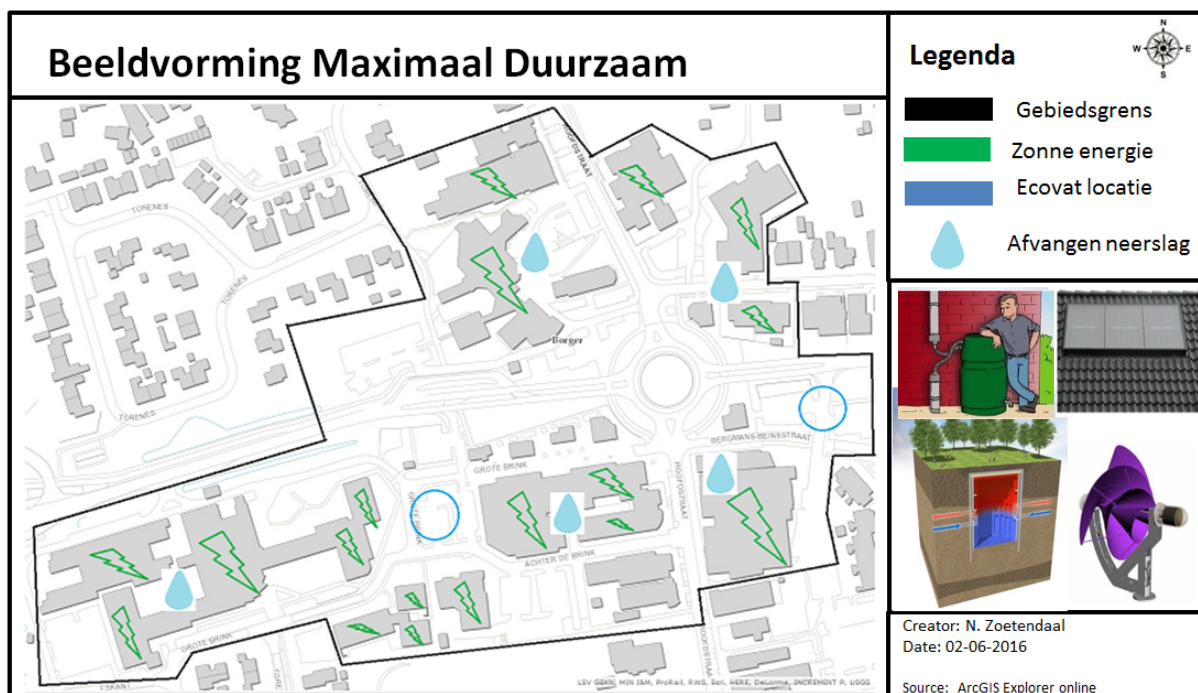
Tabel 11 innovatie barometer op aanraadbaarheid

8.1 Innovatie pakketten

Uit de resultaten vallen verschillende combinatie van innovaties aan te raden. Er worden vier pakketten uitgelicht met ieder hun eigen focus. Dit zijn het pakket op maximale duurzaamheid, hier wordt gekeken hoe duurzaam het centrumlandschap te maken is binnen reële grenzen. Minimale koste benadert het vanuit de financiële richting, hoe kan zo min mogelijk gespendeerd worden terwijl toch significante resultaten behaald worden. De derde toepassing gaat op implementatie snelheid, hoe duurzaamheid zo snel mogelijk vorm gegeven kan worden binnen het centrumlandschap. Tot slot is er de mediaan, een pakket die precies op de kruising van deze drie zit om te zien wat de combinatie van deze drie te bieden heeft.

8.1.1 Maximale duurzaamheid

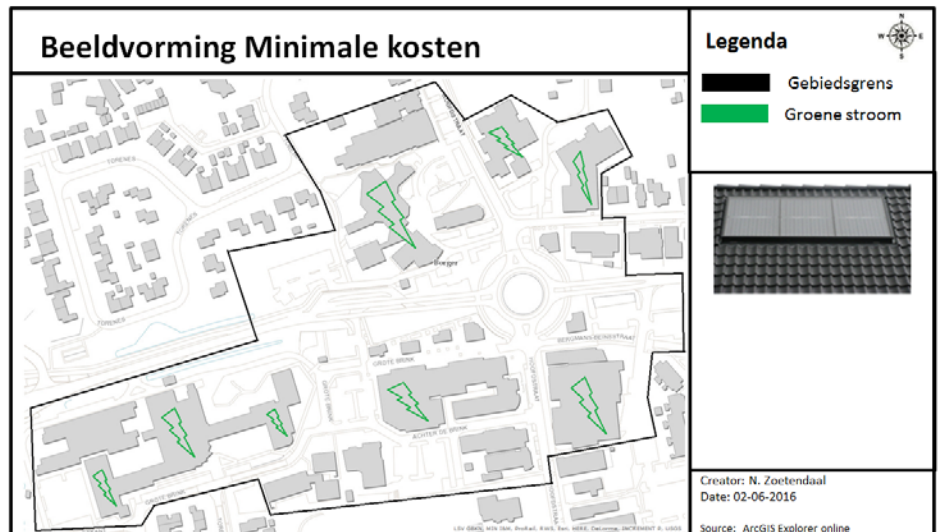
Voor maximale duurzaamheid is het van belang niet alleen duurzame productie te hebben maar ook de capaciteit om deze lokaal te verwezenlijken. Hierbij wordt gedacht aan de combinatie van PVT panelen en een Ecovat om de warmtevraag van het centrumlandschap in te dekken. Dit houdt in dat er een wijkverwarming systeem geïmplementeerd dient te worden, ook voor de bestaande bebouwing. De overige elektriciteitsvraag van 45% kan vervolgens gedacht worden door de Ridgeblade of Archimedes, gezien deze de productie van zonne-energie niet uitsluiten. Het overschot wat hier mogelijk mee geproduceerd wordt is vervolgens te verkopen aan het net. De kers op de taart is in dit geval de toevoeging van regenwater opvang systemen ook kan samen werken met zowel, wind en zon om zo alleen een watervraag van 32% van het huidige over te laten in het centrumlandschap. De ligging van deze innovaties zal verschillen. De implementatie van een enkel of meerdere ecovaten kan plaatsvinden op de parkeerterreinen. Hierbij wordt gedacht aan het parkeerterrein ten westen van de Grote brink en ten oosten van de Albert Hein. Als deze groot genoeg gedimensioneerd worden laat dit ook ruimte vrij tot uitbreiding van het systeem voor omliggende bewoners. De PVT panelen moeten daarbij grootschalig in het centrumlandschap worden toegepast. Dit houdt in dat de eigenaren van de gebouwen ook gestimuleerd moeten worden te participeren. Waar de daken ongeschikt zijn voor zon, bijvoorbeeld op het noorden gericht, kunnen de Ridgeblade en Archimedes hun plek vinden. Figuur 11 geeft schematisch weer waar dit in het centrumlandschap kan zijn, even als een beeld van de toe te passen innovaties. Het wordt hieruit duidelijk dat het volledige centrumlandschap toneel zal zijn voor duurzaamheid. De reductie behaald met dit pakket zullen liggen rond de 145% gas en 100% elektriciteitsvraag reductie met 65% watervraag reductie.



Figuur 11 Locatie en beeldvorming maximaal duurzaam

8.1.2 Minimale kosten

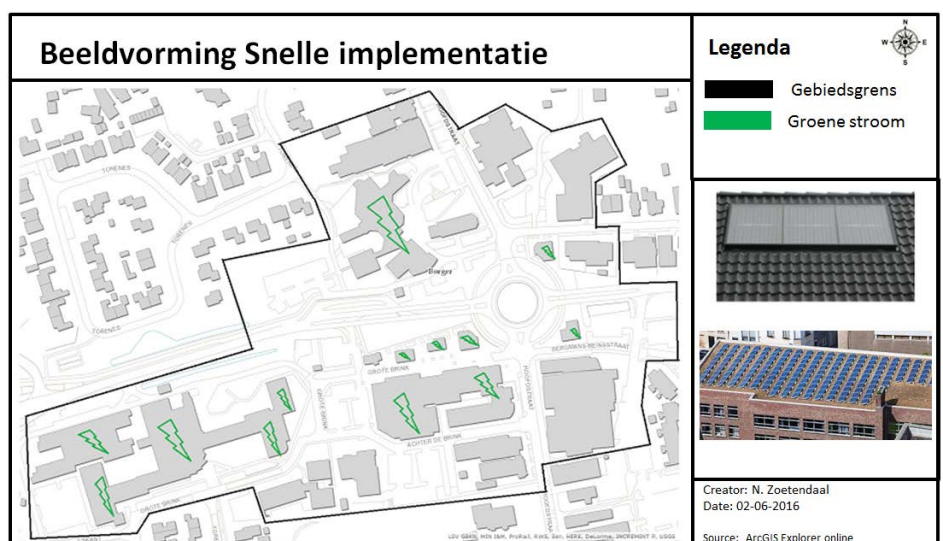
Voor minimale kosten wordt gekeken naar welke innovaties financieel het beste te verwezenlijken zijn. Het antwoord hierop is simpel, zon. Alle zon innovaties draaien mee op verscheidene subsidies op nationaal niveau. Als hierbij uitgegaan wordt van een stimulerende rol in de vorm van het opzetten van een energie coöperatie worden deze kosten nog verder terug gedrongen gezien deze gedeeld wordt onder de participanten. Isolatie valt onder dezelfde noemer, het levert op voor weinig kosten aan de kant van de gemeente en kan gerealiseerd worden vanuit een stimulerende rol. Hierbij is de inzet van zonneboilers in combinatie met isolatie het effectiefst. Dit dringt niet alleen de warmte vraag terug. Het nadeel is wel dat de warmte niet kan worden opgeslagen zonder aanvulling van een WKO of Ecovat. Hierom kunnen ook de polykristallijne panelen worden toegepast. Deze zijn minder effectief dan hun monokristallijne tegenhanger, maar doorgaans veel goedkoper per m². De keuze valt is op een combinatie van zonneboiler, polykristallijne panelen en isolatie. Betreffende beeldvorming zal dit weinig verschillen met Figuur 11 maximaal duurzaam, echter zonder wind of ecovat en met een lichtere dichtheid, Figuur 12. De vraag reductie zal hierbij liggen rond de 35% elektriciteit en 25% gas.



Figuur 12 Locatie en beeldvorming minimale kosten

8.1.3 Snelle implementatie

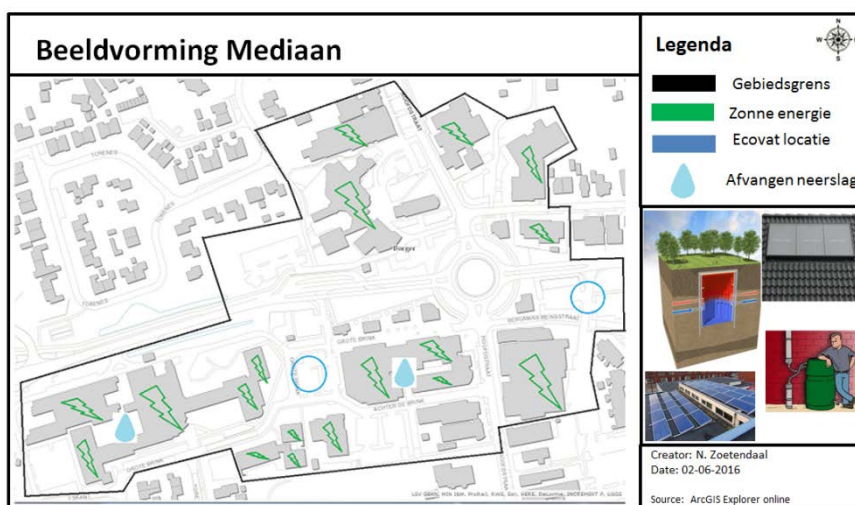
Het is duidelijk dat als het neerkomt op de snelheid van implementatie er veel overeenkomsten zijn met het minimale kosten pakket. Het verschil hierbij is echter dat de kosten geen innovaties uitsluiten. Hoewel de warmte oplossingen het kosten effectiefst zijn, zijn elektrische innovaties sneller toegepast, gezien deze geen aparte infrastructuur vereist. Isolatie is hierbij wederom een goede kandidaat, gezien dit individueel per inrichting kan plaatsvinden en direct resultaat heeft. Opslag innovaties worden hier uitgesloten gezien hun effect pas over de span van jaren sterk zichtbaar wordt. Betreffende beeldvorming is de snelle implementatie identiek aan Figuur 12. Het verschil is hier dat uitsluitend gebruik gemaakt wordt van monokristallijne panelen en isolatie in vergelijking tot de combinatie van zonneboiler en polykristallijne panelen en isolatie. Ook is de locatie anders, gezien het implementeren op gebouwen van gemeente nu eenmaal sneller zal verlopen, Figuur 13. Hierbij ligt de vraag reductie rond de 25% elektrisch en 15% gas.



Figuur 13 Locatie en beeldvorming snelle implementatie

8.1.4 De Mediaan

De mediaan combineert en middelt de afwegingen van de andere pakketten om te komen tot een meer afgewogen en gebalanceerd beeld. Als startpunt wordt maximale duurzaamheid genomen, gezien PVT en het ecovat samen een hoge synergie hebben en effectief te werk gaan. Hoewel beide niet de goedkoopste innovaties van hun vlak zijn, hebben beide wel een dergelijke meerwaarde dat de investering op duurzaamheid het waard zal blijken. Ook zal isolatie wederom een goede toevoeging blijken. Er wordt echter geen aanspraak gedaan op kleinschalige wind. Gezien de lage energiebaten niet opwegen tegen de kostprijs van 25 cent per kWh om financieel rendabel te wezen binnen het centrumlandschap. Het opvangen van regenwater, hoewel duurzaam, zal alleen daar rendabel zijn waar dit direct geïntegreerd wordt in nieuwe bebouwing, Figuur 14. Betreffende infrastructuur zal de wijkverwarming van het ecovat nog een discussiepunt blijken, waar het zeker rendabel is in het westen van het centrumlandschap door de vernieuwing van het Borgerhof, zal het nog moeten blijken voor het oosten van het gebied. Hierbij licht het aan het feit of de occupatielaag wil participeren. Deze participatie kan daarbij gestimuleerd worden door het opzetten van een energie coöperatie om zo gezamenlijk zorg te dragen voor duurzaamheid in Borger.



Figuur 14 Locatie en beeldvorming Mediaan

Snelle implementatie staat hierbij echter deels buiten beschouwing, simpelweg door het feit dat een macro project eenmaal tijd zal kosten, zeker met aanleg van een infrastructurele toepassing als het Ecovat. De duurzaamheid behaald met dit pakket zal liggen rond de 100% gas vraag reductie, 50% elektriciteitsvraag reductie en 30% watervraag reductie.

9. Conclusie

De gestelde hoofd was als volgt: **Met welke (combinaties van) innovaties is het centrumlandschap van Borger haalbaar te verduurzamen in lijn met het lopende centrumlandschap project en de beschikbare gebruiksstromen?** Hier wordt kort uitgelicht of deze vraag beantwoord is en welke meerwaarde deze methode verder te bieden heeft.

