

Global Sustainability

CONCEPT Eindrapport

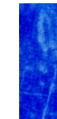
Energievisie Birdaard

Inzet van energiebesparing en duurzame energie voor herstructurering Birdaard

Bosch & Van Rijn
Prins Bernhardlaan 63
3555AC Utrecht
www.boschenvanrijn.nl

Externe Begeleiding:	Drs. Ruud van Rijn
Begeleiding NHL :	Drs. Petra M Esser
Studenten:	Sytse-Auke van der Horn
	Joa Maouche
	Maurice Pascal Pathuis

Noordelijke Hogeschool Leeuwarden
Minor Global Sustainability
Tesselschadestraat 12
8913 HB Leeuwarden



Voorwoord

Van februari 2008 – juni 2008 hebben wij de “Minor *Global Sustainability*” gedaan van de Noordoostelijke Hogeschool Leeuwarden.

Bij de aanvang van deze minor hebben wij bedrijven, instellingen en overheden aangeschreven met de vraag of ze een opdracht hadden waar wij als studenten van de Minor *Global Sustainability* mee aan de slag zouden kunnen gaan. Enkele tientallen bedrijven en instellingen reageerden. Uit alle opdrachten kozen we de aansprekende opdracht van de gemeente Ferwerderadiel. De ambitie en het enthousiasme die uit de opdracht naar voren kwam heeft de keuze voor ons niet moeilijk gemaakt.

Wij kijken terug op een prettige samenwerking met de gemeente en alle andere partners.

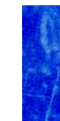
Begeleiding: P. Esser (Noordoostelijke Hogeschool Leeuwarden)

Opdrachtgever: Gemeente Ferwerderadiel, met in het bijzonder: H. Bruinsma
H. Talsma
S. Terpstra

Advies: R. van Rijn (Adviesbureau duurzame energie Bosch & Van Rijn, Utrecht)

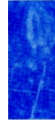
Wij bedanken Petra Esser voor haar kritische, open houding naar ons toe en de gemeente Ferwerderadiel voor haar enthousiasme en het vertrouwen. En in het bijzonder Ruud van Rijn voor zijn sympathieke manier van samenwerken, kennis en begeleiding.

Sytse Auke van der Horn
Joa Maouche
Maurice Pathuis



Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Inhoudsopgave	3
1 Inleiding	4
2 Het nieuwe Birdaard	6
3 Onderzoeksopzet	8
a. De Criteria	8
b. Gevolgde werkwijze	8
4 Referentiesituatie Nieuwbouw	9
a. Referentiesituatie bij alle nieuwbouw alternatieven	9
b. Technieken	9
c. Combinaties	10
d. CO ₂ uitstoot per type object voor de referentiesituatie	11
5 Onderzochte alternatieven	12
5.1 Alternatief 1 – Gebouwde Omgeving	12
5.2 Alternatief 2: Bio-energie	14
5.3 Alternatief 3: Warmte Koude Opslag	18
5.4 Alternatief 4 – Windenergie	20
5.5 Conclusies duurzame energievoorziening Nieuwbouw Birdaard	22
6 Geheel Birdaard CO ₂ neutraal	23
6.1 Uitgangssituatie Birdaard oudbouw	23
6.2 Geheel Birdaard CO ₂ neutraal	23
7 Energetische deelmaatregelen	26
8 Implementatie en draagvlakvergroting	30
9 Duurzame maatregelen op non-energetisch gebied	33
9.1 Grijs water	33
9.2 Vegetatiedak	34
9.3 Duurzaam wagenpark	34
9.4 Duurzaam inkopen	35
10 Overzicht van alle duurzame energie opties	36
10.1 Alle resultaten duurzame energie opties voor de nieuwbouw op een rij	36
11 Conclusies & Aanbevelingen	37
12 Bronvermeldingen	39
Bijlagen	40



1 Inleiding

Duurzame herstructurering

Birdaard is een karakteristiek Fries dorp met 440 huishoudens. Er liggen plannen om het dorp aanzienlijk uit te breiden. De gemeente Ferwerderadiel wil dit graag op een duurzame wijze doen.

Aan de noordzijde van het dorp zullen recreatiewoningen, starterswoningen, seniorenwoningen, een nieuwe basisschool en een multifunctioneel centrum verrijzen. Met in het achterhoofd het idee dat de gemeente binnen afzienbare tijd volledig duurzaam wil zijn, is het nodig een integraal plan op te stellen.

Charette “Integrale Herstructurering Burdaard”

De aanzet voor dit plan is geven in december 2007 door middel van een Charette. Een Charette is een ontwerpbijeenkomst waar in korte tijd door deelnemers van verschillende achtergronden een integraal ontwerp gemaakt wordt. De deelnemers kregen bij aanvang van de Charette de volgende opdracht mee:

- Breng de mogelijkheden voor energiebesparing en de inzet van duurzame energie in de herstructureringsopgave in kaart zodat hiermee een aanzet wordt gegeven voor een energievisie.
- Gebruik de bestaande stedenbouwkundige schets als basis.
- Zoek naar verbindingen tussen de bestaande bouw en de nieuwe ontwikkelingen.
- Geef ook aandacht aan de procesaspecten: welke stappen moeten worden gezet om de ambities te verwezenlijken.

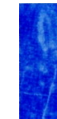
Een belangrijke uitkomst van de Charette was dat er een Energievisie nodig was.

De Charette-rapportage is bij de gemeente te verkrijgen. Deze energievisie gebruikt de Charette-rapportage als uitgangsdokument.

Algemene probleemstelling

De probleemstelling die de gemeente voorgelegd heeft is de volgende:

Hoe herstructureer je een kleine kern, waarin duurzame ontwikkeling van gebouwen, duurzame energie toepassingen en waterhuishouding meegenomen moeten worden.



De onderzoeksvraag is als volgt geformuleerd:

Welke energiebesparing- en duurzame technieken kunnen ingezet worden om de herstructurering van Birdaard zodanig uit te voeren dat, binnen het beschikbare financiële budget, de uitstoot van CO₂ zo laag mogelijk gehouden wordt.

Deze onderzoeksvraag is van toepassing op:

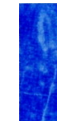
1. Nieuw te bouwen objecten in Birdaard.
2. Geheel dorp Birdaard (gebouwde omgeving).

Dit document bestaat dus uit twee onderdelen, in het eerste deel (hoofdstukken 4 en 5) wordt ingegaan op de nieuwbouw en in het tweede deel (hoofdstukken 6, 7 en 8) op het CO₂-neutraal maken van het gehele dorp. Dit onderscheid is gemaakt omdat de maatregelen die genomen kunnen worden binnen nieuwbouw anders zijn dan de gelimiteerde mogelijkheden die er zijn binnen bestaande bebouwing.

Naast alle technisch-energetische maatregelen zijn we ingegaan op verschillende niet-technische maatregelen en draagvlakvergroting die er mee samenhangen. Tevens is er een hoofdstuk over duurzame maatregelen op non-energetisch gebied (grijs water, vegetatiedak et cetera).

Algemene opmerking

Deze energievisie betreft een “quick scan” haalbaarheidsstudie. Dat betekent dat alle berekeningen *indicatief* zijn.



2 Het nieuwe Birdaard

In Birdaard wordt de volgende nieuwbouw gerealiseerd:

- 22 Seniorenwoningen
- 50 Recreatiewoningen
- 1 Familieaccommodatie (10 families)
- 10 Drijvende elementen
- 1 School
- 1 Multifunctioneel centrum
- 1 Transferium
- Een klein aantal nieuwbouw woningen

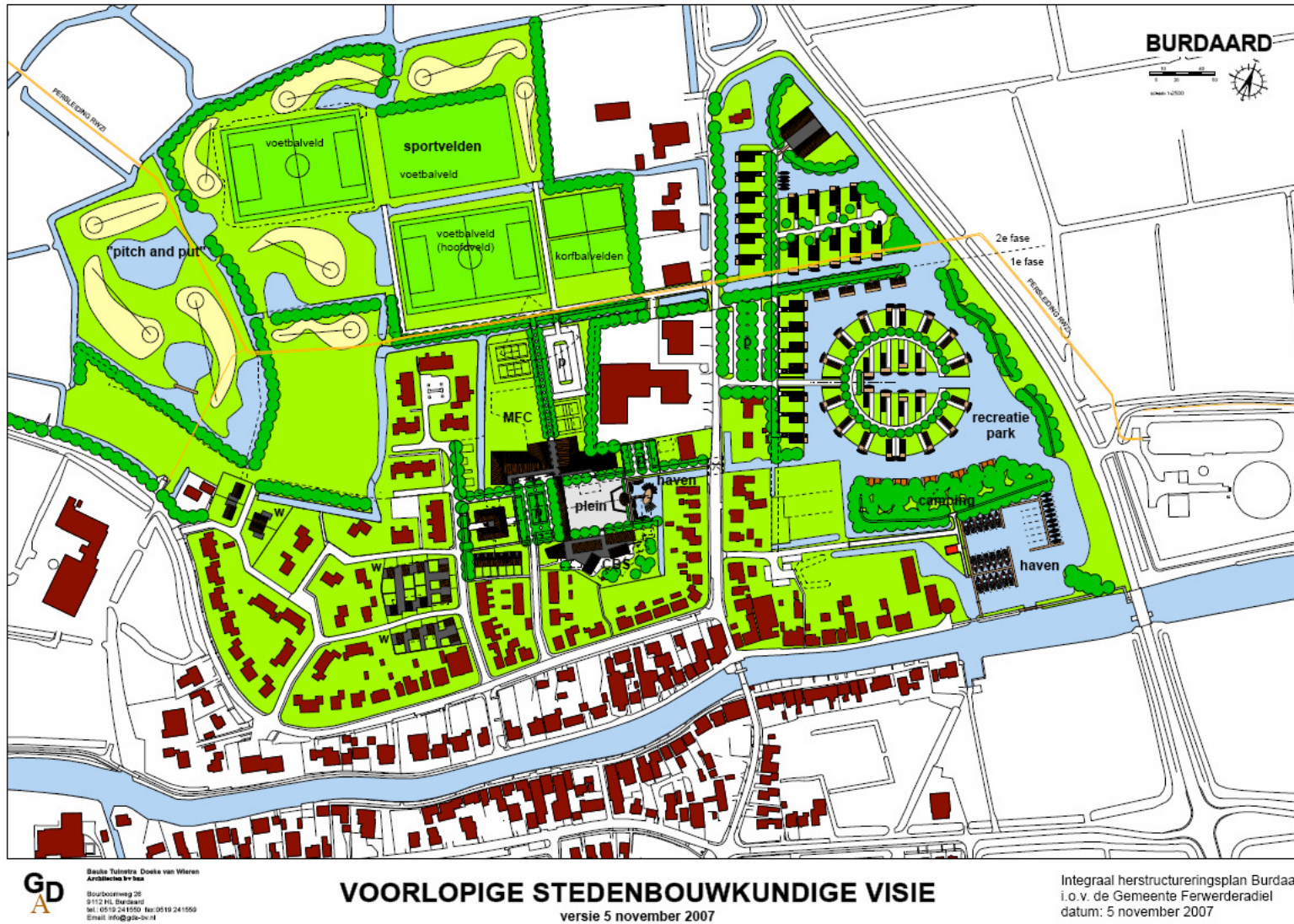
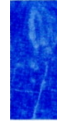
Er zal tevens een nieuwe haven gecreëerd worden waaromheen de recreatiewoningen gelegen worden.
De sportvelden worden verplaatst.