Als eerst moet gesteld worden dat niet met een bestaande methodiek gewerkt is, er is gebruikt gemaakt van een nieuwe constructie op bestaande theorie die veel zijden van duurzaamheid integreert. Het resultaat van dit onderzoek was een aantal mogelijke pakketten die allen haalbaar verduurzamen tot een bepaalde hoogte. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de gehanteerde nieuwe methodiek succesvol is toegepast.

Verder kan deze methodiek ook toegepast worden op andere situaties. Deze methode is dan wel speciaal ontwikkeld voor deze case studie en advisering maar kan gemakkelijk gezien worden als een “duurzaamheids-bril” waardoor men naar een bepaald gebied of dorp kan kijken. Hiervoor zijn namelijk alleen gegevens nodig op oppervlakte, gebruiksstromen en beschikbare stromen op lokaal gebied. Vervolgens kunnen wenselijke innovaties geanalyseerd worden op basis van deze lokale gegevens en hun synergie om zo elders ook tot bruikbaar innovatie pakketten te komen.

10. Discussie

Om het kader van dit onderzoek in perspectief te houden wordt een kritische blik gericht op het verrichte werk. Hiermee komt aan bod wat de aannames en onzekerheden zijn binnen dit onderzoek.

Als eerste punt is het feit dat de cijfers gebruikt in dit onderzoek uitgaan van jaargemiddelde. Hierbij is rekening gehouden met seizoensgewijze productie in woord maar niet in kwantificering. Daarbij zijn niet alle stromen in beeld gebracht met behulp van lokale gegevens. In bepaalde gevallen zoals het aanbod van wind en zon, of het gebruik per bewoner is uitgegaan van nationale gegevens gezien de lokale niet beschikbaar bleken voor de volledige occupatie- en netwerklraag. Voor deze benadering is uitgegaan van de standaard Nederlandse situatie, dit houdt in verwarming op gas en gas met een bovenwaarde van 9,7 kWh per m³. Ook de beschikbare oppervlaktes in het centrumlandschap zijn benaderd, op basis van kaartmateriaal beschikbaar gesteld door de gemeente Borger-Odoorn. Daarbij gaat het om de oppervlakte van het gebied en de individuele gebouwen. Echter zitten soms meerdere leden van de occupatielaag in hetzelfde gebouw, hierbij is geschat hoeveel oppervlakte bij iedere bewoner hoorde. Gezien de gas, water en elektriciteitsvraag van Borger hiernaar bepaald zijn heeft dit sterke invloed op de uiteindelijk bepaalde energie en watervraag van het centrumlandschap.

Daarbij zit het centrumlandschap in een transitieperiode, dit houdt in dat ieder huidig gebruik onderhevig is aan verandering. Als voorbeeld het energiegebruik van de straatverlichting, binnen een afzienbare tijd wordt een nieuw verlichtingsplan opgesteld die deze metingen opnieuw nodig zal maken. Het voordeel aan dit transitielandschap is daarbij wel dat dit de mogelijkheid bied om duurzaamheid direct integraal te implementeren in plaats van als toevoeging achteraf.

De exacte kosten voor innovaties variëren sterk. Waarbij het voor de nieuwere telg van innovaties, in principe alles wat niet zon of wind is, erg onzeker is wat de uiteindelijke kosten zijn. Gezien deze door de bedrijven zelf op maat voor de situatie gerealiseerd worden en hiervoor accurate data noodzakelijk is. Om deze reden is gewerkt met het benaderen van de financiële haalbaarheid op basis van de financieringsmogelijkheden en voorgaande successen waar van toepassing. Daarbij kunnen niet alle bekende innovaties meegenomen worden, het is onvermijdelijk dat ergens een is overgeslagen die wel een goede potentie heeft voor het centrumlandschap. Dit kan zijn door het stadium waarin deze innovatie zich verkeerd, gezien er gekeken is naar bewezen innovaties die ten tijde van dit onderzoek ten minste een functionerend implementatie kende.

Verder moet benoemd worden dat de gebruikte methodiek en analyse gemaakt zijn aan de hand van de te analyseren innovaties, dit houdt in dat bij ander onderzoek en verdere toevoeging van innovaties opnieuw bekeken moet worden of de methodiek toereikend is.

Tot slot zijn er zaken die extra aandacht verdienen in mogelijk vervolg onderzoek. De eerste en meest prominente is het sociale draagvlak voor duurzaamheid binnen Borger. Hoewel dit onderzoek de sociale aspecten probeert mee te nemen door middel van informeel contact, wordt niet diep genoeg gekeken naar dit aspect. Dit is deels door tijdsbestek en deels door de kader van dit onderzoek op de mogelijke toepassingen van duurzaamheid. Een tweede is de potentie van de infrastructuur in Borger. Er is kort aandacht besteed aan de straatverlichting als deel van de gebruik stromen, echter is in informeel kader genoemd dat elektrisch rijden sterk onderbouwd wordt binnen de bevolking door de gemeente. Elektrische voertuigen kunnen hierbij functioneren als opslag voor elektriciteit tijdens piek productie. De mogelijkheden hiertoe zouden in een meer technisch onderzoek tot hun recht komen als duidelijk is hoe de piek productie en sociale situatie op duurzaamheid binnen Borger duidelijker in beeld zijn. Wat dit onderzoek wel weet te bieden is de meerwaarde van de macro richting van duurzaamheid in het centrumlandschap. Dit moet dan ook als zodoende gezien worden, een onderzoek op macro schaal dat eventueel later tijdens de planning van implementatie verder op microschaal uitgewerkt kan worden.

11. Advies

Het advies voor de Gemeente Borger-Odoorn bestaat uit drie delen. Als eerste het algemene deel, hierin wordt besproken welke stappen richting duurzaamheid en in het kader van dit onderzoek in elk geval relevant zijn. Het tweede deel bestaat uit het adviseren van een van de innovatie pakketten voor Borger, er wordt hierbij beargumenteerd waarom de keuze is gevallen op dit pakket. Tot slot worden de mogelijke vervolgstappen van dit pakket behandeld.

Uit het onderzoek en de discussie is naar voren gekomen dat het sociale aspect sterk van belang is voor het succesvol uitvoeren van elke innovatie. Er wordt immers gesproken over de eindgebruikers van deze innovaties, namelijk de occupatielaag van het centrumlandschap en de gemeente gezamenlijk. Hierom is het van groot belang dat welke route ook gekozen wordt, dit gezamenlijk gebeurt met de occupatielaag. De gemeente kan hierin faciliteren en initiatief nemen.

Een tweede algemeen punt is de lopende transitie het centrumlandschap. Dit is een kans om duurzaamheid direct te implementeren in plaats van het later toe te voegen. Dit bespaart niet alleen in kosten van uitvoer maar ook koste van planning. Als derde en laatste punt is één innovatie naar voren gekomen die in ieder geval te implementeren valt, namelijk isolatie. Niet alleen scoort isolatie goed op besparing en kosteneffectiviteit, het is een innovatie zonder verliezen. Met verzekering van goede isolatie is daarbij ook minder ruimte nodig voor het toepassen van innovaties gezien de vraag naar warmte omlaag gaat. Er wordt daarom geadviseerd tijdens de uitvoer van het centrumlandschapsplan meteen te kijken naar de isolatie van de bebouwing.

Het te adviseren pakket is de mediaan, bestaand uit PVT panelen, isolatie, ecovat en een gedeelte neerslag afvangst. Dit zal de huidige vraag op grijze stromen beperken met 100% op gas voor verwarmingstoepassingen, 50% op elektriciteit en rond de 30% op water. Hoewel dit niet te meest goedkope of duurzame optie is, brengt dit pakket alle factoren samen binnen het centrumlandschap. Het adviseren van het maximaal duurzame pakket is hierbij niet verantwoord gezien de koste van wind niet opwegen tegen de bate van energie, zeker als er al een sterke mate van vraagreductie aanwezig is door toepassing van PVT panelen. Deze werken daarbij synergetisch goed samen met het ecovat die samen met het elektriciteitsnet die pieken van warmte en elektriciteit kan opvangen voor later gebruik. De lopende transitie van het centrumlandschap maakt dat de koste van dit pakket lager uitvallen dan doorgaans zou gebeuren, gezien werkzaamheden aan infrastructuur en ecovat gelijktijdig kunnen gebeuren met al geplande werkzaamheden. Dit neemt echter niet weg dat een dergelijk pakket een hoge investering vergt. Financieel kan men hiervoor terecht bij de SDE+, EIA of de meerjarenafspraak energie gezien gebruik gemaakt wordt van besparingsmaatregelen.

Als vervolgstappen wordt ten eerste gewezen op het overleg met de voorgenoemde occupatielaag om af te stemmen wat de mogelijkheden zijn. Bijvoorbeeld een energie coöperatie en crowdfunding. Vervolgens wordt aangeraden de bodem verder de laten onderzoek in verband met de toepassing van het ecovat. Deze heeft namelijk contact nodig met het bodemwater. Om vervolgens de andere technische aspecten van het pakket te laten uitmeten op de specifieke situatie in Borger en hierin de mogelijkheid tot groei van het duurzaam centrumlandschap mee te nemen.

Bibliografie

(2014). *Energietrends 2014*. ECN, Energie-Nederland en Netbeheer Nederland.

Artikel 5.3 Thermische isolatie. (2015, 11 24). Opgeroepen op 04 12, 2016, van BRIS bouwbesluit online:

http://www.bouwbesluitonline.nl/Inhoud/docs/wet/bb2012_nvt/artikelsgewijs/hfd5/afd5-1/art5-3

Aeolos. (sd). *Aeolos specifications*. Opgeroepen op 05 05, 2016, van Aeolos.com:

<http://www.windturbinestar.com/english.html>

AES. (2014). *Urban solar water heater*. Opgeroepen op 05 12, 2016, van

http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/01-02/RE_info/active_urban.htm

Agentschap NL. (2012). *Zonnestroom en de Nederlandse wetgeving*. Agentschap NL.

Agentschap NL. (sd). *Praktische toepassing van mini-windturbines*. Utrecht.

Bakema, G. (2016). Entrence weekly meet-up. *alles over wind energie*. Groningen.

Bareau. (2016). *AHPD proces*. Opgeroepen op 05 10, 2016, van Bareau.nl: <http://www.bareau.nl/>

Beeren, E. (2015). *Hoge temperatuur warmte opslag in de bestaande gebouwde omgeving*.

Groningen: Hanze Hogeschool.

Bhubaneswari Paridaa, S. I. (2011). *A review of solar photovoltaic technologies*. Elsevier.

Biomass Power. (sd). *Small-scale Biomass CHP Plant*. Opgeroepen op 05 09, 2016, van

biomasspoer.uk:

<http://www.biomasspower.co.uk/pdfs/BP%20horc%20CHP%20Plant%20%20flyer%20140612.pdf>

Borger-Odoorn. (2014). *Masterplan Borger Centrum 2014*. Broger-Odoorn.

Bredeke, M., & van Koten, G. (2015). *Pleinwinkels Borger*. Groningen: Hanzehogeschool Groningen.

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2016, 04 12). *Gemeentelijke afvalstoffen; hoeveelheden*.

Opgeroepen op 04 13, 2016, van Statline.cbs.nl:

<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=7467&D1=0-167&D2=17&D3=a&VW=T>

Centraal Bureau voor de statistiek. (2015, 09 25). *Energieverbruik particuliere woningen; woningtype en regio's*. Opgeroepen op 04 05, 2016, van statline.cbs.nl:

<http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=81528NED>

Davito, B., Tai, H., & Uhlener, R. (2010). *The smart grid and the promise of demand side management*.

de Bie, Y. (2010). *Onderzoek naar bedrijfsvoering met open deuren*. Ministerie van VROM.

- De groene rekenkamer. (2006). *Klimaatstrategie - tussen ambitie en realisme*. amsterdam: Amsterdam university press.
- de Vree, J. (2014). *Warmte-koude opslag*. Opgeroepen op 05 18, 2016, van <http://www.joostdevree.nl/shtmls/warmte-koude-opslag.shtml>
- Deltares, Alterra, het LEI, BIJ12 en RIVM. (sd). *Atlas natuurlijk kapitaal, kaarten*. Opgeroepen op 03 23, 2016, van Atlas leefomgeving, Geodan: <http://atlas-leefomgeving-acc.geodan.nl/web/ank/kaarten?x=181843&y=434220&zoom=3&l=4098&al=4098&bl=675&mapLayout=1&location=false>
- Dicks, A., & McDonnald, M. (2003). *Feul Cell Systems explained*.
- Dijkstra, F., & Vlok, M. (2015). *8 Borger Odoorn, Verticale infiltratie*.
- DINOloket. (sd). *Ondergrondmodellen*. Opgeroepen op 04 22, 2016, van dinoloket.nl: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>
- Drijver, B. (2012). *meer met Bodemenergie: Rapport 6- Hogetemperatuuropslag*. Gouda: SKB Duurzame ontwikkeling ondergrond.
- Duurzaam bouwloket. (2016). *Gebruik maken van het regenwater*. Opgeroepen op 05 11, 2016, van duurzaambouwloket.nl: <http://duurzaambouwloket.nl/maatregelen-gebruikmakenvanhetregenwater-8-water-2-4.html>
- ECN. (2016). *ECN.nl*. Opgeroepen op 2016, van ECN: <https://www.ecn.nl/nl/>
- Energievergelijken.nl. (sd). *Energieverbruik*. Opgeroepen op 04 07, 2016, van <https://www.energievergelijken.nl/nl/zakelijk>
- Energy informative. (sd). *Pros and cons of Biomass*. Opgeroepen op 05 09, 2016, van Energyinformative.com: <http://energyinformative.org/how-electricity-is-generated-from-biomass/>
- Foekema, H., & van Thiel, L. (2011). *Watergebruik thuis 2010*. Amsterdam: Vewin, TNS nipo.
- Gemeente Borger-Odoorn. (2009). *Structuurvisie Borger-Odoorn*. Exloo: Gemeente Borger-Odoorn.
- Gemeente borger-odoorn. (2014, September). *Centrumlandschap Borger*. Opgeroepen op Februari 2016, van Borger-Odoorn.nl: <https://www.borger-odoorn.nl/over-de-gemeente/plannen-en-projecten/centrumlandschap-borger/plangebied-en-fasering.html>
- Graveland, C., & Baas, K. (2013, 01 25). Opgeroepen op 04 09, 2016, van Centraal bureau voor de Statistiek: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2013/04/watergebruik-steeds-efficiënter>
- Groenpand. (2015). *Warmtepompen*. Opgeroepen op 05 12, 2016, van groenpand.nl: <http://groenpand.nl/warmtepompen/>
- Hermes, J. (2016, 03 24). Informatie over het centrumlandschap Borger. (N. Zoetendaal, Interviewer)
- Huijgen, G., & Pluimers, I. (2012). *Statistisch jaarboek Borger-Odoorn*. Enschede: I&O Research BV.