De bestaande situatie is als volgt:

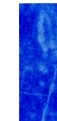
- 440 Woningen van verschillende grootte en bouwperiode.

Zie figuur 1 voor de voorlopige stedenbouwkundige visie.

In figuur 1 zijn de donker gekleurde gebouwen de nieuw te bouwen objecten.



Figuur 1 Voorlopige Stedenbouwkundige Visie



3 Onderzoeksopzet

a. De Criteria

De energievisie wil een aantal alternatieven om duurzame energie op te wekken met elkaar vergelijken.

De onderzoeksopzet is erop gericht om via een viertal criteria de verschillende vormen van duurzame energie tegen elkaar af te kunnen wegen.

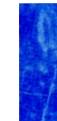
Per alternatief zijn de volgende 4 criteria berekend:

- Absolute CO₂ uitstoot.
- Meerkosten in € t.o.v. de referentiesituatie (EPC=0,8).
- Kosten in € per bespaarde ton CO₂
- Financiële Terugverdientijd (ten opzichte van Referentiesituatie).

b. Gevolgde werkwijze

Gevolgde werkwijze	
1	Energievraag (elektriciteit en warmtevraag) voor nieuwbouw berekend indien er geen duurzame energie maatregelen toegepast worden: de "referentie situatie".
2	Duurzame energie alternatieven bepaald voor de nieuwbouw, 4 technieken: <ol style="list-style-type: none"> 1. Duurzame energie direct in huis opgewekt (gebouwde omgeving) 2. Duurzame energie opgewekt door bio-energie 3. Duurzame energie opgewekt door warmtepompen 4. Duurzame energie opgewekt door windturbines (compensatie-model)
3	Voor alternatief 1: Berekeningen in EPC modellen gedaan voor woningbouw en utiliteitsbouw
4	Alternatief 2 Bio-energie: criteria berekend
5	Alternatief 3 Warmt Koudeopslag: criteria berekend
6	Alternatief 4 Windenergie: criteria berekend
7	Energieverbruik (elektriciteit en warmtevraag) bestaande bouw berekend.
8	Mogelijkheden om geheel Birdaard energieneutraal te maken berekend: <ul style="list-style-type: none"> - Geheel CO₂ neutraal door eigen opwekking - Compensatie (groene stroom, windenergie en bio-energie) - Inzicht in deeloplossingen (spaarlampen, EPA's, domoticapakket, zonneboilers, directe feedback)
9	Gekeken naar niet-technische zaken als draagvlak en "Gemeentelijk Energiebedrijf Birdaard"

Figuur 2 Gevolgde werkwijze Energievisie



4 Referentiesituatie Nieuwbouw

a. Referentiesituatie bij alle nieuwbouw alternatieven

Alle nieuw te bouwen gebouwen in Nederland moeten op energietechnisch gebied aan een minimaal wettelijke eis voldoen. Hiervoor wordt het criterium EPC (Energie Prestatie Coëfficiënt) gebruikt, wat een dimensieloos getal is. Hoe lager de EPC, hoe energiezuiniger en duurzamer het gebouw. Een EPC van 0 wil zeggen dat het gebouw per saldo geen elektriciteit of gas van buitenaf verbruikt. Het huis wekt dan al zijn benodigde energie zelf op duurzame wijze op.

Voor de woningbouw ligt de wettelijke vereiste EPC op dit moment op 0,8. Voor utiliteit is dat tussen 1,4 tot 2,2, afhankelijk van de gebruiksfunctie.

Alle alternatieven die in deze studie bestudeerd zijn worden vergeleken met de referentiesituatie.

b. Technieken

Om een woning een EPC van 0,8 te laten krijgen kunnen de volgende technieken en methoden gebruikt worden:

Zonneboiler

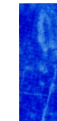
Water wordt verwarmd door de zon via een collector op dak en opgeslagen in een opslagvat. In combinatie met een cv-ketel kan het naast verwarming van tapwater ook dienen voor het verwarmen van de woning. Oriëntatie op het zuiden is vereist.

Isolatie

Door gebruik van isolatie kan het verlies van warmte beperkt worden. Hoe beter geïsoleerd hoe minder het verlies. Vooral ramen en daken zijn aandachtspunten, door goede isolatie te gebruiken wordt het verlies tot een minimum beperkt. Wat voor een positief effect op de EPC zorgt.

WTW

Er zijn meerdere mogelijkheden waar het gaat om WTW (warmteterugwinning). Zo kan bijvoorbeeld warmte terug gewonnen worden uit het afvoerwater in een woning, voornamelijk het douche water. Daarnaast wordt in een woning ook veel warmte weg geventileerd. Door een WTW-



unit te plaatsen op de ventilatie kan de warmte teruggewonnen worden, dit geschied door de aangevoerde lucht te verwarmen met de uitgevoerde lucht.

Oriëntatie

In het ontwerp rekening houden met de oriëntatie van de woning kan veel voordeel opleveren. Denk bijvoorbeeld aan de mogelijkheid om zonnepanelen en zonnecollectoren te plaatsen. Zonnepanelen en zonnecollectoren functioneren het best onder een bepaalde hoek en richting het zuiden. Tevens kunnen weinig ramen op het noorden en/of veel op het zuiden ook een positief effect leveren op verlaging van de EPC.

PV-installatie

Photovoltaïsche (PV-)cellen op een paneel vormen samen met wat elektronica een manier om elektriciteit uit zoninstraling te halen. Afhankelijk van het formaat kan het een aanzienlijk deel van het elektriciteitsverbruik opvangen. Evenals een zonneboilersysteem dienen ook zonnepanelen gericht te zijn op het zuiden. In verband met oppervlakte van het systeem is dat vaak een hekel punt.

Warmtepomp

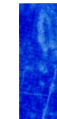
Dit is een apparaat dat in plaats van een cv-ketel dienst doet als verwarmingsapparaat. De techniek is vergelijkbaar met de techniek die men aantreft in een koelkast. Een warmtepomp haalt de warmte uit een bron zoals lucht, grondwater, oppervlaktewater, et cetera. De meest toegepaste methode is uit grondwater. Het apparaat wordt meestal aangedreven door een elektromotor. Het rendement ligt tegenwoordig tussen de 300 en 500 procent.

c. Combinaties

De hiervoor genoemde technieken kunnen niet zonder meer toegepast worden in een willekeurig gebouw. Om een lage EPC te bereiken is vaak een zorgvuldig gebalanceerde combinatie nodig van de eerder genoemde zaken.

Het vinden van deze balans voor een efficiënt gebruik is maatwerk, per object zijn de te nemen maatregelen anders.

Woningen met een EPC van 0,8, in deze studie de zogenaamde referentiewoningen, zijn soms ook voorzien van minstens één van de hiervoor genoemde punten. Een voorbeeld: de recreatie-referentie-woningen zijn voorzien van een HR-ketel gecombineerd met lage temperatuur verwarming en er is sprake van bovengemiddelde isolatie.



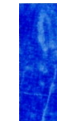
d. CO₂ uitstoot per type object voor de referentiesituatie

Hieronder volgt een overzicht van de berekende CO₂ uitstoot per object per jaar voor de referentiesituatie (EPC=0,8 woningbouw en EPC<2,2 voor utiliteitsbouw).

Objecten Nieuwbouw	CO ₂ uitstoot totaal (Kg) per object/jr
recreatie woningen 350 m ³	3.594
drijvende woonboten 150 m ³	4.221
waterwoningen op palen 200 m ³	3.435
familie accommodatie 1250m ³	22.529
seniorenwoningen rijtjes 250m ³	3.435
starterwoningen koop 250m ³	3.435
huurwoningen 250m ³	3.941
MFC 8750 m ³	195.055
school 2500 m ³	38.906

Figuur 3 CO₂ uitstoot referentiesituatie

Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van de data uit "Cijfers en Tabellen" van SenterNovem uit 2007. Zie bijlage 1 voor verdere data en berekeningen. Alle duurzame opties zijn met de referentiesituatie vergeleken.



5 Onderzochte alternatieven

Er zijn 4 alternatieven onderzocht om de nieuwbouw in Birdaard CO₂-neutraal te realiseren:

Alternatief 1: Duurzame energietechnieken, in de gebouwen zelf te plaatsen

Alternatief 2: Bio-energie

Alternatief 3: Warmte Koude Opslag in combinatie met Warmtepompen

Alternatief 4: Windenergie

5.1 Alternatief 1 – Gebouwde Omgeving

i. Korte beschrijving van de techniek

Het is mogelijk om alle nieuw te bouwen gebouwen intrinsiek te voorzien van duurzame energietechnieken waardoor ze per saldo geen energie verbruiken. Ze blijven wel aangesloten op het elektriciteit- en/of gasnet dat als buffer fungeert. In de zomer wordt er energie geproduceerd, in de winter wordt er energie gebruikt.

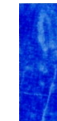
Bij de berekeningen is NPR-programmatuur van het NNI gebruikt waarin de effecten van de technieken per object zichtbaar is. De volgende software programma's zijn gebruikt:

- NPR 5129 - Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen.
- NPR 2917 - Rekenprogramma energieprestatie utiliteitsbouw.

Per type gebouw is gekeken welke energietechnieken minimaal benodigd zijn om de EPC op de minimaal gestelde waarde te krijgen.

In de nieuwbouw in Birdaard onderscheiden we enkele typen bebouwing, zoals de seniorenwoningen, rijtjeswoningen, twee-onder-één-kap en utiliteitsgebouwen. Het streven bij deze bebouwing is: EPC=0, omdat er dan per saldo van het gebouw geen CO₂ uitstoot en energieverbruik is. Als referentie is gebruikt EPC-waarde = 0,8 voor een woning, en tussen 1,4 en 2,2 voor utiliteit, afhankelijk van de gebruiksfunctie.

Om een dergelijk streven te bewerkstelligen wordt er gebruik gemaakt van technieken als zonneboilers, PV-installaties, warmtepompen, isolatie en warmteterugwinning.