- Jansen, J., & van Leeuwen, W. (2015). *Kansen voor Power-to-Gas*. Apeldoorn: Sparkling Projects.
- Jensen, e. (2015). Large scale electricity storage utilizing reversible solix oxide cells combined with underground storage of CO₂ and CH₄. In *Energy and Environmental Science* 8 (pp. 2471-2479).
- Jeths, R. (2008). *Renovatie naar passiefhuisniveau*. Zwolle: Hogeschool Windesheim.
- Kaplan. (sd). *Home*. Opgeroepen op 05 12, 2016, van Kaplan cleantech education: <https://www.kaplandcleantech.com/>
- Kennisbank zonnepanelen. (sd). *Verschil tussen monokristallijne en polykristallijne zonnepanelen*. Opgeroepen op 03 05, 2016, van Allesoverzonnepanelen.nl: http://www.allesoverzonnepanelen.nl/kennisbank/productie-van-silicium-zonnecellen/soorten_kristallijne_zonnecellen/verschil-tussen-monokristallijne-en-polykristallijne-zonnepanelen/
- Kennislink. (2011, 02 21). *Energie uit de bodem*. Opgeroepen op 03 24, 2016, van Kennislink.nl: <http://www.kennislink.nl/publicaties/energie-uit-de-bodem>
- KNMI. (2016). *Jaaroverzicht neerslag en verdamping in Nederland 2015*. De Bilt: Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- KNMI. (2016). *Klimaatatlas, gemiddelde globale straling*. Opgeroepen op 03 15, 2016, van KNMI.nl: <http://www.klimaatatlas.nl/klimaatatlas.php>
- Kramers, L., Vis, G., Pluymaekers, M., van Wees, J., & Mijnlieff, H. (2010). *Inventarisatie aardwarmtepotentie Nederlandse ongergrond; geologische onzekerheden en te nemen maatregelen*. Utrecht: TNO.
- Kuller, M., Dolman, N., Spiller, M., & Vreeburg, J. (2014). *Haalbaarheidstudie: Regenwater opvangen en benutten op luchthaven Schiphol*. Wageningen: Wageningen universiteit.
- Leilei Dong, H. L. (2009). Development of small-scale and micro-scale biomass-fuelled CHP systems – A literature review. In *Applied Thermal Engineering* (pp. 2119-2126). Elsevier.
- Lowe, R. (2011). Combined heat and power considered as a virtual steam cycle heat pump. In *Energy Policy* (pp. 5528-5534). Elsevier.
- M. Narayanaa, G. P. (2012). Generic maximum power point tracking controller for small-scale wind turbines. *Renewable Energy*, 72-79.
- Menkveld, M. (2009). *Kentallen warmtevraag woningen*.
- Mertens, S. (2009). *Evaluatie meetresultaten testveld kleine windturbines Zeeland*. ingreeniouse.
- Mertens, S. (2012). *Resultaten testveld kleine windutrbines Schoondijke*. ingreeniouse.
- mijnhuisinstallatie.nl. (2016). *pvt collectoren*. Opgeroepen op 05 12, 2016, van mijnhuisinstallatie.nl: http://mijnhuisinstallatie.nl/view.cfm?page_id=29421

- Milieu centraal. (2016). *HRe-ketel*. Opgeroepen op 05 12, 2016, van milieucentraal:
<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/energiezuinig-verwarmen-en-warm-water/hre-ketel/>
- Milieu centraal. (sd). *Douche-wtw*. Opgeroepen op 04 12, 2016, van milieucentraal.nl:
<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/energiezuinig-verwarmen-en-warm-water/douche-wtw/>
- Milieu centraal. (sd). *Kleine windmolens*. Opgeroepen op 05 04, 2016, van milieucentraal.nl:
<https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/windenergie/kleine-windmolens/>
- Milieucentraal. (2015). *Financiering verbeteren huurwoningen*. Opgeroepen op 05 16, 2016, van milieucentraal: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/financiering-energie-besparen/financiering-verbeteren-huurwoning/>
- Milieucentraal. (sd). *Biomassa*. Opgeroepen op 05 09, 2016, van Milieucentraal.nl:
<https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/biomassa>
- Milieucentraal. (sd). *Isoleren en besparen*. Opgeroepen op 04 12, 2016, van milieucentraal.nl:
<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/>
- Ministerie binnenlandse zaken . (2016, 01 01). *Regeling bouwbesluit 2012*. Opgeroepen op 05 16, 2016, van bouwbesluit online: http://vrom.bouwbesluit.com/Inhoud/docs/wet/bb2012_reg
- Ministerie van infrastructuur en Milieu. (2013). *handboek EU-milieubeleid en nederland: de omzetting in nationale regelgeving*. Opgeroepen op 05 13, 2016, van Kenniscentrum InfoMil: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/handboek-eu/klimaatverandering/index/omzetting-nationale/>
- Mohsenian-Rad, A.-H., Wong, V. W., Jatskevich, J., Schober, R., & Leon-Garcia, A. (2010). *Autonomous Demand-Side Management Based on Game-Theoretic Energy Consumption Scheduling for the Future Smart Grid*. IEEE.
- P. Hawken, A. L. (2010). *Natural Capitalism*.
- Peeters, D. (2015). *Onderzoek naar de impact van een zonneboiler en een douchewarmtewisselaar op het verbruik van sanitair warm water*. U Hasselt.
- Philips. (2016, 02 17). Product Family Leaflet: Stela+ gen 2 Long, Square & Wide. *Product Family Leaflet: Stela+ gen 2 Long, Square & Wide*. Philips.
- Philips. (2016, 02 17). Product family Leaflet: Steele+ gen2 round. *Product family Leaflet: Steele+ gen2 round*. Philips.
- Praktisch duurzaam. (2011, 01 21). *verwarmen met een warmtepomp*. Opgeroepen op 05 12, 2016, van PraktischDuurzaam.nl: <http://www.praktischduurzaam.nl/verwarmen-met-een-warmtepomp/>

- Priemus, H. (2002, 05 01). *Nieuwe planningsmethodiek nodig in ruimtelijke ordening*. Opgeroepen op 04 22, 2016, van GeoGrafie:
[http://www.knag.nl/index.php?id=640&tx_ttnews\[swords\]=gis&tx_ttnews\[pointer\]=96&tx_ttnews\[tt_news\]=104&tx_ttnews\[backPid\]=502&cHash=6fc8178513](http://www.knag.nl/index.php?id=640&tx_ttnews[swords]=gis&tx_ttnews[pointer]=96&tx_ttnews[tt_news]=104&tx_ttnews[backPid]=502&cHash=6fc8178513)
- Provincie Drenthe. (2016). *WKO-viewer*. Opgeroepen op 05 18, 2016, van
<http://www.wkotool.nl/mini.aspx>
- R. Zakharchenko, L. L.-J.-G.-C.-R.-H. (2004). *Photovoltaic solar panel for a hybrid PV/thermal system*. Elsevier.
- Regenwateropvangsystemen.nl. (sd). *Regenwater opvangen en hergebruiken*. Opgeroepen op 04 22, 2016, van Regenwateropvangsystemen.nl: <http://www.regenwateropvangsystemen.nl/>
- Ridgeblade. (2014). *Ridgeblade Specification*. Opgeroepen op 05 05, 2016, van Ridgeblade.com:
<http://www.ridgeblade.com/specification.htm>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2013). *Infoblad Trias Energetica en energieneutraal bouwen*. RVO.
- RVO 1. (2016). *Aftrekbare investeringen EIA*. Opgeroepen op 05 03, 2016, van RVO.nl:
<http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/energie-investeringsaftrek-eia/aftrekbare-investeringen>
- RVO 2. (2016). *Biogas*. Opgeroepen op 05 10, 2016, van RVO.nl:
<http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/bio-energie/biogas>
- RVO 3. (sd). *Duurzaamheid van Biomassa*. Opgeroepen op 05 09, 2016, van RVO.nl:
<http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/bio-energie/duurzaamheid-biomassa>
- RVO 4. (2016). *energie subsidiewijzer*. Opgeroepen op 05 11, 2016, van milieu centraal:
<http://www.energiesubsidiewijzer.nl/>
- RVO 5. (2016). *Financiële regelingen warmte en koude*. Opgeroepen op 05 19, 2016, van RVO.nl:
<http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/nationaal-expertisecentrum-warmte/regelingen?wssl=1>
- RVO 6. (2016). *Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE+)*. Opgeroepen op 05 03, 2016, van RVO.nl: <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie-sde>
- RVO 7. (2016). *Windenergie op land*. Opgeroepen op 2016, van RVO.nl:
<http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-land>
- RVO 8. (sd). *Zonnestroom*. Opgeroepen op 05 03, 2016, van RVO.nl:
<http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/zonne-energie/zonnestroom>

- Segaar, P. J. (2016). *Polderpv nieuws*. Opgeroepen op 03 15, 2016, van polderpv.nl: http://www.polderpv.nl/nieuws_PV130.htm
- Sensico. (2016). *Aanbod Particulieren*. Opgeroepen op 05 12, 2016, van Sensico.be: <http://www.sensico.be/pv-zonne-aanbodparticulieren.php?sub=zonneinstallatie%29>
- SolarGIS © 2016 GeoModel Solar. (2014). *Maps of Global horizontal irradiation (GHI)*. Opgeroepen op 03 15, 2016, van SolarGIS: http://solargis.info/doc/_pics/freemaps/1000px/ghi/SolarGIS-Solar-map-Netherlands-en.png
- Staveren, J. v. (2016, 03 23). *Een relativerend verhaal over Energie*. Opgehaald van energiefeiten.nl: <http://www.energiefeiten.nl/>
- Stimular. (sd). *Besparingstips*. Opgeroepen op 05 03, 2016, van DuurzaamMKB.nl: <http://www.duurzaammkb.nl/tips/tip/963/pvt-collectoren/>
- Sunline. (sd). *Flat plate solar collector*. Opgeroepen op 05 12, 2016, van sunline.com: http://www.sunline.com.cn/Solar_Heating/Flat-Plate_Solar_Collector.htm
- The Archimedes. (sd). *Liam F1 specifications*. Opgeroepen op 05 05, 2016, van de archimedes.com: http://dearchimedes.com/pdf/NL_fact_sheet.pdf
- The world Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future, From one Earth to One World*. Oslo: United Nations.
- Tjallingii, S. (2011). *Synergie in stromenbeheer*. Amsterdam: Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- TNO. (sd). *Geothermische potentie kaart woningen*. Opgeroepen op 03 24, 2016, van ThermoGIS-Basic: <http://www.thermogis.nl/basicviewer/ThermoGISBasic.html>
- TNO, DINOloket, Ministerie van Economische Zaken, NL Olie- en gasportaal. (2013). *ThermoGIS Basic*. Opgeroepen op 03 24, 2016, van Thermogis.nl: <http://www.thermogis.nl/basic.html>
- van den Bosch, R. (2015). *Modelling the effects of different renovation scenarios of apartments on the configuration of the Ecovat energy storage system*. Eindhoven: Technical university Eindhoven.
- van Oorde, E. (2016). *Regionaal informatie Centrum Borger*. Groningen: Hanzehogeschool Groningen.
- van Thiel, L. (2014). *Watergebruik thuis 2013*. Amsterdam: Vewin, TNS Nipo.
- Veenstra, A. (2015). *Ruimte voor zonne-energie in nederland 2020-2050*. Utrecht: Holland Solar.
- Vlaams Elektro Innovatiecentrum. (2007). *NIEUWSBRIEF TECHNOLOGIEWACHT ENERGIE 04-2007*. Opgeroepen op 05 12, 2016, van analyz-it.be: <http://priormail.analyz-it.be/EmailPreview.aspx?ID=ea97a7e95d;>
- Wageningen UR. (2014, 09 04). *Huishoudelijk waterverbruik per inwoner, 1995-2013*. Opgeroepen op 04 09, 2016, van Compendiumvoordeleefomgeving.nl: <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0037-Waterverbruik-per-inwoner.html?i=3-126>

Wageningen UR. (2015, 12 16). *Afval van huishoudens per inwoner, 1950-2014*. Opgeroepen op 04 12, 2016, van www.compendiumvoordeleefomgeving.nl:
<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0144-Afval-van-huishoudens-per-inwoner.html?i=1-4>

Wageningen UR. (2016, 03 23). *Jaarlijkse hoeveelheid neerslag in Nederland, 1910-2015*. Opgeroepen op 04 22, 2016, van [Compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/):
<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0508-Jaarlijkse-hoeveelheid-neerslag-in-Nederland.html?i=9-54>

Wageningen UR. (2016, 03 15). *Meteorologische gegevens, 1990-2015*. Opgeroepen op 04 23, 2016, van Compendium van de leefomgeving:
<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0004-Meteorologische-gegevens-in--Nederland.html?i=9-54>

Watanabe, K. (2008). *Recent Developments in microbial fuel cell technologies for sustainable bioenergy*.

Wester, M. (2016). *Herontwikkeling zuidzijde Grote Brink te Borger*. Groningen: Hanzehogeschool Groningen.

zonvoorjou. (sd). *zonvoorjou.nu*. Opgehaald van zonvoorjou: <http://www.zonvoorjou.nu/>

Bijlage

Bijlage 1: Berekeningen en data gebiedsbeschrijving

sector (kwh/m2)	Naam	Oppervlakte (m2)	Gebruiksmarge per jaar (kWh/j)	
Restaurants (120)			94080	
	Kwalitaria	100	12000	
	De weme	144	17280	
	Restaurant Bieze	300	36000	
	Pronto	240	28800	
Food-sector (470)			1573560	
	Boni	440	206800	
	Albert Hein	2000	940000	
	Koert Poelstra, de echte bakker	450	211500	
	t' ole ambacht bakkerij	360	169200	
	Vishandel Jos	98	46060	
non-foodsector (72-81)			321264	361422
	Kapsalon de Spiegel	200	14400	16200
	Woman's Fashion	200	14400	16200
	Bruna	200	14400	16200
	Etos	240	17280	19440
	TerStal	240	17280	19440
	&Bloemen	200	14400	16200
	De slijterij	240	17280	19440
	Computershop Borger	130	9360	10530
	Bleitoe	130	9360	10530
	Fam Fam	130	9360	10530
	Blokker	360	25920	29160
	Fratello's	345	24840	27945
	Skintouch Beauty salon	60	4320	4860
	kapper en kookplein	50	3600	4050
	De Hondsrug	320	23040	25920
	Linnenshop Borger	137	9864	11097
	Hubo XL	1280	92160	103680
Kantoor (60-115)			213600	409400
	Toerist informatie punt borger	50	3000	5750
	Rabobank	1412	84720	162380
	Le Rivière Makelaardij	50	3000	5750
	Reisbureau Borger	85	5100	9775
	Univé	133	7980	15295
	Oosterom Makelaardij	100	6000	11500
	Thuiszorg Tangenborgh	100	6000	11500
	ING bank	200	12000	23000
	Sturing	240	14400	27600
	NAK	240	14400	27600
	Hotel Bieze	950	57000	109250
Totaal			2202504	2438462

Tabel 12 verdeling elektriciteitsgebruik winkels en dienstverlening (Energievergelijken.nl) (de Bie, 2010) (Energietrends 2014, 2014)

sector (m3 gas/m2)	Naam	Oppervlakte (m2)	Gebruik per jaar (m3/j)	
Restaurant (20)			15680	
	Kwalitaria	100	2000	
	De weme	144	2880	
	Restaurant Bieze	300	6000	
	Pronto	240	4800	
Food-sector (16)			66960	
	Boni	440	8800	
	Albert Hein	2000	40000	
	Koert Poelstra, de echte bakker	450	9000	
	t' ole ambacht bakkerij	360	7200	
	Vishandel Jos	98	1960	
non-foodsector (7-18)			31234	80316
	Kapsalon de Spiegel	200	1400	3600
	Woman's Fashion	200	1400	3600
	Bruna	200	1400	3600
	Etos	240	1680	4320
	TerStal	240	1680	4320
	&Bloemen	200	1400	3600
	De slijterij	240	1680	4320
	Computershop Borger	130	910	2340
	Bleitoe	130	910	2340
	Fam Fam	130	910	2340
	Blokker	360	2520	6480
	Fratello's	345	2415	6210
	Skintouch Beauty salon	60	420	1080
	kapper en kookplein	50	350	900
	De Hondsrug	320	2240	5760
	Linnenshop Borger	137	959	2466
	Hubo XL	1280	8960	23040
Kantoor (20)			71200	
	Toerist informatie punt borger	50	1000	
	Rabobank	1412	28240	
	Le Rivière Makelaardij	50	1000	
	Reisbureau Borger	85	1700	
	Univé	133	2660	
	Oosterom Makelaardij	100	2000	
	Thuiszorg Tangenborgh	100	2000	
	ING bank	200	4000	
	Sturing	240	4800	
	NAK	240	4800	
	Hotel Bieze	950	19000	
Totaal			185074	234156

Tabel 13 verdeling gasgebruik winkels en dienstverlening (Energievergelijken.nl) (de Bie, 2010) (Energietrends 2014, 2014)

Naam Armatuur	Aantal in gebied	vermogen (watt)	Branduur per dag	gebruik per lamp per dag (kwh)	totaal gebruik per dag (kwh)	Totaal gebruik per jaar (kwh)
type Neri Chara/Diogene CPO 60 W, lamp HIT CE 60 W*	42	20 tot 40	8 tot 10	0,16 tot 0,4	6,72 tot 16,8	2452,8 tot 6132
Stela square 10 led	4	8 tot 43	8 tot 10	0,064 tot 0,43	0,256 tot 1,72	93,44 tot 627,8
Stela rond 24 led	2	10 tot 110	8 tot 10	0,08 tot 1,10	0,16 tot 2,20	58,4 tot 803
Stela long 14 led	3	8 tot 72	8 tot 10	0,064 tot 0,72	0,192 tot 2,16	70,08 tot 788,4
Stela long 10 led	10	8 tot 72	8 tot 10	0,064 tot 0,72	0,64 tot 7,20	233,6 tot 2628
Totaal	61				7,968 tot 30,08	2908,32 tot 10.979,2

Tabel 15 Volledige gebruiksbenadering Openbare verlichting (Hermes, 2016) (Philips, 2016) (Philips, 2016)

Toepassing	1995	1998	2001	2004	2007	2010	2013
Bad	9,0	6,7	3,7	2,8	2,5	2,8	1,8
Douche	38,3	39,7	42,0	43,7	49,8	48,6	51,4
Wastafel	4,2	5,1	5,2	5,1	5,3	5,0	5,2
Toiletspoeling	42,0	40,2	39,3	35,8	37,1	33,7	33,8
Wassen hand	2,1	2,1	1,8	1,5	1,7	1,1	1,4
Wasmachine	25,5	23,2	22,8	18,0	15,5	14,3	14,3
Afwassen hand	4,9	3,8	3,6	3,9	3,8	3,1	3,6
Afwasmachine	0,9	1,9	2,4	3,0	3,0	3,0	2,0
Voedselbereiding	2,0	1,7	1,6	1,8	1,7	1,4	1,0
Koffie/thee	1,5	1,1	1,0	1,0	1,2	1,2	0,6
Water drinken		0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4
Overig keukenkraan	6,7	6,1	6,7	6,4	5,3	5,3	3,4
Totaal	137,1	131,9	130,7	123,8	127,5	120,1	118,9

Tabel 14 Verdeling watergebruik per toepassing in liter per inwoner per dag (Foekema & van Thiel, 2011) (van Thiel, 2014) (Wageningen UR, 2014)

Afvalsoort	per persoon (kg)	In Borger-Odoorn (ton)	in borger (ton)	In centrumlandschap (ton)
grijze minicontainer	150,95	3915	711,30	25,66
groene minicontainer	57,49	1491	270,89	9,77
grof huishoudelijk	27,30	708	128,63	4,64
tuin en snoei	21,59	560	101,74	3,67
puin	9,83	255	46,33	1,67
verontreinigd puin	1,31	34	6,18	0,22
hout B	19,36	502	91,21	3,29
kleding	3,93	102	18,53	0,67
papier	79,39	2059	374,09	13,50
Kca (klein chemisch)	1,08	28	5,09	0,18
glas	22,67	588	106,83	3,85
autobanden	0,35	9	1,64	0,06
asbest	2,20	57	10,36	0,37
oud ijzer (metalen)	1,23	32	5,81	0,21
Pvc	0,12	3	0,55	0,02
hout C	3,51	91	16,53	0,60
kringloop	4,36	113	20,53	0,74
kunststof verpakkingen	10,45	271	49,24	1,78
Totaal biologisch	181,34	4703	854,46	30,83
Totaal	417,12	10818	1965,47	70,91

Tabel 16 Benadering afvalhoeveelheden Borger-Odoorn 2011 (Huijgen & Pluimers, 2012) (Hermes, 2016)

Gebouw	Bouwjaar	Vloeroppervlak (m2)***	Verschil warmteverlies vloer (m3)
(huidig) Borgerhof *	1970-1975	4000	22800
Borgerhof aanbouw	2000	1700	9690
Polakker	1990-2000	820	0
Naoberhof	1990-2000	590	0
Grote Brink	1965-1970	2980	16986
Bleitoe/Fam Fam	1970-1975	590	3363
Blokker	1970-1975	360	2052
Albert heijn	1980-1985	2450	0
Univé	1970-1975	133	758,1
De weme	1970-1975	144	820,8
Reisbureau Borger	1970-1975	85	484,5
Vishandel Jos	1970-1975	98	558,6
Skintouch Beauty salon	1970-1975	160	912
De Hondsrug	1970-1975	457	2604,9
Rabobank	1995-2000	1412	0
Bieze **	1970-1980	1250	7125
Vansvlag (kerk)	<1900	310	1767
Gezondheidscentrum Borger-Odoorn	1975	1550	8835
Hubo XL	1970-1975	1280	7296
t' ole ambacht bakkerij	1970-1975	490	2793
totaal			89.000

Tabel 17 Proefbenadering extra warmteverlies niet/slecht geïsoleerde vloer in vergelijking tot goed geïsoleerde vloer

* wordt gesloopt en nieuw gebouwd

**2010 verbouwd

*** oppervlaktes verschillen met andere tabellen gezien het gaat om de gebouwen, deze zijn benoemd naar hoofdbewoner maar bestaan niet uitsluitend uit deze hoofdbewoner

Bijlage 2: Beschrijving toepasbare innovaties

De innovaties zijn verdeeld in verschillende categorieën op basis van welke vraag ze beantwoorden, ofwel wat ze bieden: Elektrisch, gas, water en warmte. Hier is nog een vijfde categorie aan toegevoegd namelijk beheer & besparing. Dit zijn innovaties die ondersteunend zijn, denk aan piek afvangst, smart meters en isolatie. Sommige innovaties bieden ook meerdere vormen van energie, zoals voorbeeld het PVT paneel, dat zowel stroom als warmte biedt, deze innovaties komen in beide categorieën terug met verschillende focus om de volledigheid te bewaren.

Elektrisch

Elektriciteit is de eerste vraag die aan bod komt. Het grootste deel van de elektriciteitsvraag in het centrumlandschap komt voort uit winkels & dienstverleningen en bedraagt gemiddeld 2.7 MWh per jaar. Deze elektriciteit kan echter ook gewonnen worden uit zon, wind of biomassa. Geothermie is technisch gezien een optie, maar wordt door de aangetroffen grote onzekerheid (<30% kans op succes) achterwege gelaten.

Zon

Zonnestroom is er in veel vormen en maten met allen eigen statistieken, echter zijn er 7 hoofdlijnen te onderkennen binnen de kleinschalige zonnestroom branche. Tabel 18 geeft de prestatiemarges van de verschillende paneel types weer. Dit aangetroffen verschil komt voort uit de verschillende makers en gevoeligheid van de panelen.

Paneeltype	Efficiëntie (%)		Productie (kWh/m ² /j)		Levensduur (jaar)
Monokristallijn	14	20	140	200	30
Polykristallijn	12	16	120	160	30
Dunne film	6	10	60	100	20
CIGS	13	15	130	150	?
PVT	8	12	80	120	30
Zonnebuis	16,8	24	168	240	?
PV glas	3	4	30	40	?

Mono en polykristallijn

De mono en poly kristallijne panelen zijn een bekende verschijning, het zwarte mono kristallijne en het blauwe poly kristallijne zonnepaneel wat men doorgaans op daken aantreft, . Het is bij deze panelen van belang de goede oriëntatie op de zon te hebben om efficiënt te werk te gaan, dit betekend op het zuiden met de juiste hellingshoek. Daarbij zijn deze panelen redelijk gevoelig voor verlies bij diffuus licht. Ook zijn deze panelen gevoelig voor thermisch verlies, hoe warmer de panelen, hoe lager de efficiëntie zal uitvallen. Monokristallijn is een van de duurdere panelen op de markt, maar heeft in ruil daarvoor wel een hoge efficiëntie en levensduur. Polykristallijn is hiervan de goedkopere, oudere, maar ook iets minder efficiënte variant (RVO 8) (Stimular) (Kenniskbank zonnepanelen) (R. Zakharchenko, 2004) (Bhubaneswari Parida, 2011).

Tabel 18 Prestatiemarges zonnestroom (RVO 8) (Stimular) (Kenniskbank zonnepanelen) (R. Zakharchenko, 2004) (Bhubaneswari Parida, 2011)



Figuur 15 Monokristallijn (links) en polykristallijn (midden) zonnecellen: oudere polykristallijne zonnepanelen hebben een blauwe kristal textuur (rechts) (Kenniskbank zonnepanelen)

Dunne film en CIGS

Dunne film en CIGS panelen kunnen ook wel “zonnemat” genoemd door hun dunne, buigbare vorm, zie Figuur 16 & Figuur 17. Deze panelen zijn zonnestroom types die veel minder gevoelig zijn voor verlies. Hoewel de standaard efficiëntie lager ligt kunnen deze panelen veel variabler worden ingezet. Hierbij is de oriëntatie en temperatuur van de panelen veel minder belangrijk. Ook zijn deze panelen lichter wat scheelt in de aanschaf en installatie kosten. Deze panelen hebben echter ook een wat kortere levensduur. De dunne film zijn de voorlopers in deze techniek en zijn een van de goedkopere panelen op de markt. De CIGS zijn de volgende stap in de evolutie van dunne film panelen, echter zijn ze vooralsnog erg duur in vergelijking, maar hebben een hogere opbrengst bij diffuus licht en in de winter. Dit houdt in dat de piek productie die normaal met zonnestroom gepaard gaat een stuk minder intensief zal zijn en meer gespreid over het jaar. Dit legt de prestatie van CIGS iets hoger dan de polykristallijne panelen (RVO 8) (Stimular) (Kenniskbank zonnepanelen) (R. Zakharchenko, 2004) (Bhubaneswari Parida, 2011).



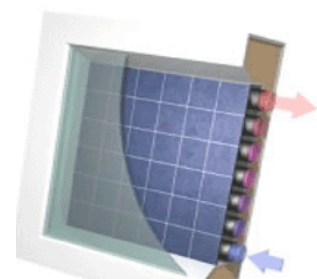
Figuur 16 Aanleg dunne film "panelen" (zonvoorzou)



Figuur 17 Gebruik dunne film panelen / (zonvoorzou)

PVT

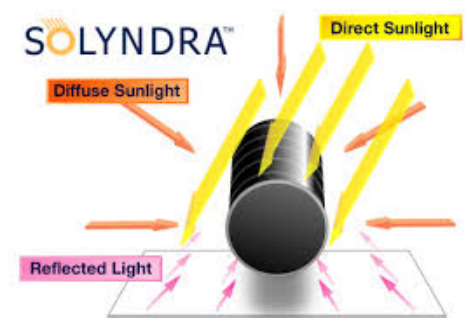
Het PVT systeem is een tweedelig systeem, het bestaat uit PV panelen waarachter een koelsysteem zit, Figuur 18. Dit koelsysteem houdt de panelen op temperatuur en genereert daarbij thermische energie die elders gebruikt kan worden. Er is ook een versie beschikbaar met glazen omkasting, deze heeft een hogere thermische, maar lager elektrische efficiëntie. De efficiëntie van dit paneel doet onder voor zowel het PV paneel op elektrisch gebied als de zonnecollector op thermisch gebied. Maar produceert beide en is in het kader van oppervlakte en totale efficiëntie de koploper met lange afstand. Dit maakt het PVT paneel uitermate geschikt voor ambitieuzen die zowel elektriciteit als warmte behoeven (ook zomers) maar weinig dakoppervlak hebben. Hierbij is het PVT paneel ook goedkoper dan losse PV panelen en collectoren. De opgewekte warmte wordt behandeld bij warmte innovaties. Net als bij de standaard PV panelen is het PVT paneel wel gevoelig voor oriëntatie, maar niet voor thermische invloed gezien dit bij deze techniek een plus is. Wel moet vermeld worden dat PVT panelen verreweg de zwaarste toepassing zijn en dus een stevig dak een ondersteunende infrastructuur nodig hebben (Stimular) (RVO 8).



Figuur 18 Het PVT paneel (mijnhuisinstallatie.nl, 2016)

Zonnebuis

De zonnebuis is een nieuwere techniek die gebruik maakt van reflectie principes om zo de installatiehoek van de zonne-energie minder tot niet relevant te maken. Dit houdt in dat zuidelijke oriëntatie niet langer noodzakelijk is en dat deze techniek zonne-energie uit alle hoeken vangt, zie Figuur 19. Het grootste nadeel van deze techniek is dat het een wit of reflecterende ondergrond nodig heeft om optimaal te functioneren. Dit is niet altijd beschikbaar in het centrumlandschap. Daarbij wordt dit paneel type nog verder ontwikkeld, hierbij wordt een 20% hogere efficiëntie verwacht dan bij conventionele panelen. Hoewel de voorspellingen en primaire tests goed zijn brengt dit altijd een bepaalde onzekerheid met zich mee (RVO 8) (Stimular).