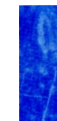
ii. Meerkosten nieuwbouw Birdaard

Alle extra kosten om de EPC op nul te krijgen zijn berekend. Dit is een optelsom van de benodigde extra (duurzame) technieken. Voor het berekenen hiervan is gebruik gemaakt de NPR 2917 en NPR 5129. De overige cijfers die benodigd waren om de berekening te maken, komen uit de NEN 5128 jaar 2004 en het wijzigingsblad jaar 2004, de cijfers zijn geactualiseerd met behulp van updates en informatie van SenterNovem.

De cijfers bij de utiliteit zijn aangegeven in rood omdat de EPC hierbij niet op nul terug gebracht kon worden. Dit was in het softwareprogramma niet mogelijk. In sommige gevallen moet dus misschien rekening gehouden worden met een (aanzienlijke) vergroting van kosten wanneer de EPC op nul moet komen.

aantal	objecten	Meerkosten 'duurzame' hardware	Totale meerkosten
50	recreatie woningen 350 m ³	€ 35.830,00	€ 1.791.500,00
10	drijvende woonboten 150 m ³	€ 14.460,00	€ 144.600,00
7	waterwoningen op palen 200 m ³	€ 18.990,00	€ 132.930,00
22	seniorenwoningen rijtjes 250m ³	€ 33.660,00	€ 740.520,00
6	starterwoningen koop 250m ³	€ 34.720,00	€ 208.320,00
4	huurwoningen 250m ³	€ 34.420,00	€ 137.680,00
Totaal:			€ 3.155.550,00
aantal	objecten	Meerkosten 'duurzame' hardware	Totale meerkosten
1	familie accommodatie 1250m ³	€ 84.580,00	€ 84.580,00
1	MFC 8750 m ³	€ 255.460,00	€ 255.460,00
1	school 2500 m ³	€ 104.060,00	€ 104.060,00
Totaal:			€ 444.100,00
Totaal woningen en utiliteit:			€3.599.650,00
(waarbij EPC 0,0 woningen & EPC 0,7 utiliteit)			

Figuur 4 Overzicht gebruikte technieken gebouwde omgeving



iii. Voor- en nadelen

In onderstaande tabel wordt deze optie gescoord op de 4 criteria:

Nr. Opties	CO ₂ -uitstoot Ton/jr	Meerkosten €	Kosten € /bespaarde ton CO ₂	TVT (jaar) t.o.v. Referentie	Opmerkingen
1 Gebouwgebonden	EPC 0 voor woningen, 0,7 voor utiliteit	4.100.000	462	20,08	

Figuur 5 Gebouwde omgeving - technieken gescoord op de 4 criteria

Voordelen

- Lage vaste lasten bewoners.
- Hoog comfort.
- Gunstig energielabel (hogere verkoopprijs woningen).

Nadelen

- Hoge investeringskosten, hoge terugverdientijd (20 jaar).
- Utiliteit niet geheel energieneutraal (utiliteit op EPC=0,7).
- Niet 100% CO₂ neutraal.

Nader te bestuderen

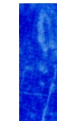
- Bereidheid bekostiging door de bewoner/koper van een woning zelf.

5.2 Alternatief 2: Bio-energie

i. Korte beschrijving van de techniek

Inleiding

Bio-energie is energie uit organisch materiaal (biomassa). De energie wordt via verbranding verkregen. In een verbrandingsinstallatie wordt de



warmte van de verbranding gebruikt om stoom te maken. Deze stoom drijft een stoomturbine of stoommachine aan die via een generator elektriciteit maakt. Veelal wordt in een dergelijke installatie ook warmte geleverd, dat heet dan “co-generatie”.

Verbranding

Na de eventuele voorbereiding wordt de biomassa toegevoerd aan de verbrandingsketel. In de ketel wordt de biomassa in het algemeen verbrand bij temperaturen van 800 tot 1.000°C. De omgevingslucht zorgt voor de bij de verbranding noodzakelijke zuurstof. De hete rookgassen van de verbranding leveren de warmte om stoom te produceren. De rookgassen verlaten de verbrandingsketel met een temperatuur van 80 tot 150°C. Veelal komt ook een reststroom vrij in de vorm van as en onverbrande brandstof.

Stoomcyclus

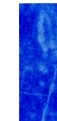
De thermische energie kan worden omgezet in elektriciteit door middel van een stoomcyclus en generator. Na de stoomturbine wordt de stoom gecondenseerd en als water teruggeleid naar de verbrandingsketel. Hiermee is de cyclus gesloten, waardoor in principe geen water toe- of afvoer nodig is. In de praktijk is de toe- en afvoer van water klein.

Rookgasreiniging

Bij verbranding in de ketel ontstaan diverse schadelijke emissies die tegengegaan moeten worden door rookgasreiniging. De belangrijkste zijn:

- Stof, meestal als vliegash, maar ook als aerosolen of onvolledige verbranding;
- Stikstofoxiden (NO_x). De stikstof komt voort uit zowel de brandstof als de toegevoerde lucht. De uitstoot van NO_x kan worden vermeden door de verbrandingstemperatuur laag te houden;
- CO en onverbrande koolwaterstoffen welke ontstaan bij een slecht verbrandingsproces. Sommige koolwaterstoffen zijn carcinogeen;
- Zwaveloxiden, waterstofchloride en zware metalen. Biomassa bevat kleine hoeveelheden zwavel, chloor en zware metalen die afhankelijk van de bedrijfstemperatuur in de as of rookgassen vrijkomen;
- Dioxinen en ammonia kunnen ontstaan bij onvolledige verbranding.

Voor de reiniging van het rookgas zijn primaire en secundaire maatregelen mogelijk. Primair wil zeggen: beïnvloeding van het verbrandingsproces en/of de brandstof. Secundaire maatregelen betreffen nageschakelde apparaten achter de verbrandingsketel. Elke bio-energie installatie heeft een gemeentelijke vergunning nodig en dient te voldoen aan de emissie-eisen. In principe is een bio-energiecentrale reukloos en geluidloos.



ii. Bio-energie in Birdaard

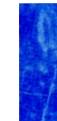
Voor Birdaard is er gekeken naar en gerekend aan 4 varianten van biomassaverbranding, deze installaties leveren warmte aan de nieuwbouw, het is aan te raden om nader te onderzoeken of de installaties ook direct stroom kunnen leveren aan de nieuwbouw en eventueel oudbouw;

- Co-generatie met vermogens 500Kw-elektrisch/760kW-thermisch; een installatie die warmte én elektriciteit oplevert door verbranding van houtpellets.
- Thermisch+PV 600/400 kW-th + PV-panelen; een installatie die warmte levert door verbranding van houtpellets en elektriciteit opgewekt door gebouwgebonden PV-panelen.
- Co-generatie+thermisch 380Kw-e/580 kW-th + 400 kW-th; en kleiner geschaalde co-generatie met thermische installatie voor de winters.
- Gebruik maken van bio-energie installatie van dhr. Wierda: thermische levering door verbranding van de nabijgelegen bestaande vergistinginstallatie.

iii. Voor- en nadelen

Opties Nr.	CO ₂ -uitstoot Ton/jr	Meerkosten €	Kosten € /bespaarde ton CO ₂	TVT (jaar) t.o.v. Referentie	Opmerkingen
2a1 Bio-energie co-generatie	0	1.725.000	195	8,45	verkoop stroom meegenomen
2a2 Bio-energie co-generatie en verkoop stroom	nvt	-250.000	nvt	nvt	Over 10 jaar stroom verkoop a € 0,06
2b1 Bio-energie thermisch +PV	0	3.900.000	440	19,10	
2b2 Bio-energie thermisch	304	1.200.000	279	14,87	Alleen voor warmtegedeelte
2c Bio-energie co-generatie + thermisch	0	2.025.000	228	9,92	
2d Bio-energie warmte van Wierda	304	960.000	2238	11,90	alleen voor warmtegedeelte

Figuur 6 Bio-energie technieken gescoord op 4 criteria



Zoals men kan zien geven deze opties 1, 2 & 3 geen CO₂ uitstoot. Het verbranden van houtpellets wordt volgens het Kyoto-protocol en WNF als kort cyclisch gezien. Dat betekent dat het hout dat gekapt is “gecompenseerd” wordt met nieuwe boomaanplant, dat weer CO₂ opneemt. Optie 4 geeft wel CO₂ uitstoot omdat alleen de warmte gebruikt wordt, de elektriciteit wordt nog steeds op een “normale” wijze ingekocht. Uiteraard is het wel mogelijk om groene stroom in te kopen.

In optie 2 wordt de extra opgewekte stroom verkocht aan het net (€ 0,06 per kWh). Dit is een variant die geen meerkosten heeft, maar geld oplevert.

Er is uitgegaan van een levensduur van 15 jaar voor de gebruikte bio-energie technieken.

Voordelen:

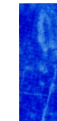
- Goedkope stroom en warmte.
- Betrouwbaar en bewezen systeem.
- Kennis beschikbaar binnen de regio (Bureau E-kwadraat).
- Geen CO₂ uitstoot (bio-energie is “kort cyclisch”).
- Overschot aan elektriciteit is verkoopbaar.
- Korte terugverdientijd (excl. Optie 2, hier wordt winst gemaakt).
- Relatief goedkoop.
- Mogelijkheid tot participatie door bewoners Birdaard (zie ook hoofdstuk 6).

Nadelen:

- Het systeem heeft elk jaar een klein aantal dagen onderhoud nodig (op te vangen met berekende back-up).
- Plaatsing van installatie in het dorp (plaatsing stuit mogelijk op weerstand van bewoners).
- Eens in de zoveel tijd nieuwe houtpellets nodig (te leveren door vrachtwagen).

Aandachtspunten:

- Wanneer er gekozen wordt om de nieuwbouw beter te isoleren dan EPC 0,8 daalt de warmte vraag, waardoor de huidig berekende installatie te groot is in energetische zin.
- De betrokkenheid van de bewoners is van belang bij de installatie van een bio-energiecentrale in het dorp.
- Betrek de aannemers en vooral installateurs vóór de start van de bouw bij de plannen om een dergelijke installatie te kiezen, zodat men hieraan de infrastructuur en installatietechnische zaken kan aanpassen.



5.3 Alternatief 3: Warmte Koude Opslag

i. Korte beschrijving van de techniek

Warmte-Koude-Opslag (WKO) wordt vrijwel altijd in combinatie met warmtepompen gebruikt. Warmtepompen waarden de opgeslagen warmte of koude op naar de juiste temperatuur. Hieronder worden beide technieken apart beschreven.

Warmte-Koude Opslag

Warmte-Koude-Opslag is een methode om energie in de vorm van warmte of koude op te slaan in de bodem. De techniek wordt gebruikt om gebouwen op te warmen of te koelen.

Waterhoudende lagen in de bodem laten zich uitstekend gebruiken om warmte en koude in op te slaan. In de zomer gebruikt men het koele grondwater om gebouwen te koelen, het opgewarmde water slaat men op in de bodem totdat het in de winter wordt gebruikt om gebouwen te verwarmen. In de praktijk zijn besparingen van 40 tot 80% bereikt.

De energiebesparing die met ondergrondse energieopslag kan worden behaald hangt sterk af van de geologie van het gebied. Bepalend zijn de dikte van watervoerende pakketten en de doorlatendheid van de bodem. In sommige gebieden, bijvoorbeeld grondwaterbeschermingsgebieden, is de toepassing van ondergrondse energieopslag verboden.

Om de warmte op te slaan wordt een warmtepomp gebruikt.

Warmtepompen

Een warmtepomp is een apparaat dat warmte verplaatst door middel van arbeid. De meest voorkomende toepassing vinden we in koelkasten, waar de warmtepomp wordt gebruikt om de ruimte in de kast te koelen.

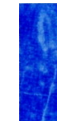
In dit soort toepassingen wordt de warmtepomp koelmachine genoemd. De buitenkant van de koelkast wordt hierbij opgewarmd, zodat warmtepompen ook kunnen worden ingezet voor ruimteverwarming. Bijvoorbeeld in supermarkten kan de warmte die uit de koelvitriines gepompt wordt gebruikt worden om de rest van de winkel energiezuinig te verwarmen.

Alle soorten warmtepompen nemen bij lage temperatuur warmte op die bij hoge temperatuur weer wordt afgegeven.

Volgens de Tweede Hoofdwet van de thermodynamica gaat dat niet vanzelf, zodat er één of andere vorm van arbeid aan te pas moet komen.

De meest voorkomende soorten warmtepompen werken door een vloeistof bij lage temperatuur te laten verdampen en de damp bij hoge temperatuur te laten condenseren. In het eerste geval moet het kookpunt dus worden verlaagd en/of in het tweede geval worden verhoogd. Het kookpunt kan worden verhoogd door de druk te verhogen met een compressor (pomp), aan de andere kant kan het kookpunt weer worden verlaagd door de druk te laten zakken in een turbine of (meestal) smoorventiel.

Het geheel van verdampen, comprimeren, condenseren en expanderen vormt een gesloten kringloop voor het rondstromende koudemiddel maar niet voor de warmte en de arbeid: aan het systeem wordt netto arbeid toegevoerd (in de compressor), en er wordt warmte verplaatst van de



verdampers naar de condensator. Daarnaast ontstaat er extra warmte, geluid en infraroodstraling; deze ongewenste bijproducten heten verliezen en gaan ten koste van het rendement.

iv. Warmte-Koude-Opslag in Birdaard

Er is gekeken naar twee mogelijkheden:

3a Ieder gebouw een eigen warmtepomp in combinatie met een eigen "monobron", die een warme en koude bron boven elkaar heeft.

3b Eén grote centrale warmtepomp gevoed door een warmte-koude-opslag systeem, bestaande uit één warme bron en één koude bron.

Warmtepompen geven alleen warmte en warm tapwater, geen elektriciteit. In de berekeningen zijn PV panelen meegenomen voor dit onderdeel. Zie bijlage 2 voor berekeningen.

v. Voor- en nadelen

Hieronder staan alle WKO-opties gescoord op de 4 criteria:

Opties	CO ₂ -uitstoot Ton/jr	Meerkosten €	Kosten € /bespaarde ton CO ₂	TVT (jaar) t.o.v. Referentie	Opmerkingen
3a1 Warmtepompen individueel	304	1.066.500	248	13,63	alleen voor warmtegedeelte
3a2 Warmtepompen individueel +PV	0	4.266.500	481	20,90	
3b1 Warmtepomp centraal	304	1.566.000	364	19,41	alleen voor warmtegedeelte
3b2 Warmtepompen centraal +PV	0	4.138.000	538	23,34	

Figuur 7 Warmtepompen gescoord op de 4 criteria

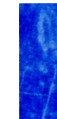
Voordelen:

Gebruik van koeling in de zomer. Geen airco's nodig.

Nadelen:

Duidelijk is dat de warmte-koude-opslag opties in combinatie met warmtepompen relatief dure opties zijn. Dit wordt voor een groot deel veroorzaakt door de leidingen die gelegd moeten worden.

Er moeten PV-panelen gebruikt worden om het elektrische deel CO₂ neutraal te krijgen, wat de terugverdientijden boven de 20 jaar brengt.



5.4 Alternatief 4 – Windenergie

i. Korte beschrijving van de techniek

Windenergie is energie die gewonnen wordt door de bewegingsenergie van lucht (wind) om te zetten in een bruikbare vorm, bijvoorbeeld in elektriciteit.

De belangrijkste voordelen van windenergie zijn de vermindering van gebruik van fossiele brandstoffen met de daarmee gepaard gaande vervuiling en CO₂-uitstoot, de duurzaamheid van windenergie, de verminderde afhankelijkheid van olieproducerende landen, en de lokale energieopwekking bij het ontbreken van de aansluiting op een regionaal distributienetwerk. De belangrijkste nadelen zijn de hoge prijs (ongeveer anderhalf à drie maal zo duur als grijze stroom, wat momenteel door subsidies wordt opgevangen), de variatie in het windaanbod en de invloed daarvan op de bedrijfszekerheid van het elektriciteitsnet, en de inpassing van windmolens in het landschap die als lelijk kan worden ervaren.

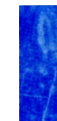
ii. Windenergie in Birdaard

Eén 600kW windturbine vermijdt de uitstoot van 595 ton CO₂. Dit is vrijwel exact de uitstoot van alle geplande nieuwbouw samen. Een windturbine zou de verbruikte CO₂ kunnen compenseren.

Voor windenergie zijn de volgende gegevens gebruikt:

Aantal	WIND	kW nom. vermogen	Draaitijd vol vermogen/jr in uren	Opbrengst kWh	Prijs kWh incl. subsidie €	Totaalprijs €	CO ₂ vermeden ton	Kosten windturbine
1	Windturbine	600	1752	1.051.200	0,11	115.632	595	650.000

Figuur 8 Windenergie



iii. Voor- en nadelen

Opties	CO ₂ -uitstoot Ton/jr	Meerkosten €	Kosten € /bespaarde ton CO ₂	TVT (jaar) tov Referentie	Opmerkingen
Optie 4 Windenergie (compensatie model)	287	650.000	73	5,26	Alleen voor stroomgedeelte

Figuur 9 Windenergie gescoord op de 4 criteria

De voordelen:

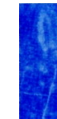
- Windenergie heeft een gunstige terugverdientijd.
- Windturbines zijn snel te bouwen.

De nadelen:

- Het betreft een compensatiemodel: groene stroom wordt elders opgewekt en op papier toegeschreven aan nieuwbouw in Birdaard.
- Impact op het landschap.
- Koppeling aan nieuwbouw is indirect.
- Geen warmteopwekking.
- Provincie Friesland hanteert een strikt plaatsingsbeleid.

Aandachtspunt:

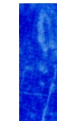
De groencertificaten van de opgewekte windenergie zijn nodig en moeten toegekend worden aan de nieuwbouw. Het is daarom wenselijk dat de gemeente de grond in eigendom heeft waar de windturbine gebouwd gaat worden. De plaatsing, bekostiging en realisatie van de windturbine moet integraal meegenomen met de rest van de nieuwbouw. Een goed voorbeeld van een geslaagde integratie is de windturbine bij de woonwijk "De Kroeten" in Breda, zie ook de website kroetenwind.nl.



5.5 Conclusies duurzame energievoorziening Nieuwbouw Birdaard

- De nieuwbouw kan het beste CO₂-neutraal gerealiseerd worden door een bio-energie centrale te plaatsen nabij de nieuwbouw. Deze centrale kan bestaan uit een co-generatie unit (stroom en warmte), of een co-generatie unit aangevuld met een thermische unit. Nader onderzoek is nodig om alle details uit te werken.
- De nieuwbouw kan ook indirect CO₂ neutraal gemaakt worden door het plaatsen van een windturbine, waarvan de groene stroom toegekend wordt aan de nieuwbouw in het dorp. Plaatsing van de windturbine moet integraal meegenomen worden met de bouwplannen.
- Om CO₂-neutraliteit te bereiken via gebouwgebonden opties of warmte-koude opslag is erg duur.

Nader onderzoek is nodig, met name om de bio-energie optie verder in detail uit te werken. Het is mogelijk om hiervoor een bio-energie-projectontwikkelaar te benaderen. Ook zijn er gespecialiseerde adviesbureaus. Een regionaal, maar landelijk bekend bureau is E-Kwadraat (Berlikum).



6 Geheel Birdaard CO₂ neutraal

6.1 Uitgangssituatie Birdaard oudbouw

Voor de bestaande woningbouw en nieuwbouw samen is het volgende verbruik berekend:

- Elektriciteit KWh/jr 1.475.586
- Gas m³ /jr 771.750
- CO₂ in tonnen /jr 2.209

Hiervoor zijn de kengetallen uit "Cijfers en Tabellen" van SenterNovem gebruikt (versie 2007).

Het aantal daken op het zuiden is ± 100. Dit is van belang bij plaatsing zonneboilers of PV-panelen.

6.2 Geheel Birdaard CO₂ neutraal

CO₂-neutraliteit kan in principe bereikt worden op een aantal manieren:

Optie1: Alle gebouwen in Birdaard worden zelfvoorzienend door op en in de huizen technieken te plaatsen die op duurzame wijze stroom en warmte opwekken.

Optie 2: Alle gebouwen in Birdaard kopen groen gas en groene stroom in.

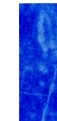
Optie 3: Een eigen bio-energiecentrale: eigen groene stroom inkopen, warmte compenseren. "Bio-energie Coöperatie Birdaard".

Optie 4: De gemeente Ferwerderadiel richt een eigen GEB (Gemeentelijk Energiebedrijf) op voor plaatsing van een bio-energie centrale.

Optie 1: Zelf opwekken

Elektriciteit: de enige mogelijkheid om op duurzame wijze stroom in eigen huis op te wekken is via het plaatsen van zonnepanelen (PV). Kleine windturbines leveren ook stroom maar deze moeten in principe geplaatst worden op een plat dak met 3 a 4 bouwlagen. Bovendien zou het dorpsgezicht met honderden kleine windmolentjes ernstig veranderd worden.