Figuur 19 werking zonnebuizen (Sensico, 2016)

PV Glas

PV glas is er wederom in verschillende vormen, het principe is echter hetzelfde, combineer glas met de werking van een pv paneel. Er zijn versies op de markt die losse zonnecellen integreren in het glas, of glas dat bepaalde frequenties naar de rand leiden om deze vervolgens om te zetten in energie, zie Figuur 20 . Deze transparantie kan variëren van 1 tot 80% en vangt daarbij ook veel warmte af. Dit kan zowel positief als negatief zijn, in warme tijden betekend dit een koeler huis, in de winter echter betekend dit hogere stook kosten. De warmte vindt in tegenstelling tot het PVT paneel geen extra toepassing. Het voordeel van dit paneel is echter dat het geplaatst kan worden waar geen ander paneel kan, in de kozijnen. Deze panelen zijn echter aan de prijzigere kant van zonnepanelen en hebben een redelijk lage efficiëntie. Dit maakt ze geschikt voor nieuwbouw waar gewerkt kan worden met de energievraag van de gebruiker in gedachte en grotere gebouwen met een hoog glas oppervlak (RVO 8) (Stimular) (Kaplan).



Figuur 20 PV glas in kantoorgebouw (Kaplan)

Wind

Wind energie is een welbekende vorm van duurzame elektriciteit. Hierbij valt verschil te maken in grote of kleine wind energie. De grotere wind energie, de bekende molens langs de kust, variëren van de 5 tot 7 MW. Hoewel de plaatsing van een windmolen in het centrum Borger van dergelijk grote niet reëel is wegens wetgevende factoren, is het wel een kandidaat die een goede hoeveelheid energie levert. Een optie hiervoor zou zijn om de windmolen elders te realiseren. Echter bieden het inkopen van groene stroom en het deelnemen aan een duurzame energie coöperatie hetzelfde resultaat, dit wordt behandeld bij beheer innovaties. Om deze redenen valt lokale, grote windenergie wel af (RVO 7, 2016) (Milieu centraal).

Kleinere windturbines voor individuele particulieren zouden wel een optie kunnen zijn. Een duimregel bij het gebruik van kleine windturbines is dat het wind-vangende oppervlak ongeveer 9 meter uitsteekt boven alle objecten binnen en 150 meter radius, andere kleine windinstallaties uitgesloten. Een onderzoek uitgevoerd in 2008-2012 in Zeeland, waar de wind geschikter is dan in Borger, toont dat de gemiddelde kleine windturbine bij slechtere wind jaren ongeveer 30% opbrengt van het optimum. Dit kan als vuistregel gehanteerd worden, dit houdt in dat een gemiddelde kleine windturbine rond de 30% van het optimum per jaar opbrengt, mits de plaatsing goed is en geen obstakels in de omgeving de hoogte regel overschrijden. Dit is hierbij nog een aardig genereuze schatting gezien de wind ook niet altijd aanwezig is (Mertens, Evaluatie meetresultaten testveld kleine windturbines Zeeland, 2009) (Mertens, Resultaten testveld kleine windutrbines Schoondijke, 2012) (Agentschap NL) (Milieu centraal).

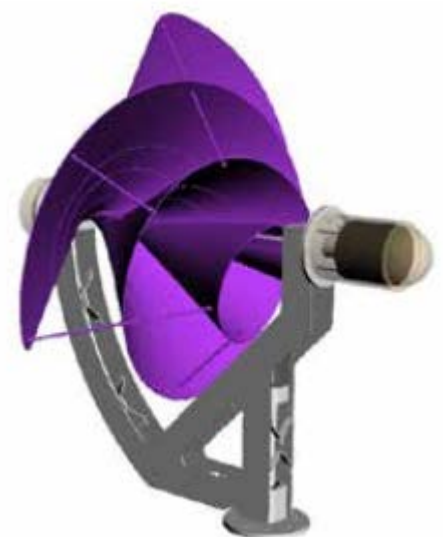
Innovatie Type	Optimum productie (watt)	Geschat Borger (kWh/j)	Vereiste ruimte		Windsnelheid (m/s)			Gewicht (kg)	Eigen inrichting	Levens duur (jaar)
			Diameter (m)	hoogte (m)	Start	Optimum	max			
Liam F1	1.500	4.000	1,5		2,5	15	35	100	nee	20
Ridgeblade	2.000	5.200	1,2	0,6	1,3	9	55	38	nee	20
	4.000	10.500	1,2	0,9	1,2	9	55	55	nee	20
Verticaal	600	1.600	1,2	1,6	1,5	10	50	10	nee	20
	1.000	2.600	2	2,8	1,5	10	50	28	nee	20
	5.000	13.100	3	3,6	1,5	10	50	78	nee	20
	10.000	26.300	3	3,6	1,5	10	50	78	nee	20
Horizontaal	500	1.400	2,7		2,5	12	45	28	nee	20
	1.000	2.600	3,2		2,5	12	45	60	nee	20
	5.000	13.100	6,4		3	10	45	380	ja	20
	10.000	26.300	8		2,5	12	45	420	ja	20

Tabel 19 Specificaties kleine wind turbines (Aeolos) (The Archimedes) (Ridgeblade, 2014)

Gezien het grote aanbod aan kleine wind turbines zal gewerkt worden met types (verticaal en horizontaal) en vertegenwoordigers van deze types. Deze vertegenwoordigers zijn gekozen omdat ze in verscheidene vergelijkbare maten aanwezig waren, van dezelfde fabrikant en voor hun voormaat en type als gemiddeld te boek staan. Gezien kleine windenergie een snel veranderend vakgebied is worden ook twee nieuwe types meegenomen, de Ridgeblade en de Liam F1 van De Archimedes. Tabel 19 beschrijft de specificaties van deze kleinschalige wind turbines, echter zitten er ook een aantal grote Jongens tussen die niet toepasbaar zijn op gebouwen maar een individuele inrichting zijn. Gezien de branche zelf uitsplits op productie moet het verschil elders gezocht worden. Het antwoord zit hierbij in het gewicht, voormaat en de start & optimum snelheden van de turbines. Gezien een kleine, lichte toepassing makkelijker te plaatsen valt en ook eerder toegestaan is binnen het wettelijk kader betreffende hoogte en geluidsproductie (Agentschap NL) (Mertens, Resultaten testveld kleine windturbines Schoondijke, 2012) (Aeolos) (Milieu centraal) (Ridgeblade, 2014) (The Archimedes).

Liam F1

De Liam F1, **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** Figuur 21, is een nieuwer type windturbine. Al maakt het model wel gebruik van de standaard horizontale as en generator. Het innoverende aan dit model zijn de “wieken”, deze schelpvormige constructie draait automatisch in de windrichting en is vele malen efficiënter dan andere modellen van vergelijkbaar formaat. De Liam is dan ook een de kleinste windturbine gezien alles past in ongeveer 2,5 m². Dit houdt in dat er meerdere van deze kleine turbines op eenzelfde dak geplaatst kunnen worden, net als bij een horizontale as turbine. Voor zijn grote is deze Liam dan het efficiëntst, gezien hij op een dak iets meer ruimte in neemt dan een 600wp verticale turbine maar bijna 2,5 maal hogere verwachte productie heeft voor Borger (The Archimedes) (Gemeente borger-odoorn, 2014) (TNO, DINOloket, Ministerie van Economische Zaken, NL Olie- en gasportaal, 2013).



Figuur 21 Liam F1 (The Archimedes)

Ridgeblade

De tweede turbine heeft een wat onorthodoxe opstelling, Figuur 22. Deze balk op het dak is eigenlijk een horizontale as turbine, of preciezer een aaneenschakeling van meerdere turbines. Dit model werkt doordat het dak de wind door dit schoepenrat stuurt. Het maakt gebruik van het Aeolian wind focus effect, dit effect dwingt de wind die op daken staat naar een focuspunt op de richel. Door dit effect zijn gemeten windsnelheden soms drie keer hoger, en is dus tot negen keer meer energie beschikbaar voor deze turbine. Dit houdt in dat optimum snelheden veel sneller te bereiken zijn voor dit type turbine mits de goede dakvorm aanwezig is. De capaciteit van dit systeem hangt echter af van de hoeveelheid aaneengeschakelde segmenten, Tabel 19 geeft de specificaties voor een vijfdelig systeem (RB1) en een tiendelig systeem (RB2). Bij grotere systemen als wordt het gewicht per unit meer omdat gebruik gemaakt moet worden van grotere installaties. Daarbij is de Ridgeblade wel het meest consistente systeem door de lage start windsnelheid (Ridgeblade, 2014).



Figuur 22 Ridgeblade, RB1 Domestic Model (Ridgeblade, 2014)

Verticale turbines

Verticale wind turbines werken op een het principe dat de rotor elementen slechts aan een kant met de wind mee willen draaien. Dit houdt in dat windrichting niet langer uit maakt en dat startsnelheden erg laag kunnen wezen voor dit type turbine. Het principe is dat de generator op de grond staat en de verticale as rond beweegt door de hoger gevestigde rotor elementen die de wind vangen. De kop van een verticale turbine heeft daarom vrije aanstroom nodig en een redelijke hoogte ten opzichte van de generator, Figuur 23. Deze turbines zijn net als de Liam erg vrij in plaatsing, zolang de wind vrije aanstroom heeft, maakt het weinig verschil hoe hoog ze staan en op welke ondergrond (Aeolos).



Figuur 23 Verticale windturbines (Aeolos)

Horizontale turbines

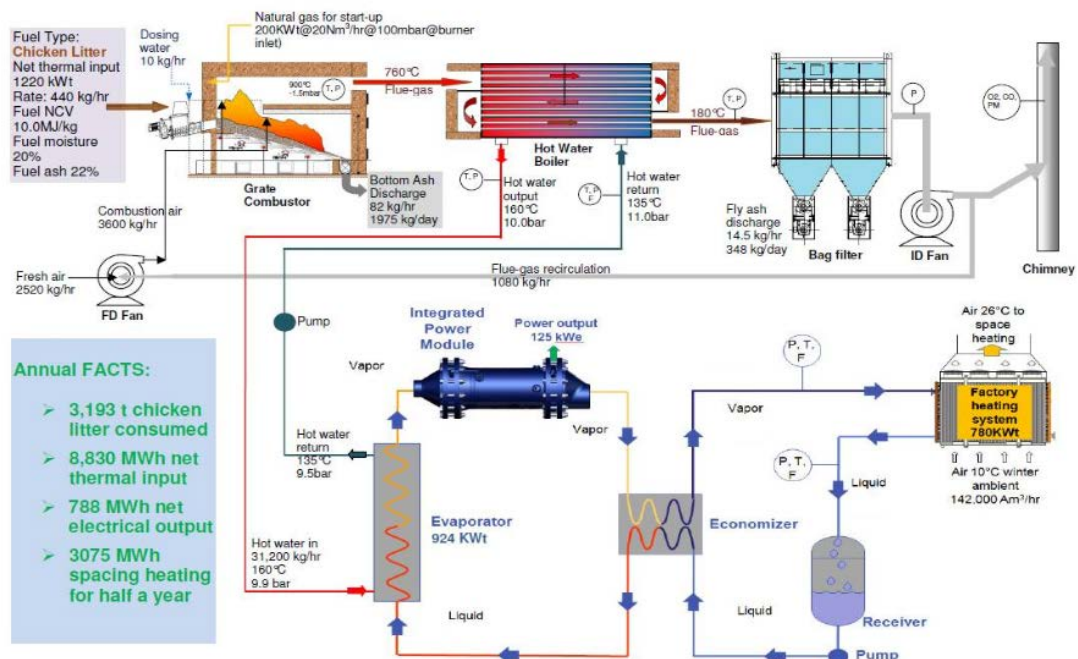
De horizontale turbines zijn de bekende klassiekers, Figuur 24. Hoewel de grotere varianten afvallen in het centrumlandschap, blijven kleinere modellen een mogelijkheid. Al hebben deze opstellingen van alle kleine windinstallaties de grootste hoeveelheid ruimte nodig door hun wieken. Hierdoor springen ze ook meer in het oog. De horizontale turbines hebben hun generator direct achter hun rotor en moeten in de windrichting gedraaid worden. Kleine modellen doen dit doorgaans automatisch met een windvaan opstelling. Deze turbines zijn het grootst en het zwaarst, dit houdt in sommige gevallen zelfs in dat deze een eigen inrichting moeten zijn. Hoewel ze betreffende productie niet onder doen voor hun verticale verwanten, hebben ze veel meer ruimte nodig om dezelfde productie te bereiken. Horizontale turbines kunnen daarbij veel groter opgeschaald worden dan andere types turbine, maar dit is helaas niet van belang in het centrumlandschap gezien grote turbines al zijn afgefallen (Aeolos) (Gemeente borger-odoorn, 2014).



Figuur 24 Horizontale windturbines (Aeolos)

Biomass-CHP

Biomassa is ook een optie voor elektriciteit, in Nederland gebeurt dit al aardig in de stroom mix. Gezien kolen centrales en dergelijke doorgaans bijgestookt kunnen worden met biomassa. Maar wat deze biomassa precies inhoudt kan sterk verschillend. Van houdt tot palmolie en groenresten. De energiewaarde die hiermee gepaard gaat ligt puur aan de combinatie van materieel dat in de biomassa zit. Er zijn verschillende manieren om van biomassa elektriciteit te produceren: directe verbranding, vergassing/vergisting voor syngas productie en het bekrachtigen van fuel cells met dit syngas. Uiteindelijk komen alle toepassingen neer op het verbrand van de biomassa, opgewaardeerd of niet. Hierbij komt niet alleen elektriciteit vrij maar ook veel warmte. De meeste van deze systemen zijn daarom ook op grote schaal, al is er wel ontwikkeling op kleinere schaal, namelijk de micro Biomass-CHP (combined heat and power), een innovatietype dat ditzelfde uitvoert op kleinere schaal. Deze biomass-CHP's bestaan van 125 kWh tot 1,25 MWh aan elektriciteit, de 125 kWh variant produceert daarbij ongeveer 780 kWh aan warmte. Waarbij de kleine variant 26 °C produceert en wanneer opgeschaald tot 250 kWh aan 165 °C kan produceren. Biomassa die doorgaans in een dergelijk systeem kunnen zijn: hout snippers, hout afval van eenzelfde bron, kippen mest, agricultuur resten en afval, compost, tuin afval, papier en karton. Liggend aan de voeding van het systeem kan het systeem het hele jaar draaien of een half jaar, ook de geleverde energie zal sterk liggen aan het type input. Betreffende grote van een dergelijke installatie moet gedacht worden aan 3 zee containers voor het kleinste model, gezien er veel processen aan te pas komen bij de verwerking van de biomassa, zie Figuur 25 voor voorbeeld (Biomass Power) (Leilei Dong, 2009) (Energy informative) (Milieucentraal).