Geschatte kosten oudbouw Birdaard: € 7 a 10 miljoen.



Warmte: indien het hele dorp van duurzame warmte voorzien zou moeten worden dan zou dit kunnen via warmte die geleverd wordt door een centrale warmtepomp met WKO-systeem of een bio-energie centrale. Hiervoor is de aanleg van een warmtenet nodig. Probleem is hierbij dat leidingen altijd de Dokkumer Ee over moeten steken, wat duur is.

Geschatte kosten oudbouw Birdaard: € 3 a 5 miljoen.

Geschatte gezamenlijke kosten CO₂-neutraal maken gehele dorp Birdaard (stroom en warmte): € 10-15 miljoen.

Hierbij moet nog worden opgemerkt dat waarschijnlijk niet alle huizen gunstig georiënteerd zijn voor de plaatsing van PV-panelen.

Optie 2: Groen inkopen

Groene stroom inkopen kan voor dezelfde prijs als grijze stroom. Dit is stroom die opgewekt is door windturbines of waterkracht, meestal in het buitenland.

Groen gas inkopen kan ook. Dit is eigenlijk gewoon aardgas waarvan de CO₂ uitstoot gecompenseerd wordt door de aanplant van bomen. Dit is meestal iets duurder dan “gewoon” aardgas.

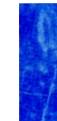
Optie 3: Eigen “Bio-energiecentrale Coöperatie Birdaard”

Indien alle bewoners van Birdaard besluiten om een bio-energiecentrale op te zetten, en hier de aandelen van te kopen, dan kunnen zij:

- De groene stroom van de eigen bio-energiecentrale af nemen, zodat hun eigen CO₂-uitstoot van de elektriciteit gecompenseerd wordt;
- De extra opgewekte bio-stroom verkopen zonder de groencertificaten. Deze certificaten kunnen dan vervolgens gebruikt worden om de eigen CO₂-uitstoot veroorzaakt ruimteverwarming en warm tapwater te compenseren.

Een bio-energiecentrale voor co-generatie heeft een geschat financieel rendement van 7%. Geschatte bouwkosten: €1.725.000,-. Indien alle bewoners besluiten om aandeelhouder te worden dan betaald men hiervoor gemiddeld zo'n € 4.000 per huishouden. Men kan hiermee € 280 per jaar aan dividend verdienen. Hiermee houdt Birdaard alles in eigen hand.

Zelf je eigen opgewekte groene stroom inkopen klinkt simpel. Hier zit echter nog een aantal haken en ogen aan. De wetgeving eist van stroomproducenten nuts-programma-verantwoordelijkheid (NPV). Dit houdt in dat aanbod en vraag gematcht moeten worden door de partij die stroom op het net willen aanbieden. Deze match kan eigenlijk alleen gemaakt worden door grotere energieaanbieders die van veel verschillende stroombronnen inkopen en veel verschillende klanten hebben. Een manier om wèl je eigen groene stroom in te kopen is om samen te werken met zo'n grotere partij. In de provincie Zeeland biedt windenergiecorporatie Zeeuwind op deze wijze groene stroom aan haar leden aan via partner GreenChoice. GreenChoice is ook de partner van de “windboeren” die verenigd zijn in de WindUnie (Flevoland). Op het gebied van bio-energie zijn in Nederland geen voorbeelden bekend.



Indien extra opgewekte stroom van de bio-energie centrale verkocht wordt zonder de groencertificaten, om zodoende de CO₂ te compenseren die de huishoudens uitstoten voor ruimteverwarming en warm tapwater (gasverbruik), dan moet daarbij bedacht worden dat deze stroom wellicht voor de opwekprijs of zelfs met verlies verkocht moet worden.

Uiteraard is het ook mogelijk om maar “half-CO₂ neutraal” te worden door alleen de groene stroom in te kopen en niet te compenseren voor de CO₂ –uitstoot die veroorzaakt wordt door eigen ruimteverwarming en warm tapwater (gasverbruik).

Al met al kan gezegd worden dat dit een interessante optie is die echter wel veel uitzoekwerk en inspanning vergt van de lokale bevolking. Er is een groep van voortrekkers nodig. Er zitten financiële risico's aan deze optie. De risico's kunnen wel gedeeld worden met een grote groep.

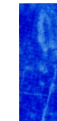
Optie 4: Gemeentelijke Energiebedrijf

Als laatste bestaat de mogelijkheid dat de gemeente Ferwerderadiel, net zoals in begin 20^e eeuw gedaan werd door gemeenten, een eigen gemeentelijk energiebedrijf (GEB) opricht. De gemeente wordt dan exploitant van een bio-energiecentrale. Zij voorziet alle inwoners van stroom (via een partner) en de nieuwbouw voorziet zijn van warmte. Het restant aan stroom wordt verkocht a 0,06 ct per kWh en met het dividend (circa € 120.000 per jaar bij een rendement van 7%) kan de gemeente activiteiten in de regio ondersteunen. Er zitten financiële risico's aan deze optie.

Conclusies:

- Geheel Birdaard CO₂-neutraal maken via duurzame energietechnieken in de huizen is een bijzonder kostbare exercitie (schatting € 10 – 15 miljoen).
- Groene stroom en gas inkopen via het bestaande net is relatief simpel en goedkoop, en maakt het hele dorp Birdaard CO₂ neutraal. Deze energie komt dan van buitenaf en is vaak waterkrachtstroom uit Scandinavië of windstroom uit Duitsland.
- Indien de mensen uit Birdaard alles in eigen hand willen houden bestaat er voor hen de mogelijkheid om aandeelhouder te worden van een eigen bio-energiecentrale. Men kan dan via een derde partij (zoals GreenChoice) de eigen opgewekte groene stroom inkopen en jaarlijks dividend uitgekeerd krijgen. Dit is een interessante optie, maar hij zal zeker veel tijd en inspanning kosten om te realiseren.
- De gemeente kan exploitant worden van een bio-energiecentrale en alle burgers van Birdaard van stroom voorzien, en de nieuwbouw van warmte voorzien. Met het dividend (€ 120.000/jaar) kan zij activiteiten in de regio ondersteunen.

Deze opties kunnen in een nader onderzoek verder uitgewerkt worden. Dit zou kunnen via een bio-energie-projectontwikkelaar of adviesbureau.



7 Energetische deelmaatregelen

Er is ook gekeken naar economisch haalbare *deel*maatregelen die in het gehele dorp toegepast zouden kunnen worden. Ze hebben slechts een beperkte invloed op het terugdringen van CO₂ maar zijn snel en direct toepasbaar.

Tevens is naar deze deelmaatregelen gekeken omdat ze op het gebied van draagvlakverzekering wellicht een rol kunnen spelen.

a. Directe feedback

Directe feedback is: door middel van websites of hardware (kastje op de muur thuis) feedback krijgen over je persoonlijke energie verbruik, zodat inzichtelijk wordt hoeveel en wanneer je energie verbruikt en/of verspild. De potentie van deze nieuwe technologie, die overigens nog niet geheel is uitontwikkeld, is zeer groot.

In een recent onderzoek van Logica CMG naar energieverbruik en milieubewustzijn bij Europese consumenten bleek dat een gebrek aan inzicht over de vraag waar energie verbruikt wordt, voor veel consumenten (ca. 45%) de belangrijkste reden is om geen energiebesparende maatregelen te nemen.

Verschillende pilots en kleinschalige onderzoeken hebben al aangetoond dat er behoorlijke besparingen mogelijk zijn door inzet van ICT / directe feedback, afhankelijk van de manier om de informatie aan te bieden kan er meer of minder bespaard worden.

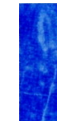
Het Energie Onderzoekcentrum Nederland (ECN) verwacht bijvoorbeeld dat een totale besparing van ca. 10% bij huishoudens haalbaar is.

Omgerekend zou dit een besparing van circa € 150,- opleveren per huishouden per jaar, dat is 0,46 ton vermeden CO₂ uitstoot.

Een groot voordeel van het krijgen van directe feedback is dat het bewustzijn van de gebruiker constant hoog gehouden wordt. Bovendien wordt ook ineens inzichtelijk hoeveel geld er wordt bespaard of uitgegeven, Zonder dat je hoeft te wachten op de rekening van je leverancier.

Een voorbeeld van dit soort technieken is de nieuwe slimme meter die er aan zit te komen. Ieder huis krijgt zo'n meter de komende jaren.

Doordat de techniek nog niet is uitontwikkeld, en de producten nog niet of nauwelijks verkrijgbaar zijn is dit systeem op dit moment nog geen optie om energie mee te besparen. Maar het is aan te raden de mogelijkheden te blijven volgen aangezien de ontwikkelingen zeer snel gaan. Prijzen van de hardware zijn momenteel nog niet voorhanden.



b. Zonneboiler

Zonneboilers zijn goed aan te sluiten op bestaande CV-systemen (HR-ketels), mits deze modern zijn. Door water voor te verwarmen in een zonneboiler kun je circa 45% aan gas besparen wat anders nodig zou zijn om tapwater en verwarming te verzorgen.

Uitgaande van een gemiddeld gasverbruik van 1500m³ per jaar per huishouden voor de bestaande woningbouw zou dat uitkomen op een besparing van 675m³ gas per jaar, dat is 1,2 ton vermeden CO₂ uitstoot.

De vermeden energiekosten per jaar komen neer op € 337,-. Met een aanschaf prijs van € 3.000,- is de terugverdienperiode minder dan 9 jaar. De kosten van de vermeden uitstoot per ton CO₂ zijn € 166,- bij een levensduur van 15 jaar. De levensduur van een gemiddelde zonneboiler op de Nederlandse markt is 15 tot 25 jaar.

Een beperking is wel dat de oriëntatie van het dak waar de zonneboiler op staat gunstig moet zijn. Als de collector een hellingshoek van 36 graden heeft, en een oriëntatie tussen westzuidwest en oostzuidoost dan is de opbrengst van zonlicht optimaal. Hoe verticaler de collector staat, des te meer is oriëntatie op het zuiden noodzakelijk.

Door grootschalig in te kopen, en/of de installatie door 1 bedrijf te laten doen bij een grotere groep klanten kan waarschijnlijk redelijk bespaard worden op de aanschafprijs.

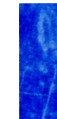
c. Domotica en energiebesparing.

Domotica wil zeggen: automatisering van huishoudelijke taken. Hierbij kan energie besparen als een huishoudelijke taak gezien worden (licht uit doen, verwarming lager, stand-by van elektrische apparaten uit zetten). Energie besparen door middel van domotica heeft een belangrijk voordeel: uit onderzoek is gebleken dat gedragsverandering bij consumenten erg moeilijk te bewerkstelligen is, vooral op een lange termijn. De hulpmiddelen in het domoticapakket maken het mogelijk voor mensen om zonder er naar om te kijken hun energie verbruik significant te laten dalen.