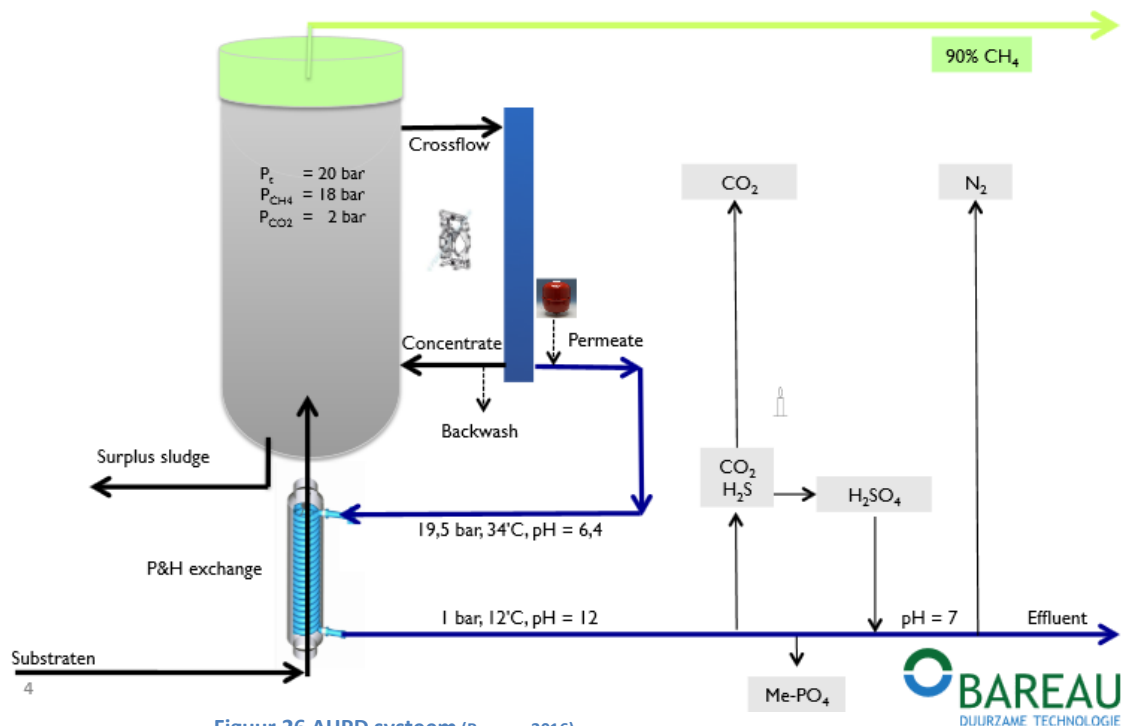
Figuur 25 Voorbeeldproces Biomass-CHP (Biomass Power)

Gas

Gas is de tweede grondstof die het centrumlandschap nodig heeft, het grootste deel hiervan zal gebruikt worden voor het verwarmen van gebouwen. Als elektrisch gekookt wordt kan er van uitgegaan worden dat de gasvraag volledig bestaat uit verwarming. De totale gasvraag van het centrumlandschap komt gemiddeld neer op 414.000 m³ aardgas per jaar. Warmteverlies door slechte isolatie brengt dit op een gemiddelde van 476.000 m³. Hiervan is de bijdrage van bewoners en winkels & dienstverlening ongeveer gelijk in een 50-50 spreiding, waarbij ze samen staan voor het totale gebruik. Zorg draagt niet bij aan de gasvraag gezien de bewoners deze vraag vertegenwoordigen. Deze gasvraag kan ook op een duurzame manier voorzien worden. Dat kan op twee manieren: het gas duurzaam produceren of een alternatieve duurzame warmtebron verzorgen, mits elektrisch gekookt kan worden. Duurzame warmte wordt apart behandeld, dit hoofdstuk concentreert zich op het duurzaam creëren van gas.

AHPD

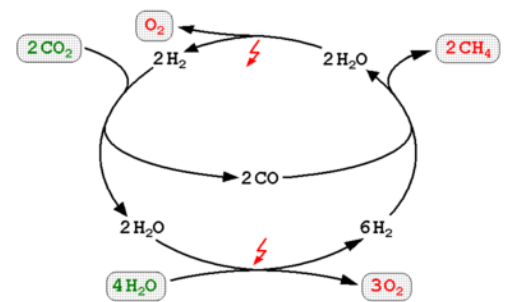
Biogas is de eerste optie, dit kan opgewaardeerd worden tot aardgas kwaliteit en komt voort uit vergistingsprocessen van biomassa. Mono-vergisting bestaat hierbij uit een enkele reststroom van meestal industriële uitkomst, terwijl co-vergisting gebruik maakt van meerdere stromen. Een innovatie die al deze stappen bundelt is de AHPD (autogenerative High Pressure Digester) van Bareau, Figuur 26. Deze vergister gebruikt biologisch geproduceerde druk om groengas (biologisch geproduceerd methaan) van het CO₂ te scheiden. Dit houdt in dat opwaardering niet nodig is en de installatie een groot stuk compacter en energie efficiënter is. Deze AHPD voorziet ook van zijn eigen vereiste energie, het enige wat nodig is, is de toevoeging van biomassa en een periode om de bacteriebevolking op gang te krijgen. Deze installaties komen in allerlei maten en worden op maat gerealiseerd. Net als bij elektriciteitsproductie uit biomassa zal de geproduceerde energie, in dit geval hoeveelheid gas, volledig liggen aan wat in de machine gestopt wordt, en hoeveel dit is. Deze installatie werkt daarbij goed op afvalwater, zuiveringsslib en reststromen van de landbouw. Dit houdt in dat er een mogelijkheid is om gebruik te maken van lokale, geurloze, (voor)zuivering van het afvalwater om groengas te produceren (Bareau, 2016) (RVO 2, 2016).



Figuur 26 AHPD systeem (Bareau, 2016)

Power to gas

Power to gas is het principe van het omzetten van water in zuurstof en waterstof door elektrolyse. De toepassing van power to gas wordt op het moment vooral gezien als een beheersmaatregel in het afvangen van piekstroom van duurzame bronnen en dit vervolgens om te zetten in gas. Hierbij kan het waterstofgas zijn of methaan door het te laten reageren met CO₂, Figuur 27. Liggend aan de compressie varieert de efficiëntie van elektriciteit -> aardgas kwaliteit van 49%-65%. Voor de productie van waterstofgas (H₂) kan de energie-efficiëntie rond de 8% hoger liggen, afhankelijk van de techniek. Dit komt neer op een marge van 54% tot 77%. De beheer-variant van power to gas: elektriciteit -> gas -> elektriciteit voor piekafvangst wordt behandeld in het hoofdstuk beheer. Deze innovatie houdt daarbij in dat het elektriciteitsgebruik omhoog zal gaan met 5.806.000 kWh/j tot 9.975.000 kWh/j om het huidige centrumlandschap van gas te voorzien. Gezien een standaard kubieke meter aardgas een bovenwaarde heeft van 9,7 kWh, uitgaande van de zuinigste en minst zuinige mogelijkheid en een efficiëntie variërende tussen 49-65%. Dit is minimaal een verdrievoudiging van elektriciteit vraag van gemiddeld 2.722.000 kWh/j naar gemiddeld 8.528.000 kWh/j. (Jensen, 2015) (Jansen & van Leeuwen, 2015).



Figuur 27 Methaan productie van power to gas (Jensen, 2015)

Water

De watervraag van het centrumlandschap ligt gemiddeld op 11 miljoen liter per jaar. Hiervan zijn de grootste gebruikers de douche met 43%, het toilet met 28% en de wasmachine met 12%. Echter kan al het watergebruik behalve drinkwater en douche met regenwater gevoed worden om zo de watervraag te reduceren, dit ontlast het milieu. Regenwateropvangsystemen (RWOS) zijn er in drie soorten: een pompsysteem zonder omschakeling, een automatisch bijvulstelsysteem en een automatisch omschakelsysteem. Het eerste systeem zuigt water aan uit een gelimiteerde opslag, op is op. Het automatische bijvul systeem vult deze opslag aan met drinkwater wanneer deze dreigt op te raken. Hierbij bestaat een kans dat er meer drinkwater aangesproken wordt dan nodig is. Het derde systeem schakelt automatisch over op de normale wateraansluiting wanneer de voorraad regenwater in de opslag ontoereikend blijkt. De grote van de tank die past bij het gebouw hangt af van het gebruik, en het dakoppervlak. Tabel 20 geeft hiervoor de vuistregel betreffende dakoppervlak. Het installeren van een dergelijk regenwateropvangsysteem duurt in bestaande bebouwing gemiddeld 1 a 2 dagen. Dit maakt de maatregel ook uitermate geschikt voor bestaande bebouwing. De keuze van tank is ook redelijk verschillend, er zijn tanks waar het filtersysteem al ingebouwd zit, dit scheelt aan infrastructuur maar dient wel bereikbaar te blijven. Gewone tanks hebben een extra filterstation of overloop nodig om van bladeren, insecten en dergelijke af te komen. Echter is het afvangen van regenwater niet altijd wenselijk voor het bodemleven en de omliggende natuur. Gezien de positie van Borger op een verhoogd stuk in het Geopark de Hondsrug is dit een complex hydrologisch vraagstuk. Hierbij hangt het samen met de doorlatendheid van de aangetroffen zandgronden, de capillaire zone, de oppervlakte, de fractie organische stof, stijghoogten etc. Dit is een onderzoek op zich, om deze reden wordt uitgegaan van twee mogelijke situaties: Er kan afgevangen worden en er kan niet afgevangen worden (Borger-Odoorn, 2014) (Duurzaam bouwloket, 2016). (Regenwateropvangsystemen.nl) (Kuller, Dolman, Spiller, & Vreeburg, 2014).

Dakoppervlak	Inhoud tank (L)
50 - 60 m ²	3.000 liter
61 - 80 m ²	4.000 liter
81 - 100 m ²	5.000 liter
101 - 120 m ²	6.000 liter
121 - 140 m ²	7.000 liter
141 - 160 m ²	8.000 liter
161 - 180 m ²	9.000 liter
181 - 200 m ²	10.000 liter
+ 200 m ²	5.000 liter per 100 m ²

Tabel 20 Tankgrote regenwatersysteem t.o.v. het dak oppervlak (Duurzaam bouwloket, 2016)

Warmte

Warmte is al meerdere malen aan bod gekomen als restproduct bij de andere vragen van het centrumlandschap. Echt is warmte zelf ook een vraag, zeker in de winter. De innovaties die dit als extra of rest product produceren worden hier wederom behandeld maar ditmaal om hun warmte aspect. Daarbij worden nog andere innovaties betrokken die geconcentreerd zijn op de productie van warmte. Hiervoor zijn de zon gebaseerde warmte producties omgerekend tot jaarlijks gemiddelde, het merendeel van deze productie zal echter in de zomer plaats vinden. Tabel 21 toont een scala aan verschillende eenheden als het aankomt op de productie van warmte. Dit komt omdat de ene innovatie de ander niet is, echter kan alles terug gebracht worden tot het gas dat bespaard kan worden uit het net. (Milieu centraal, 2016) (Praktisch duurzaam, 2011) (AES, 2014) (Stimular).

Innovatie	Productie per jaar	Gasbesparing (m3/j)
PVT	80-120 kWh elektriciteit en 388 kWh warmte per m ² paneel	40 per m ² paneel
Zonneboiler	548 kWh warmte per m ² paneel	57 per m ² paneel
Biomass-CHP	125-1250 kWh elektriciteit en 390 -7800 kWh warmte per unit	40-804 per unit
Warmtepomp	30-50 kWh warmte per 10 kWh elektriciteit	4 per 10 kWh elektriciteit
Micro-WKK	1,39 kWh elektriciteit en 9,7 kwh warmte per m ³ gas	-240 per unit

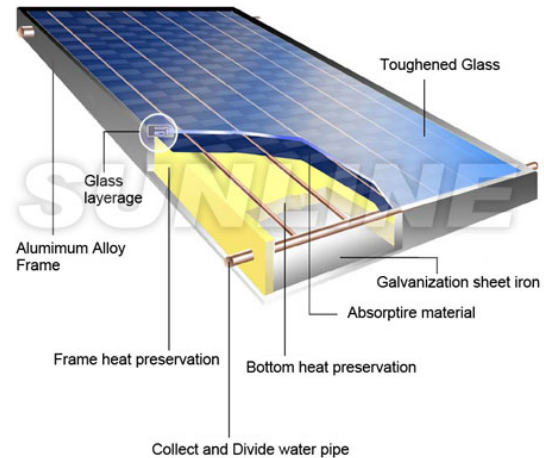
Tabel 21 Productie en besparing warmte innovaties (Milieu centraal, 2016) (Praktisch duurzaam, 2011) (AES, 2014) (Stimular)

PVT paneel

Al eerder aan bod gekomen is het PVT paneel, onder de noemer elektriciteit uit zon. Echter produceert het PVT paneel ook een redelijke dosis warmte koelen van het paneel. Zoals eerder gezegd doet hij onder voor de zonneboiler in termen van warmte productie, maar produceert daarbij ook elektriciteit. Dit maakt het PVT paneel het efficiënts als zowel elektriciteit en warmte het hele jaar door gevraagd worden (Stimular) (RVO 8).

Zonneboiler

De zonneboiler of zonnecollector is even als de standaard pv panelen een bekende verschijning op daken en ziet er doorgaans niet veel anders uit dan een polykristallijn paneel, Figuur 28. De werking is echter anders, het paneel gebruikt de energie uit het zonlicht om warmte op te wekken in plaats van elektriciteit. Deze warmte wordt via warmtewisselaars naar de behoevende bebouwing geleid. De gemiddelde zonneboiler bestaat uit units van 2,75 m² en is daarom wat lastiger te plaatsen dan de pv(t) panelen (1,65 m²) (Sunline) (Stimular) (AES, 2014)



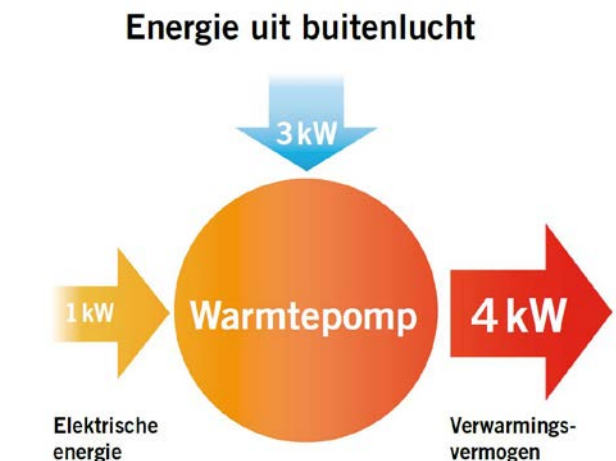
Figuur 28 Zonnecollector (Sunline)

Biomass-CHP

Even als het PVT paneel produceert de Biomass-CHP zowel warmte als elektriciteit. De biomass-CHP bestaat in veel maten en liggend aan de voeding kan de warmte productie sterk variëren. Bij het kleinst mogelijke system met een draaitijd van een half jaar wordt 390 kWh per jaar aan warmte geproduceerd. Een zo groot mogelijk systeem nog haalbaar voor toepassing in Borger dat door goede voeding het hele jaar kan draaien produceert 7800 kWh per jaar. Deze units zijn echter wel van redelijk formaat en hebben een toestroom aan biomassa nodig (Biomass Power) (Leilei Dong, 2009) (Energy informative) (Milieucentraal).

Warmtepomp

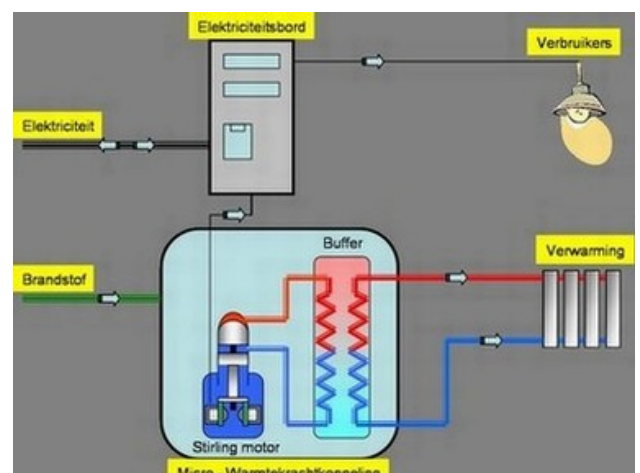
Warmtepompen werken met COP (coëfficiënt of performance) en zijn er in sterk uiteenlopende maten en gebruikmakend van verschillende bronnen. De COP geeft daarbij aan hoe efficiënt een dergelijk systeem is, met een COP van 4 wordt bijvoorbeeld 400 kWh warmte gehaald uit 100 kWh aan elektriciteit. Dit houdt wel in dat elektriciteitsgebruik binnen het gebied zal stijgen. De gemiddelde COP van warmtepompen ligt rond de 3-5. Dit is een efficiëntie van boven de 100% wat onmogelijk zou moeten zijn, echter is dit niet het geval gezien de warmtepomp de elektriciteit gebruikt om de warmte van bron naar gebouw te verplaatsen en te condenseren en niet op te wekken, Figuur 29. De energie wordt dus onttrokken uit de omgeving met 300-500 kWh per 100 kWh aan elektriciteit. Deze onttrokken energie kan, zoals gemeld, komen uit verschillende bronnen maar ook met verschillend medium. Bronnen zijn onder te verdelen in bodem, lucht en water terwijl het medium voor warmte wisseling doorgaans water of lucht is. Voor de plaatsing van een warmtepomp is vooral de bron van belang. Een zanderige bodem is daarbij minder geschikt voor een warmtepomp, gezien de pomp meer oppervlakte nodig heeft om aan zijn warmte te komen. Als er grondwater aanwezig is, dus beneden de stijghoogte, wordt deze oppervlakte al snel gehalveerd. Echter is dit niet het geval in Borger, gezien de stijghoogte en ligging op een zandrug. De algemene regel hierin is dat een droge zanderige bodem rond de 10-15 W/m² aan warmte kan leveren aan een horizontale bodempomp, terwijl een bodem met grondwater al snel 30-35 W/m² aan warmte kan leveren bij een horizontaal system. Voor een lucht gebaseerde warmtepomp is dit verhaal niet relevant, die haalt zijn warmte uit de voorbijgaande wind langs het gebouw. Beide van deze varianten kunnen ook de andere kant op werken om te koelen, maar verliezen efficiëntie bij kouder weer. Een verticale bodempomp heeft hier minder last van maar kan duurder uitpakken om aan te leggen, liggend aan bodem en diepte (DINOloket) (TNO, DINOloket, Ministerie van Economische Zaken, NL Olie- en gasportaal, 2013) (Groenpand, 2015) (Lowe, 2011).



Figuur 29 Werking warmtepomp (Groenpand, 2015)

WKK en micro-WKK

Een Warmte kracht koppeling is een verwarmings-methode, op gas gestookt zoals een normale HR ketel, die ook elektriciteit opwekt. De micro variant wordt hierbij ook wel de HRe ketel genoemd. Deze installaties kunnen, hoewel ze meer gas gebruiken (gemiddeld 240 m³ per unit) een elektriciteitsvoordeel opleveren. De consensus is dat een micro-WKK die 1.650 m³ gebruikt (vanaf dit punt wordt het financieel rendabel) 2.300 kWh aan elektriciteit produceert op jaarbasis. Dit houdt in dat een Micro-wkk niet interessant is voor kleinere gebouwen met laag gasgebruik door de verhoogde gasconsumptie. Voor gebouwen die met maatregelen nog boven de 1.650 m³ consumptie zitten zou deze innovatie toepasbaar zijn gezien de totale CO² uitstoot en kosten omlaag gaan (Milieu centraal, 2016) (Vlaams Elektro Innovatiecentrum, 2007).



Figuur 30 Schematische versimpelde werking van een micro-wkk (Vlaams Elektro Innovatiecentrum, 2007)

Beheer & Besparing

Behalve het aanleveren van duurzame energie, kan ook gedacht worden aan het beter omgaan met de beschikbare energie. Dit houdt in minder energie verspillen door, het afvangen van de pieken in duurzame energie en deze opslaan of beter benutten. Voor elektriciteit kan geargumenteed worden dat de duurzame stroom simpelweg verkocht kan worden aan het net als productie hoger is dan lokaal gebruik. Duitsland koos voor deze optie en dit zorgde ervoor dat gedurende piek wind en zon uren de prijs van duurzame elektriciteit erg laag ligt, tenzij uitgegaan kan worden van een standaard tarief. Daarbij is het een mogelijkheid om deze lokale energie ook lokaal te gebruiken, resulterend in minder transport en omzettingsverlies. Opties voor beheer kunnen verdeeld worden in twee categorieën, reductie van de vraag en opslag van energie.

Isolatie

Niet zo zeer een innovatie in de zin dat het nieuw is, maar een goede isolatie kan sterk schelen in het gebruik van energie. Ongeveer 15% van de gasvraag van het centrumlandschap zal hem zitten in slechte isolatie op basis van de bouwjaren van de gebouwen. Dit is een kleine 66.000 m³ aan gas per jaar. Hoe de bebouwing in het centrumlandschap geïsoleerd is, is zoals eerder genoemd een onbekende. Een groot deel van de bebouwing wordt daarbij ook gesloopt en vervangen door nieuwe bebouwing. Deze zal tot bepaalde hoogte al beter geïsoleerd zijn, maar dit zal het energieverlies van de oudere bebouwing niet oplossen. De bestaande bebouwing die na realisatie van het centrumplan blijft bestaand controleren en waar nodig beter isoleren kan sterk bijdragen aan de vermindering van het totale gebruik (Jeths, 2008) (Artikel 5.3 Thermische isolatie, 2015) (Milieucentraal) (Menkveld, 2009) (Borger-Odoorn, 2014).

Demand side management

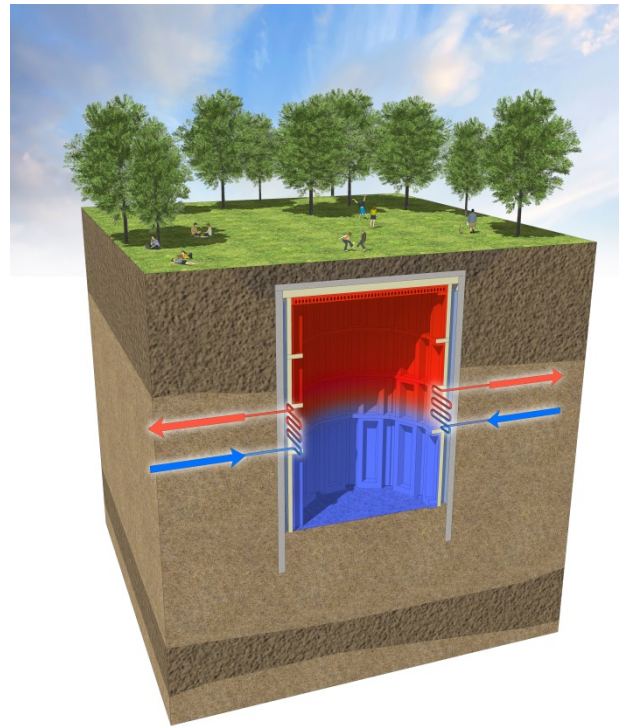
Demand side management is de Engelse term voor wat in wezen neerkomt op het bijsturen van de vraag momenten en hoeveelheden van energie om meer in lijn te lopen met de tijden waarin pieken geleverd worden. De piek uren voor standaard gebruik zijn in de ochtend en de avond, terwijl de productie van duurzame energie, mede door de kwantiteit aan zon, doorgaans gebonden is aan de middaguren. De oplossing hiervoor is apparaten en andere activiteiten die veel energie vragen te sturen naar zo min mogelijk en het liefst in het middag uur. Dit kan smart gedaan worden. Als voorbeeld een simpele wasmachine die van te voren kan worden ingesteld, maar pas begint met draaien als de energie prijs op het middaguur zijn dal-punt heeft bereikt. Dit is niet alleen gunstig voor duurzame energie, maar ook voor de gebruiker. Hier zit een stuk sociale bewustwording aan vast, niet alleen om het gebruik zo veel mogelijk te verminderen, maar ook om meer te sturen op dit middaguur. Het resultaat bij een dergelijke aanpak is doorgaans dat het totale gebruik lichtelijk daalt en de energie kosten meer dalen dan men zou verwachten met een kale reductie in gebruik, gezien energie tijdens piek productie uren goedkoper is. Een dergelijke maatregel houdt altijd in dat met de betrokken partijen om tafel gegaan wordt en een bewustwording en gemeenschappelijk doel gesteld wordt. Voor het centrum landschap zal deze doelgroep voornamelijk bestaan uit de winkels & dienstverlening, gezien deze groep het voor het merendeel het stuurbare gebruik vertegenwoordigd (Davito, Tai, & Uhlener, 2010) (Mohsenian-Rad, Wong, Jatskevich, Schober, & Leon-Garcia, 2010).

WKO

De Warmte-koude opslag doet precies wat de naam doet vermoeden, het slaat thermische energie op in bronnen om zomers te koelen en in de winter te verwarmen. Dit wordt bereikt door het diepe bodemwater te gebruiken als buffer. De nieuwere generatie aan WKO's gebruiken de watervoerende lagen rond de 500-600 meter onder het maaiveld. Met behulp van een warmtepomp wordt het gebouw verwarmd en gekoeld, de warmte die zomers weg gepompt wordt met het koelen wordt opgeslagen in de warmtebron, deze warmte kan vervolgens in de winter terug gepompt worden om het gebouw deels te verwarmen. WKO systemen hebben hierbij toegang nodig tot het grondwater en zijn afhankelijk van het bodemtype of er gunstig gebruik gemaakt kan worden van de opslag van energie (Provincie Drenthe, 2016) (de Vree, 2014).

Ecovat

Het ecovat gebruikt daarbij hetzelfde seizoen patroon als een WKO. Echter maakt het ecovat gebruik van thermische stratificatie van water om de efficiëntie van de warmteopslag sterk te verhogen. Hierbij wordt niet het diepe bodemwater, maar het hoger gelegen freatisch pakket gebruikt. Het principe is dat een betonnen 'vingerhoed' van bepaalde diameter in de grond aangebracht wordt onder maaiveld, Figuur 31. De grote hiervan hangt af van de aangesloten warmtevraag. Het maakt hierbij wel gebruik van het bodemwater, dit moet daarom wel met voldoende mate beschikbaar zijn in het gebied. De stratificatie van dit water wordt daarmee op peil gehouden door een lucht-water warmtepomp. Dit houdt in dat het ecovat een elektriciteitsgebruik heeft relatief aan de buiten temperatuur. De meerwaarde van een dergelijk systeem is dat het overtollige, onbenutte warmte, zoals geproduceerd door PVT panelen en zonneboilers in de zomer, efficiënt kan opslaan voor later gebruik als er vraag naar is. Daardoor is het systeem een combinatie van een WKO en wijkverwarming die simpel te voeden is duur duurzame energie. Voor het Centrumlandschap houdt dit in dat er rekening gehouden moet worden met een warmtevraag van 170 huishoudens in appartementen. Hieraan kan de warmtevraag van de winkels worden toegevoegd wat bij benadering neer komt op rond 380 huishoudens. Dit betekent dat bij benadering een vat met een inhoud van 43.000 m³ voldoende moet blijken. Een dergelijk vat kent per jaar een bepaald aantal laadcyclie, wordt dit met grijze elektriciteit gevoed kost een dergelijke laadcyclus €170.000,-. Het vat zelf kent een investeringskosten van rond de 1,5-2 miljoen euro (Beeren, 2015) (van den Bosch, 2015) (Drijver, 2012).



Figuur 31 Ecovat, orde van grote, ligging en functioneren

Hydrogen storage/Fuel cells

Hydrogen storage, ofwel de waterstof batterij slaat elektriciteit op in waterstof door middel van hydrolyse. Het waterstof kan vervolgens weer omgezet worden in elektriciteit door het te laten reageren met zuurstof of een andere oxidator. Deze stoffen kunnen verschillen en zijn daarom makkelijk te combineren met de Biomassa productie van elektriciteit die ook gebruik kan maken van deze fuel cells. In vergelijking tot andere batterij typen is een waterstof batterij erg ruimte en capaciteit efficiënt, echter niet geheel zonder keer zijde. Er dient erg voorzichtig en methodisch om te worden gegaan met waterstof. Door de molecuul grote kan het ook niet in een standaard pijpleiding of opslag tanks. De capaciteit van deze systemen varieert maar is in theorie groot op te schalen gezien de opslag in gasvorm plaatsvindt, wel moet hierdoor rekening gehouden worden met transitie verliezen die sterk kunnen oplopen. (Dicks & McDonnald, 2003) (Watanabe, 2008) (Leilei Dong, 2009).

Bijlage 3: Haalbaarheidsbeschrijving van de innovaties

Net als bijlage 2 is de haalbaarheid uitgesplitst naar Elektriciteit, Gas, Water, Warmte en Besparing, gezien de wetgeving en financiële factoren grotendeels overeenkomen in deze groepen.

Elektriciteit

Betreft uitstraling is het gebruik van zonnepanelen en wind een plus en een min, het straalt een duurzaam karakter uit dat bijdraagt aan de aantrekkingskracht van Borger. Echter staat het de uitstraling van een authentiek dorp in de weg door de moderne uitstraling van de panelen die mogelijk slecht samengaan met de rest van het centrumlandschap. In het geval van biomassa moet rekening gehouden worden met extra verkeer en geur. (Gemeente borger-odoorn, 2014).

Op wetgevend vlak worden zonnepanelen sterk gesteund, gezien deze al een aantal jaren ingedeekt zijn in de elektriciteitswet (1998), de wet belastingen op milieugrondslag en het burgerlijke wetboek, boek 5. Hierbij gaat het om het particuliere gebruik van zonne-energie op eigen en andermans dak, gezamenlijk of alleen. Hoe er gebruik van gemaakt moet worden in Borger valt nog te zien, maar er is een breed aanbod aan mogelijkheden. De geldende bestemmingsplannen voor Borger stellen dat een eigen inrichting voor duurzame energieproductie een no-go is. Het is wel toegestaan zolang het object gebruikt wordt voor de energievoorziening van de inrichting waar het bij hoort. Dit maakt dat de grotere van de kleinschalige windturbines afvallen gezien ze deel moeten uitmaken van een andere inrichting. Dit houdt ook dat de plaatsing zich zal behouden tot daken. Biomassa wordt in het energieakkoord gestimuleerd, echter zitten hier voorwaarden aan verbonden, even als bij het transport van de biomassa en geur en geluidsoverlast van de innovaties (Borger-Odoorn, 2014) (Gemeente Borger-Odoorn, 2009) (Agentschap NL, 2012) (Milieucentraal).