Als voorbeeld nemen we het domotica pakket wat is samengesteld door milieu centraal, Universiteit Utrecht en Nuon. Het pakket kost circa € 410,-, er is uitgegaan van een terug verdien tijd van <2 jaar. Het bestaat uit bewegingsmelders, standby-killers, automatische radiatorknoppen et cetera.

Een gemiddeld huishouden in Nederland kan € 205,- per jaar besparen op haar energierekening, dit komt neer op een vermeden gebruik van 532 kWh elektriciteit, 127m³ gas en 0,581 ton CO₂ /jaar.

De gebruikte technieken:



1. Sensoren:

- Temperatuursensor
- Lichtsensor
- Bewegingsensor
- Elektriciteitsmeter

2. Aansturingstechnieken:

- Radiatorkranen
- Verlichting uitschakelen
- Stand-by killers
- Aan/uit schakel- apparatuur

Energiebesparing met Domotica voor een gemiddeld huishouden in Nederland:				
Product	kWh	m ³	ton CO ₂	€
verlichting	115,2		1,0063	37,55
Beeld	155,97		1,0450	38,99
Audio	23,6		0,1581	5,9
PC	202,44		1,3563	50,61
Verwarming		127	2,2479	72,38
Totaal	532,21 kWh	127 m³	5,8137 ton CO₂	€ 205,43

Figuur 10 Energiebesparing met Domotica

d. Spaarlampenactie:

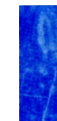
Spaarlampen zijn bij iedereen wel bekend, niet iedereen is even tevreden met het product, maar dit idee is vaak gebaseerd op verouderde informatie en/of tegenvallende ervaringen. De huidige spaarlampen kunnen een heel behoorlijke reductie teweegbrengen op de elektriciteitsrekening, terwijl de kwaliteit van het licht en de gebruikservaring ondertussen net zo goed is als die van de ouderwetse gloeilampen.

Als alle gloeilampen in een huis vervangen worden door spaarlampen dan bespaard dat gemiddeld 380 kWh per jaar, of 0,21 ton CO₂. Op de elektriciteitsrekening levert dit een besparing op van € 85,- (prijsniveau 2007, wordt elk jaar gunstiger).

Uitgaande van een productprijs rond de € 4,- (voor een kwalitatief goede spaarlamp) te opzicht van €0,50 voor de ouderwetse gloeilamp, is de directe terugverdientijd 7½ maanden. Tevens gaat een spaarlamp 8x langer mee! Dit maakt de terugverdientijd nóg gunstiger.

Met een spaarlampenactie zou het mogelijk zijn om alle bestaande woningen, 441 in totaal gemiddeld 380 kWh per woning te laten besparen, opgeteld komt dit neer op 167,6 MWh vermeden stroomverbruik per jaar oftewel 94,8 ton CO₂.

Zie ook figuur 11.



Gloeilamp	Spaarlamp
25 watt	6 watt
40 watt	9-11 watt
60 watt	15 watt
75 watt	18-20 watt
100 watt	25 watt
125 watt	30 watt

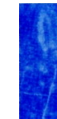
Figuur 11 Verbruik spaarlampen vs. Gloeilampen

e. Energie Prestatie Advies (EPA)

Een EPA is een “quick scan” van een woonhuis waarbij er gekeken wordt naar de mogelijkheden om de energierekening omlaag te brengen. Een EPA resulteert in een beknopte en overzichtelijke rapportage waarin de bewoner direct kan zien welke maatregelen hij kan treffen en welke terugverdientijden hieraan hangen. Een EPA advies kost gemiddeld € 200,- per woning.

f. Conclusies energetische deelmaatregelen

Voor de bestaande bebouwing bevelen wij voor ieder huishouden een Energie Prestatie Advies (EPA) aan, waarin de meest efficiënte maatregelen om energie (en dus CO₂) te besparen naar voren komen per individueel object. Via een EPA worden de beste mogelijkheden opgesomd in een beknopte rapportage. Mogelijkheden zijn o.a. spaarlampen, zonneboilers en domotica.



8 Implementatie en draagvlakvergroting

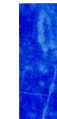
De ambitie van de gemeente Ferwerderadiel om Birdaard CO₂ neutraal te maken is een bewonderenswaardig streven. Het past helemaal in het huidige tijdsbeeld. Maar het vergt ingrijpende maatregelen.

De film van Al Gore heeft veel mensen bewuster gemaakt van de mondiale noodzaak tot handelen en het feit dat er nu ook mondiale klimaat conferenties gehouden worden geeft aan dat het een hot issue is.

Maar men mag er niet vanuit gaan dat er dus geen aandacht meer geschonken hoeft te worden aan draagvlakvergroting, CO₂ uitstoot en *Global Warming* zijn voor het overgrote deel van de mensen abstracte begrippen.

Het gevoel dat het allemaal een druppel op een gloeiende plaat is, is alom vertegenwoordigd, hier moet dus doordacht op ingespeeld worden.

- **Draagvlak** creëert men veelal door voorlichting en campagnes, ook in het geval van Birdaard is dit een optie. Campagnes in mindere mate daar de doelgroep niet zo groot is en ook niet diffuus. Bovendien treed er een soort campagne moeheid op in Nederland en bestaat het risico dat er een averechts resultaat bereikt wordt. Voorlichting is wel van groot belang, transparantie en openheid zijn de sleutel begrippen als het gaat om een duurzame samenwerking tussen overheid en burger.
- **Onderwijs** kan ook een aanvullende en duurzame rol spelen in het vergroten van draagvlak. Er is al een aantal zeer mooie en aantrekkelijke onderwijspakketten samengesteld voor ondermeer het basis onderwijs. Dit zou in combinatie met de nieuwe school en een duurzaam Birdaard een uitstekende gelegenheid bieden om duurzaamheid en milieubewust zijn op te nemen in het onderwijs pakket. Jong geleerd is oud gedaan.
- De hierboven genoemde aanbevelingen zijn al redelijk beproefde methoden, maar de ervaring leert dat ze na verloop van tijd minder effectief zijn, zodra het momentum gepasseerd is verslapt de aandacht en richt men zich weer op het dagelijkse leven. Belangrijk is dus om een mogelijkheid te vinden om een constante soort van bewustzijn te creëren, energie besparing en milieu bewustzijn moeten op een bepaalde manier **verinnerlijkt** worden zonder dat het een **afkeer** ontstaat door een overkill aan confrontaties.
- Een manier waarop wij denken dat dit bereikt zou kunnen worden is het opzetten van een **Energie Bedrijf Birdaard**, waarin de bewoners van Birdaard risicodragend investeren door middel van aandelen. Dit concept is eerder toegepast bij windenergie. De aandeelhouders zouden wellicht jaarlijks een dividend van rond de 7% van de inleg kunnen krijgen. De coöperatiestructuur zorgt er voor dat alle bewoners er op een



prettige manier aan herinnerd worden dat energie besparen en energie CO₂ neutraal opwekken niet hoeft te betekenen dat men comfort hoeft in te leveren of anderszins iets hoeft op te offeren.

Door af te stappen van individuele energie afname bij grote gevestigde bedrijven, en over te gaan op eigen gezamenlijke productie van elektriciteit en warmte ontstaat er een betrokkenheid die op geen enkele andere manier te bewerkstelligen is. Birdaard CO₂neutraal? dat doen we samen!

- Door de bewoners van Birdaard aantrekkelijke deals aan te bieden op energie gebied, bijvoorbeeld door middel van een **pakket energiebesparende middelen**. Deze zijn eerder al beschreven: directe feedback, zonneboiler, domotica pakket en/of een energie prestatie advies. Deze kunnen door de gemeente groot ingekocht worden waarmee veel kosten bespaard kunnen worden. De bewoners kunnen riant op de energie rekening besparen, wat weer een stimulans kan zijn om mee te investeren in en energie coöperatie.
- Op een voorlichtingsbijeenkomst in Birdaard van 18 juni 2008 zijn de voorlopige resultaten van deze Energievisie gepresenteerd aan de inwoners. Tevens is daar het draagvlak voor een aantal stellingen getoetst door middel van handopsteken . De resultaten:

Energie besparing mag niet tot comfortverlies leiden.

Eens: 41

Oneens/ geen mening 32

Energie besparing moet financieel voordeel opleveren.

Eens 31

Oneens/ geen mening 42

Energie besparing is eigen verantwoordelijkheid.

Eens 33

Oneens/ geen mening 40

Ik ben bereid te investeren in energie besparende maatregelen.

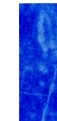
Eens 65

Oneens/ geen mening 8

Ik ben bereid te investeren in het opwekken van duurzame energie.

Eens 36

Oneens/ geen mening 47



Een terugverdientijd van minder dan tien jaar is goed.

Eens 65

Oneens/ geen mening 8

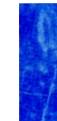
Birdaard CO₂ neutraal dat doen we samen

Eens 46

Oneens/ geen mening 9

- **In het kort zouden wij het volgende aanbevelen:**

- Betracht als gemeente openheid en transparantie, neem de zorgen en aanmerkingen van de bevolking serieus.
- Zorg voor goede voorlichting. Zorg voor een overzichtelijke bron van informatie bijvoorbeeld een website die regelmatig ge-update wordt.
- Onderwijs: jong geleerd is oud gedaan, stimuleer duurzame bewustwording bij de jongste generaties.
- Voorkom een overkill aan confronterende campagne materialen, campagne moeheid komt te vaak voor.
- Zorg voor het gevoel het probleem samen aan te pakken, bijvoorbeeld door middel van CO₂ neutrale energie opwekking in Birdaard waar de bevolking zelf in investeert en daar jaarlijks de dividenden van krijgt uitgekeerd.



9 Duurzame maatregelen op non-energetisch gebied

9.1 Grijs water

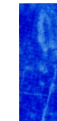
Inleiding

Duurzaam watergebruik, dus watergebruik met zo min mogelijk negatieve effecten voor mens en natuur, is een veelbesproken onderwerp. Zaken als het niet meer afvoeren van regenwater via het riool en het langer vasthouden van water in de bodem passeren daarbij de revue. Naast grootschalige initiatieven door onder andere overheden, projectontwikkelaars en waterleidingbedrijven, kiezen steeds meer consumenten voor het zelf (her)gebruiken van regenwater of relatief schoon afvalwater (grijs water) voor de toiletspoeling, de wasmachine of de tuin. Hieronder worden een aantal aspecten van kleinschalige grijs- en regenwatersystemen op een rijtje gezet.

Per dag gebruikt de Nederlander gemiddeld 126 liter drinkwater. Al dit drinkwater is van bijzonder hoge kwaliteit. Dit is hard nodig ook, want we gebruiken het water om te drinken, te koken of ons te wassen. Ongeveer eenderde van het drinkwater gebruiken we echter voor de toiletspoeling, autowassen of tuinsproeien. Hiervoor kunnen we in principe volstaan met water van een iets mindere kwaliteit, zoals regenwater of het zogenaamde “grijs water”, het afvalwater van vooral douche en bad.

Grijs water

De afvalwaterstroom van de douche, het bad en in sommige gevallen van de wasmachine noemen we grijs water. Dit water is niet zo heel erg vervuild, waardoor het redelijk gemakkelijk geschikt kan worden gemaakt voor hergebruik. Daarbij wordt vooral gedacht aan toiletspoeling. Omdat de samenstelling van het water kan verschillen, kan het gebruik van grijs water en regenwater voor de wasmachine tot wisselende wasresultaten leiden. Er zijn grijswatersystemen die het water binnenshuis houden. Het grijze afvalwater wordt dan via een pomp weer naar het toilet gepompt. In een aantal projecten in ons land wordt geëxperimenteerd met systemen op wijkniveau. Meestal wordt gebruik gemaakt van de zuiverende werking van planten op water door de aanleg van biezen- of rietvelden, de zogenaamde helofytenfilters. De planten zuiveren het grijze water, dat daarna van voldoende kwaliteit is voor bijvoorbeeld toiletspoeling. Zo'n biologisch systeem is uiteraard wel kwetsbaar: als iemand per ongeluk chloor of terpentijn in de afvoer van het bad gooit, gaat het mis. Een dergelijk systeem stelt dus hogere eisen aan de bewoners.



9.2 Vegetatiedak

Een vegetatiedak, ook wel grasdak genoemd, brengt meer groen op vaak dichtbebouwde plaatsen, is geluiddempend en zorgt voor buffering van regen- en smeltwater zodat de piekbelasting van rioleringsystemen beperkt wordt. Een vegetatiedak isoleert geluid beter dan een plat dak met bitumen of EPDM en een ballastlaag. Let wel op dat het dak de normale warmte-isolatie krijgt en dat de dakconstructie het extra gewicht kan dragen. Het opsporen en verhelpen van lekkages is bij een vegetatiedak lastiger. Een vegetatiedak is geschikt voor een dak met een helling tussen de 0 en 30 graden.

Een relatief onderhoudsarm en licht vegetatiedak is een dak met een begroeiing van sedum (vetplanten) en kruiden. Het onderhoud van een vegetatiedak hangt sterk af van de begroeiing. Mossen en vetplantjes hebben vrijwel geen onderhoud nodig. Grassen, kruiden en kleine heesters kan men zonodig bijzaaien, bijmesten, maaien of snoeien.

Er zijn twee soorten vegetatiedaken te onderscheiden:

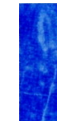
Extensief vegetatiedak: Het groen wordt van water voorzien door slechts regenwater. Voor de begroeiing wordt vaak gekozen voor verschillende soorten sedum planten op een zogeheten substraatlaag. Sedum, een soort vetplant, is zeer geschikt voor het gebruik in dergelijke toepassingen. Het voordeel van het gebruik van sedum is dat de opbouw van het dak redelijk standaard uitgevoerd kan blijven. Een sedum dak vergt weinig onderhoud, gemiddeld zo'n 2 maal per jaar. Een sedum dak levert geen bijzondere bijdrage aan de thermische isolatie van een gebouw doordat de laag een hoog vochtgehalte heeft. Een sedum dak is naast op plat dak ook mogelijk op hellende daken.

Intensief vegetatiedak: Een dikke laag aarde die kunstmatig wordt voorzien van water is de basis van dit dak. Hierop kunnen de meest uitlopende plantensoorten groeien en zelfs bomen. Door het gewicht van een dergelijk dak dient de constructie voldoende sterk te zijn. Dit type dak vergt veel onderhoud, gemiddeld zo'n 10 maal per jaar, enigszins vergelijkbaar met een echte tuin. Een intensief vegetatiedak kan wèl bijdrage aan de isolatie van een gebouw.

9.3 Duurzaam wagenpark

Uit de gegevens van de duurzaamheidsmeter 2007 concluderen wij dat de gemeente Ferweradiel nog niet van plan is het wagenpark duurzaam en milieu vriendelijk in te kopen.

Dit is wel aan te raden, naast het feit dat dit aanzienlijke CO₂ besparingen oplevert, geeft het ook een goed signaal af naar andere wagenparkbezitters binnen de gemeente. Wij beschouwen de voorbeeldfunctie van de gemeente als een belangrijke stimulans.



Gekoppeld aan de proeven die er momenteel plaatsvinden vlak bij Birdaard met betrekking tot Biodiesel, zouden wij aanbevelen de potentiële mogelijkheden te benutten die dit met zich mee brengt.

In een aantal studies komt naar voren dat het feit dat er of geen vraag is naar duurzame brandstof of geen aanbod, en dat dit een belemmering vormt voor de ontwikkeling. De gemeente Leeuwarden is in Friesland koploper op het gebied van duurzaam inkopen en een duurzaam wagenpark, en zou derhalve als voorbeeld genomen kunnen worden.

Nb: er wordt nu gekeken door de gemeente Ferwerderadiel naar de mogelijkheden van de bovengenoemde combinatie.

9.4 Duurzaam inkopen

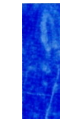
De gemeente Ferwerderadiel heeft in 2005 de intentie verklaring duurzaam inkopen ondertekend van SenterNovem, dit geeft aan dat de gemeente zeer serieus bezig is met het onderwerp duurzaamheid.

De intentie verklaring houdt in dat de gemeente:

- De door het programma Duurzaam Inkopen vastgestelde adviezen gebruikt bij haar inkoop;
- Haar ervaringen met deze hulpmiddelen terugkoppelt naar het programma;
- De benchmark invult en meewerkt aan de landelijke monitoring (1x per 2 jaar);
- Haar vorderingen en bestpracticus op het gebied van duurzaam inkopen terugkoppelt, zodat andere organisaties hier van kunnen leren;
- In het jaarverslag of het milieujaarverslag rapporteert over haar vorderingen op het gebied van duurzaam inkopen.

In 2010 is het de bedoeling dat 50% van de inkopen van Nederlandse gemeenten duurzaam zijn.

Anders dan de opties die er zijn op energie gebied zijn maatregelen met betrekking tot duurzaam inkopen zonder uitzondering een investering. Terugverdiertijden geleden niet, althans niet in klinkende munt. De investering verdient zich terug in respect, goodwill en als voorbeeld functie. Als de gemeente van haar inwoners verwacht dat ze met duurzaamheid bezig zijn, dan is het logisch dat de gemeente er voor zorgt dat ze zich bewust is van haar eigen (on-)duurzaamheid.

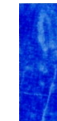


10 Overzicht van alle duurzame energie opties

10.1 Alle resultaten duurzame energie opties voor de nieuwbouw op een rij

Alle berekende alternatieven voor de nieuwbouw in één overzicht:

NIEUWBOUW Opties	CO ₂ -uitstoot Ton/jaar	Meerkosten €	Kosten € /bespaarde ton CO ₂	TVT (jaar)	Opmerkingen
1 Gebouwgebonden	EPC 0 voor woningen, 0,7 voor utiliteit	4.100.000		462	20,08
2a1 Bio-energie co-generatie	0	1.725.000		195	8,45
2a2 Bio-energie co-generatie verkoop stroom	Nvt	-250.000		nvt	nvt over 10 jaar stroom verkopen a 0,06
2b1 Bio-energie thermisch + PV	0	3.900.000		440	19,10
2b2 Bio-energie thermisch	304	1.200.000		279	14,87 alleen voor warmtegedeelte
2c Bio-energie co-generatie + thermisch	0	2.025.000		228	9,92
2d Bio-energie warmte van Wierda	304	960.000		223	11,90 alleen voor warmtegedeelte
3a1 Warmtepompen individueel	304	1.100.000		248	13,22 alleen voor warmtegedeelte
3a2 Warmtepompen individueel +PV	0	4.266.500		481	20,90
3b1 Warmtepomp centraal	304	1.566.500		364	19,41 alleen voor warmtegedeelte
3b2 Warmtepompen centraal +PV	0	4.766.000		538	23,34
4 Windenergie (compensatie model)	287	650.000		73	5,26 alleen voor stroomgedeelte



11 Conclusies & Aanbevelingen

Nieuwbouw:

- De nieuwbouw kan het beste CO₂-neutraal gerealiseerd worden door een bio-energie centrale te plaatsen nabij de nieuwbouw. Deze centrale kan bestaan uit een co-generatie unit (stroom en warmte), of een co-generatie unit aangevuld met een thermische unit. Nader onderzoek is nodig om alle details uit te werken.
- De nieuwbouw kan ook indirect CO₂ neutraal gemaakt worden door het plaatsen van een windturbine, waarvan de groene stroom toegekend wordt aan de nieuwbouw in het dorp. Plaatsing van de windturbine moet integraal meegenomen worden met de bouwplannen.
- Om CO₂-neutraliteit te bereiken via gebouwgebonden opties of warmte-koude opslag is erg duur.

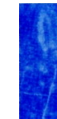
Nader onderzoek is nodig, met name om de bio-energie optie verder in detail uit te werken. Het is mogelijk om hiervoor een bio-energie-projectontwikkelaar te benaderen. Ook zijn er gespecialiseerde adviesbureaus.

Geheel Birdaard CO₂ neutraal:

- Geheel Birdaard CO₂-neutraal maken via duurzame energietechnieken in de huizen is een bijzonder kostbare exercitie (schatting € 10 – 15 miljoen).
- Groene stroom en gas inkopen via het bestaande net is relatief simpel en goedkoop, en maakt het hele dorp Birdaard CO₂ neutraal. Deze energie komt dan van buitenaf en is vaak waterkrachtstroom uit Scandinavië of windstroom uit Duitsland.
- Indien de mensen uit Birdaard alles in eigen hand willen houden bestaat er voor hen de mogelijkheid om aandeelhouder te worden van een eigen bio-energiecentrale. Men kan dan via een derde partij (zoals GreenChoice) de eigen opgewekte groene stroom inkopen en jaarlijks dividend verdienen. Dit is een interessante maar optie, hij zal zeker veel tijd en inspanning kosten om te realiseren.
- De gemeente kan exploitant worden van een bio-energiecentrale en de alle burgers van Birdaard van stroom voorzien, en de nieuwbouw van warmte voorzien. Met het dividend (€ 120.000/jaar) kan zij activiteiten in de regio ondersteunen.