Technisch gezien zijn voor zon veel mogelijkheden, de zon werkt voldoende mee, de oppervlakte zijn voor nu beschikbaar en de infrastructuur is geschikt. Zonnestroom kan zowel op daken, muren, ramen als het verharde straatoppervlak, echter is zonnestroom niet de enige toepassing die gebruik wil maken van oppervlakte. Daarbij zal de productie verlopen in pieken en dalen en in het geval van een PVT paneel moet de infrastructuur bijgewerkt worden om ook te voorzien in de warmteopbrengst. Het is daarbij nog maar de vraag of de ruimte beschikbaar is voor windturbines. Het centrumlandschap van Borger heeft een aantal redelijk hoge gebouwen, vier verdiepingen, en een goed aantal bomen in het zuiden van het gebied. Daarbij zullen niet alle daken geschikt zijn voor deze kleinschalige turbines of panelen. Voor biomassa is het de vraag of er genoeg aanbod is aan grondstoffen. Het omliggende landschap kan hier uitkomst in bieden in de vormen van groen afval uit de omgeving en omliggende agricultuur. Daarbij zal de daadwerkelijke productie sterk liggen aan de kwaliteit en het type biomassa dat als brandstof gebruikt zal worden. Dit zal voor de locatie geanalyseerd en geoptimaliseerd moeten worden met in achtneming van de omliggende omgeving (Gemeente borger-odoorn, 2014) (Biomass Power) (Milieucentraal) (Hermes, 2016) (Borger-Odoorn, 2014) (Agentschap NL) (Stimular).

Financieel gesproken worden zonnepanelen zowel op nationaal als Europees vlak goed ondersteund. Zonnepanelen staan op de energielijst (2016, code 251102) en komen met voeltoelagen van een aantal voorwaarden in aanmerking voor een energie investeringsaftrek. Dit houdt in dat 58% (2016) van het te investeren bedrag ten laste gelegd mag worden aan de winst. Ook komen de zonne-energie toepassingen in aanmerking voor de SDE+. Deze maatregel vergoedt het verschil tussen kostprijs van de duurzame energie ten opzichte van grijze energie. Het staat hierbij vrij te kiezen welke maatregel te kiezen. Tot slot is het nuttig om te melden dat hoe meer panelen geïnstalleerd worden hoe kost effectiever de installatie kan verlopen, dit kan aardig schelen in de investeringskosten. Kleinere windturbines verdienen zelden gedurende hun levensperiode hun investeringskosten terug, geproduceerde elektriciteit zou voor 25 cent per kilowattuur verkocht moeten worden wil de gemiddelde kleine turbine financieel rendabel wezen. Daarbij fluctueren de kosten van individuele turbines zo sterk, wat onzekerheid met zich mee brengt. Verder wordt klein wind niet gezien als een middel voor het behalen van nationale doelstellingen. Gezien de kleinschalige windenergie branche zich nog dient te bewijzen. Daarom bestaan voor kleinschalige wind weinig tot geen subsidie mogelijkheden buiten crowd-funding in energie coöperaties en deels uit de EIA (Energie Investeringsaftrek) met restricties. Voor Biomassa liepen programma's van 2003-2006 en 2008-2012 programma's die direct of indirect stimuleerden. Deze programma's lopen helaas niet langer dus kan hier geen aanspraak op gemaakt worden, wel valt biomassa nog steeds onder de SDE+ en EIA (Milieu centraal) (M. Narayanaa, 2012) (Mertens, Resultaten testveld kleine windturbines Schoondijke, 2012) (Agentschap NL) (Bakema, 2016) (Stimular) (RVO 8) (RVO 6, 2016) (RVO 1, 2016).

Gas

Op sociaal gebied is het de versterkte verkeersdrukte in het centrumlandschap die gas innovatie zal bemoeilijken als het gaat om biomassa. Daarbij vraagt power to gas een installatie van redelijk formaat wat sociaal gezien niet past in het centrumlandschap.

Wetgevend zal de productie van gas hier ook mee te maken hebben. Het valt onder milieu reglementen, dit houdt in dat het niet overal gerealiseerd kan worden. Een dorpscentrum is hier een goed voorbeeld van, hier zijn industriële toepassingen niet volgens structuurvisie. Kleinschalig, onzichtbaar en geïntegreerd in de energievoorziening van een inrichting als Borgerhof blijven er echter wel mogelijkheden open (Gemeente Borger-Odoorn, 2009) (Jensen, 2015).

Technisch gezien is er een grote kans voor bio-vergisting gezien het AHPD systeem kan werken met afvalwater en dat in het centrumlandschap al aardig geconcentreerd voorkomt op één of twee locaties bij de verzorgingshuizen. Ook het bouwen van een dergelijk systeem kan gelijk lopen met het lopende centrumlandschap plan. Wel zijn voor power to gas nog aardige zorgen gezien een dergelijk systeem een behoorlijke infrastructuur en energietoevoer vereist (Borger-Odoorn, 2014) (Jensen, 2015).

Op financieel gebied bestaat echter een redelijk verschil. De productie van energie uit biomassa valt zowel onder de SDE+ als de EIA en heeft daarbij ook mogelijkheden tot crowdfunding in energie coöperaties. Voor power to gas moet echter niet alleen naar investering gekeken worden, hierbij moet ook gedacht worden aan de kosten van elektriciteit ten opzichte van de kosten van gas. Per energie inhoudt is gas in Nederland nu eenmaal goedkoper. Dit houdt in dat tenzij de pieken genoeg energie leveren, dit systeem financieel sterk onder druk zal komen te staan. Betreffende de financiering is power to gas aangewezen op energie coöperaties of een onderzoek subsidie (Milieucentraal) (RVO 1, 2016) (RVO 2, 2016) (RVO 6, 2016).

Water

Wederom een voorbeeld waarbij het sociale aspect afhankelijk is van inlichting en dialoog, echter zal de hinder ondervonden voor het afvangen van hemelwater beperkt zijn. Gezien er door de occupatie laag geen speciale rekening gehouden hoeft te worden met een dergelijke toepassing. Daarbij hoeft niemand het systeem te zien, zolang men te maken heeft met een automatisch omschakel systeem voor was en toilet zal het geen enkele merkbare invloed hebben op het dagelijks leven.

Wetgevend gezien kan er spraken zijn van een vergunningplicht, dit ligt aan de diepte van het plaatsen van een ondergrondse tank. In Borger zou dit mits aan deze plicht voldaan wordt geen verdere belemmeringen zijn (Duurzaam bouwloket, 2016) (Gemeente Borger-Odoorn, 2009).

Op technisch vlak is dit het ideale moment met de vernieuwing van het Borgerhof met 90 huishoudens. Daarbij zijn de meeste bewoners geconcentreerd in het zuidwesten van het gebied. Hierbij kunnen de tanks en het afvang systeem ook meegenomen worden in het ontwerp. De overige huishoudens van het gebied zijn ook aansluitbaar, maar voor deze inrichtingen wordt het plaatsen van de tank een groter dilemma. Gezien de bebouwing het grootste deel van het gebied in beslag neemt, en tanks onder wegen veel duurder uitpakken door de nodige versterking (Borger-Odoorn, 2014) (Duurzaam bouwloket, 2016). (Regenwateropvangsystemen.nl)

Financieel gesproken zijn er weinig opties betreffende subsidies, voor energie coöperaties kan gebruik gemaakt worden van FEH, tot een max van 15.000 Euro per woning. Dit is echter wel in de vorm van een lening (RVO 4, 2016) (RVO 6, 2016) (RVO 1, 2016).

Warmte

Op sociaal gebied vallen veel van deze innovaties onder zon of biomassa. Dit houdt in dat warmte vanuit zon weinig tot geen sociale hinder ondervindt, waarbij biomassa realiseren lastiger zal zijn. De warmtepomp valt hierbij onder dezelfde noemer als zon, innovaties waar geen rekening mee gehouden hoeven te worden en passief baten opleveren vanuit het perspectief van de occupatielaag zullen weinig tot geen hinder ondervinden.

Wetgevend hebben we ook te maken met veel verschillen tussen de innovaties, zo wordt energie uit de zon ondersteund uit verscheidene wetten. Biomassa wordt zoals genoemd ondersteund door het energieakkoord om dit een nieuw impuls te geven. Wel moet hier rekening gehouden worden met geur en geluidsnormen in verband met de aanlevering van biomassa. Een micro-wkk is toegestaan, als echter gekozen wordt voor een gesubsidieerde financiering komen er extra regels bij kijken. Voor de warmtepomp geldt een vergunningplicht voor alle toepassingen boven de 70 kW, voor overige warmtepompen geldt een meldplicht (Agentschap NL, 2012) (Gemeente borger-odoorn, 2014) (Biomass Power) (Milieucentraal) (Ministerie van infrastructuur en Milieu, 2013).

Technisch gezien zijn voor zon en warmte veel mogelijkheden, al zijn dit wederom veel innovaties die het dakoppervlak als standplaats nodig hebben. Warmtepompen hebben hier minder last van en nemen meer ruimte in op het gebied van bodemoppervlak als voor horizontaal gekozen wordt, echter is de bodem in het gebied niet het minst geschikt van alle mogelijkheden tenzij grondwater langer kan worden vastgehouden. De micro-wkk is daarbij alleen een optie voor de grotere gebouwen, gezien deze juist meer gebruikt dan een standaard warmte installatie. Tenzij het gebruik hoger is dan 1650 m³ per jaar. De Biomass-CHP is eerder behandeld, deze installatie zal erg afhankelijk zijn van zijn voeding en een constante toestroom van biomassa. Zowel de Biomass-CHP als de zonne-energie hebben sterk last van seizoen pieken, echter kan die van biomassa in de winter plaatsvinden (Borger-Odoorn, 2014) (Stimular) (Milieu centraal, 2016) (Vlaams Elektro Innovatiecentrum, 2007) (Groenpand, 2015) (Lowe, 2011) (Biomass Power) (Leilei Dong, 2009) (Energy informative) (Milieucentraal).

Financieel worden zonnepanelen, biomassa, de micro-wkk en warmtepompen ondersteund door de SDE+. Hierbij geldt voor de micro-wkk een standaard bedrag van 4000 euro per installatie. De EIA ondersteunt verder nog zonne-energie, biomassa, de micro-wkk en warmtepompen, hiervan vallen de micro-wkk en biomassa onder een aantal voorwaarde betreffende capaciteit en voeding. (RVO 3) (RVO 6, 2016) (RVO 1, 2016) (Stimular) (Groenpand, 2015)

Beheer & Besparing

Demand side management zal gefaciliteerd en gestimuleerd moeten worden wil dit effectief toegepast worden. Dit houdt in dat het wederom neerkomt op dialoog met de occupatie laag en wat vanuit deze richting de visie op duurzaamheid is. Voor de technische toepassingen geldt hetzelfde, de haalbaarheid hangt af van de zichtbaarheid en invloed op het dagelijks leven van de occupatielaag.

Wetgevend gesproken zijn er recent nieuwe bouwvoorschriften doorgevoerd die stellen dat de isolatie van bepaald niveau moet zijn. Deze normen zijn strakker dan vroeger, dit houdt in dat nieuwe bebouwing altijd goed geïsoleerd moet wezen. Demand side management is daarbij op vrijwillige basis dus ondervindt geen invloeden van wetten, maar kan wel gestimuleerd worden. Verder geldt in Drenthe een grondwaterbeschermingsregeling, dit houdt in dat het niet altijd mogelijk is bodem energie uit te voeren. Het noordelijk deel van het centrumlandschap ligt in een oranje zone, dit houdt in dat bodemenergietoepassingen hier beperkt inzetbaar zijn. Het zuiden ligt echter in een groene zone, dit houdt in dat ze hier inzetbaar zijn, mits geen schade berokkend wordt aan het bodemwater of drinkwaterwinning. De scheidingslijn is hierbij de N374 (Provincie Drenthe, 2016) (Mohsenian-Rad, Wong, Jatskevich, Schober, & Leon-Garcia, 2010) (Ministerie binnenlandse zaken, 2016).

Technisch gezien is het aanbrengen van isolatie in nieuwbouw geen enkel probleem, even als isolatie in bestaande bouw. De invoer van demand side management kan daarentegen wat problematischer verlopen, een winkel die open is, is dit meestal ook letterlijk en de koelvakken bij de supermarkt draaien constant. Dit houdt in dat het merendeel van het elektriciteit en warmtegebruik bij winkels statisch is, dus niet onderhevig aan piek gebruik. Hier ligt voor het centrumlandschap ook het meeste gebruik betreffende elektriciteit. Voor bewoners zal het voordeliger uit pakken, zolang de piek gebruikers getimed kunnen worden, zoals de wasmachine, echter zal dit weinig opleveren als gekeken wordt naar totaal gebruik binnen het centrumlandschap. Betreffende de opslag van energie wordt de bruikbaarheid van de bodem in twijfel getrokken. Zand bodem is het minst effectief in het opslaan van energie, dit kan verholpen worden door het opslaan in het freatisch bodemwater. Echter is de stijghoogte in het gebied erg gering, dit maakt toepassing van het ecovat mogelijk ook lastiger (Davito, Tai, & Uhlener, 2010) (Mohsenian-Rad, Wong, Jatskevich, Schober, & Leon-Garcia, 2010).

Financieel zijn voor isolatie maatregelen de btw van het arbeidsloon verlaagd naar 6%, dit houdt in het laten aanbrengen van professionele isolatie goedkoper is. Voor de huur sector is de STEP (stimuleringsregeling energieprestatie huursector) een uitkomst. In totaal heeft de rijksoverheid 400 miljoen beschikbaar gesteld vanaf 2014 tot eind 2017 voor de huur sector. De verbetering van de isolatie en daarmee verlagen van energie gebruik en kosten pakken daarbij voordelig uit voor zowel verhuurder als huurder. De verhuurder vraagt meer huur, maar dit weegt niet op tegen de besparing van energie die het de huurder oplevert. Zowel de MIA, EIA en de meerjarenafspraak energie efficiëntie (MJA3) bieden opties voor bodemtoepassingen. Ook in het geval van een misboring wordt uitkomst geboden in de vorm van de SEI aardwarmte. Hierin wordt wel de grote onzekerheid van Borger meegenomen als het gaat om de diepere lagen. Voor de toepassing van fuelcell technologie blijft financiële steun nog uit tot deze techniek zekerder op de markt ligt (RVO 4, 2016) (RVO 6, 2016) (RVO 1, 2016) (RVO 5, 2016) (Milieucentraal, 2015) (RVO 1, 2016).