Deelmaatregelen

Voor de bestaande bebouwing bevelen wij voor ieder huishouden een Energie Prestatie Advies aan, waarin de meest efficiënte maatregelen om energie (en dus CO₂) te besparen naar voren komen per individuele woning. Via een EPA worden de beste mogelijkheden opgesomd in een beknopte rapportage. Mogelijkheden zijn o.a. spaarlampen, zonneboilers en domotica.

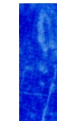


Draagvlakvergroting

Voor draagvlak vergroting is het van belang dat de bewoners van Birdaard direct en duurzaam betrokken worden bij het bereiken van de doelstelling. Het oprichten van een “Bio-energie coöperatie Birdaard”, waarin de bewoners risicodragend kunnen investeren lijkt een ideale manier om bewoners te betrekken. Zonder dat er een kostbare voorlichtingcampagne gevoerd hoeft te worden, waar de doelgroep na verloop van tijd niet meer op zal reageren. Het dividend van de investering in een eigen energiecentrale zal een positieve stimulans geven die op geen enkele andere manier te bereiken is.

Jong geleerd is oud gedaan. Het is van belang om het onderwijs te betrekken bij dit project, door de toekomstige bewoners van het dorp en de gemeente te leren duurzaam te denken en te handelen, bereik je dat de op korte termijn genomen maatregelen ook nog lange tijd hun bijdrage kunnen leveren aan het voorkomen van CO₂ uitstoot en het bevorderen van duurzaamheid in het algemeen.

Zoals naar voren kwam bij de presentatie van de energievisie in Birdaard op 18 juni 2008: “Een duurzaam en CO₂ neutraal Birdaard dat doen we samen”.



12 Bronvermeldingen

Rapportbrede bronnen: SenterNovem, Cijfers en tabellen uitgave 9 Mei 2007, <http://bestel.postbus51.nl/content/pdf/39BR2007G002-2008515-145713.pdf>
MilieuCentraal.nl

Hoofdstuk 5: Afbeelding Pagina 7; Architectenbureau GDA

Hoofdstuk 7: Toolkit duurzame woningbouw, © Aeneas uitgeverij, 2006

Hoofdstuk 7: MilieuCentraal.nl, © Milieucentraal Utrecht, <http://www.milieucentraal.nl/pagina?onderwerp=Zonneboiler>
<http://www.milieucentraal.nl/pagina?onderwerp=Zonnepanelen>
http://www.milieucentraal.nl/pagina?onderwerp=Warmtepompen#Energie_besparing

Hoofdstuk 8.1: E-kwadraat, © Ekwadraat B.V. Berlikum <http://www.ekwadraat.com/diensten/18>

Hoofdstuk 8.1: SenterNovem, © SenterNovem, http://www.senternovem.nl/duurzameenergie/DE-technieken/biomassa_verbranding/Index.asp
http://www.senternovem.nl/duurzameenergie/DE-technieken/Bio-energie_in_wijken/Index.asp
http://www.senternovem.nl/duurzameenergie/DE-technieken/Bio-energie_in_woningen/Index.asp

Hoofdstuk 8.1: IndiEco, © IndoEco B.V. Steenwijk, <http://www.indieco.nl/tekst.php?mid=3&sid=75&ssid=43&col=>

Hoofdstuk 8.1: SenterNovem.nl, © SenterNovem Cijfers en tabellen uitgave 9 mei 2007

Hoofdstuk 8.1: Diversen: Mondelinge gesprekken met o.a.: E-Kwadraat en Ruud van Rijn (Bosch en Van Rijn)

Hoofdstuk 8.2: SenterNovem.nl, praktijk © IF-Technology & SenterNovem; Cijfers en tabellen uitgave 9 mei 2007, rapport Warmte/Koudeopslag in

Hoofdstuk 8.2: Ruud van Rijn, © Bosch en Van Rijn 2008, Utrecht.

Hoofdstuk 8.3: Toolkit duurzame woningbouw, © Aeneas uitgeverij, 2006

Hoofdstuk 8.3: EP-W berekeningsprogramma, Nederlandse Praktijk Richtlijn NPR 5129 (nl) april 2005, © Nederlands Normalisatie-instituut, Delft

Hoofdstuk 8.4: Ruud van Rijn, © Bosch en Van Rijn 2008, Utrecht.

Hoofdstuk 9: Energiebesparing door ICT, © Christiaan Wartena, januari 2008 <http://www.telin.nl/index.cfm?type=doc&handle=84503&language=nl>

Hoofdstuk 9: SenterNovem, © SenterNovem, Projectplan Energie Onderzoek Subsidie, februari 2007

Hoofdstuk 9: MilieuCentraal.nl, © Milieucentraal Utrecht, <http://www.milieucentraal.nl/pagina?onderwerp=Trend%20verlichting>

Hoofdstuk 11.1: www.verswater.nl, © Vitens N.V,

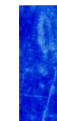
[http://www.verswater.nl/Water+is+gewoon/\(Her\)gebruik+van+grijs+-en+regenwater.htm](http://www.verswater.nl/Water+is+gewoon/(Her)gebruik+van+grijs+-en+regenwater.htm)

Hoofdstuk 11.2: SenterNovem.nl 23-08-2007, © SenterNovem,

http://duurzaammbouwen.senternovem.nl/vraag_en_antwoord/wat_zijn_de_voor-_en_nadelen_en_waar_vind_ik_info_over_aanleg_etc-174/

Hoofdstuk 11.2: Groendak.info, © Groendak V.O.F,

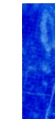
<http://www.groendak.info/>



Bijlagen

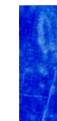
Bijlage 1. De energievraag met CO₂ uitstoot van de nieuwbouw:

EPC = 0,8		Per object	Totaal	Per object	Totaal	Per object	Per object	Per object	Per object	Per object	Per object	Per object
aantal	objecten	elektra kWh/ jr	elektra totaal	gas m3/jr	gas totaal	bio diesel ltr/jr	bio diesel totaal	CO2 uitstoot gas (Kg)	CO2 uitstoot elektra (Kg)	CO2 uitstoot biodiesel (Kg)	CO2 uitstoot tot (Kg)	CO2 uitstoot (Kg) totaal objecten
50	recreatie woningen 350 m3	3.346	167.300	955	47.750			1.700	1.894		3.594	179.687
10	drijvende woonboten 150 m3	3.346	33.460			1.158	11.580		1.894	2.328	4.221	42.214
7	waterwoningen op palen 200 m3	3.346	23.422	866	6.062			1.541	1.894		3.435	24.047
1	familie accommodatie 1250m3	17.160	17.160	7.200	7.200			12.816	9.713		22.529	22.529
22	seniorenwoningen rijtjes 250m3	3.346	73.612	866	19.052			1.541	1.894		3.435	75.577
6	starterswoningen koop 250m3	3.346	20.076	866	5.196			1.541	1.894		3.435	20.612
4	huurwoningen 250m3	3.346	13.384	1.150	4.600			2.047	1.894		3.941	15.763
1	mfc 8750 m3	157.500	157.500	59.500	59.500			105.910	89.145		195.055	195.055
1	school 2500 m3	31.000	31.000	12.000	12.000			21.360	17.546		38.906	38.906
102	GRAND TOTAL		536.914		161.360		11.580					614.390
	CO2 ton		304		287							
Prijs/jaar (gelijkblijvende kosten)		€	123.490	€	80.680							
Prijs totaal 1 jaar		€	204.170									
Prijs 15 jaar (gelijkblijvende kosten)		€	1.852.353	€	1.210.200							
Prijs totaal 15 jaar		€	3.062.553									
CO2 uitstoot ton/jr, ref.			304		287							
CO2 uitstoot ton/jr totaal, ref.			591									
Woningen (441)			1.475.586		771.750							
Kengetallen			3.346		1.750							
CO2 ton elektra / gas		835,18		1373,72								
CO2 samen oudbouw				2.209								
CO2 Totaal nieuw en oud				2.800								



Bijlage 2. Berekeningen warmtepomp-opties

3a WARMTEPOMPEN Monobron / Doublet		WP Boiler	LTV systeem	Elektr. Aansl, verzwaren	Lus in de bodem	Uitsparing gasleiding en ketel	Extra kosten (drijvende woningen)	Alle woningen
50	recreatie woningen 350 m3	6.000	1.500	1.000	2.000	2.500-		€ 400.000
10	drijvende woonboten 150 m3	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt		
7	waterwoningen op palen 200 m3	6.000	1.500	1.000	2.000	2.500-	1.500	€ 56.000
1	familie accommodatie 1250m3	24.000	6.000	4.000	8.000	10.000-		€ 32.000
22	seniorenwoningen rijtjes 250m3	4.000	1.250	1.000	2.000	2.000-		€ 137.500
6	starterswoningen koop 250m3	4.000	1.250	1.000	2.000	2.000-		€ 37.500
4	huurwoningen 250m3	4.000	1.250	1.000	2.000	2.000-		€ 25.000
1	MFC 8750 m3	4.000	1.250	1.000	2.000	2.000-		€ 180.000
1	school 2500 m3	180.000	60.000	5.000	10.000	75.000-		€ 70.000
		60.000	20.000	5.000	10.000	25.000-		
Optie 3a1								€ 938.000
Optie 3a2 Zonnepanelen voor alle gebouwen								€ 3.200.000
TOTAAL incl. PV								€ 4.138.000



3b WARMTEPOMP Centraal systeem		Investering centrale WP 70-90	Leidingen, gemm 75 m	Uitsparing kosten ketels	LTV systeem	Exploitatie	Alle woningen
1	Centraal	€ 650.000					€ 700.000
						50.000,00	
50	recreatie woningen 350 m3		9.375,00				€ 418.750
10	drijvende woonboten 150 m3		nvt	2.500,00- nvt	1.500 nvt		
7	waterwoningen op palen 200 m3		9.375,00				€ 58.625
				2.500,00-	1.500		
1	familie accommodatie 1250m3		9.375,00				€ 5.375
				10.000,00-	6.000		
22	seniorenwoningen rijtjes 250m3		9.375,00				€ 189.750
				2.000,00-	1.250		
6	starterwoningen koop 250m3		9.375,00				€ 51.750
				2.000,00-	1.250		
4	huurwoningen 250m3		9.375,00				€ 34.500
				2.000,00-	1.250		
1	MFC 8750 m3		9.375,00				€ 20.625-
				75.000,00-	45.000		
1	school 2500 m3		9.375,00				€ 625-
				25.000,00-	15.000		
Optie 3b1			125	€/m leiding			€ 1.437.500
Optie 3b2	Zonnepanelen voor alle gebouwen						€ 3.200.000
	TOTAAL incl. PV						€ 4.637.500