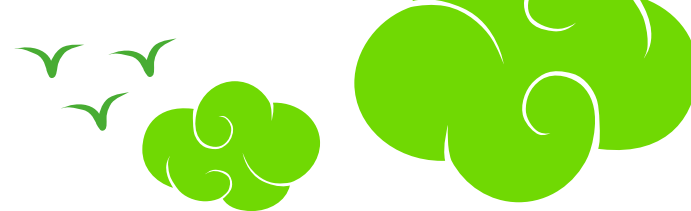


Cleantech Energy Crossing

Grensoverschrijdende samenwerking in de ontwikkeling van cleantech innovaties





De energietransitie, het kan mij niet snel genoeg gaan. Het afgelopen jaar, waarin de wereld stilstond als gevolg van de COVID-19 pandemie, is de CO2-uitstoot drastisch gedaald en het energiegebruik met 8% afgenomen. Echter, om de klimaatdoelstellingen van Parijs te halen, zouden we ieder jaar vanaf nu, de emissies met eenzelfde hoeveelheid terug moeten laten lopen als in 2020. Het huidige tempo is veel te langzaam. We moeten flink versnellen, wereldwijd. Versnellen doen we door nieuwe en slimme oplossingen en producten te bedenken, samen te werken tussen sectoren en landen en met nieuwe beleidsplannen te komen vanuit een doortastende overheid. Hoe mooi is het dan dat wij u vandaag het eindrapport Cleantech Energy Crossing kunnen laten zien. 15 (door)ontwikkelde producten, plannen en ideeën die niet alleen de energietransitie concreet helpen te versnellen, maar ook een inspiratie zijn voor velen anderen.

De energietransitie is niet alleen de taak van de energiesector. Ook de zware industrie, de transportsector en de bebouwde omgeving moeten de slag maken in de komende jaren. In het Clean Energy Crossing project lag de focus op de gebouwde omgeving: oplossingen voor privéwoningen en oplossingen voor instanties met hun eigen elektriciteitsvoorziening zoals campussen, winkelcentra en zelfvoorzienende wijken. In de afgelopen vier jaar hebben tientallen gepassioneerde organisaties uit het bedrijfsleven, kennis- en onderzoeksinstituten in Nederland en Duitsland intensief samengewerkt om tot nieuwe producten te komen. Onder de bezielende leiding van de medewerkers van stichting Kiemt en EnergieAgentur Nordrhein Westfalen zijn er uiteindelijk oplossingen gekomen voor zowel de directe woonomgeving als voor micro-netwerken. Hier blijkt eens te meer dat samenwerking cruciaal is, tussen experts, industriële sectoren en tussen landen. Het Cleantech Energy Crossing project bevestigt ook dat nieuwe technologieën en innovaties gecombineerd

moeten worden om tot de uiteindelijke versnelling te komen van de transitie. Opslagtechnieken maken duurzame verwarming en koeling mogelijk en verschillende soorten kleinschalige batterijen zijn nodig om ervoor te zorgen dat we thuis niet alleen elektriciteit opwekken maar het ook daadwerkelijk in onze huizen kunnen gebruiken. Grotere batterij-oplossingen zijn dan weer nodig voor bedrijventerreinen, scholen en industrie. Op al die gebieden biedt dit project oplossingen. Dat heeft niet alleen 15 producten opgeleverd maar ook gezorgd voor inspiratie en kruisbestuiving tussen alle partijen. Daar kan weer verder op gebouwd worden.

Het energietransitie plaatje is echter niet compleet met alleen het bedrijfsleven, onderzoek en onderwijs. Ook de overheid speelt een cruciale rol: met financiële ondersteuning van innovaties, samenwerkingsverbanden en nieuwe regelgeving. Zonder steun van de Europese Unie, het (Nederlandse) Ministerie van EZK, het (Duitse) Ministerie van Economie, Innovatie, Digitalisering en Energie van de deelstaat Noordrijn-Westfalen en de provincies Gelderland, Brabant en Limburg konden wij u vandaag niet dit prachtig resultaat laten zien. Een overheid die steunt, inspireert en de weg vrijmaakt voor een schone en veilige toekomst voor iedereen, dat is wat we nodig hebben voor de komende decennia.

Ik dank alle partijen die betrokken zijn geweest bij dit inspirerende en zinvolle project. Op naar de volgende fase, waarin we nog sneller zullen moeten gaan.

Caroline Kamerbeek
Bestuursvoorzitter Stichting Kiemt
Directeur Marketing, Communicatie, Beleid
Energy Systems bij DNV



– Leeswijzer eindrapport Cleantech Energy Crossing +

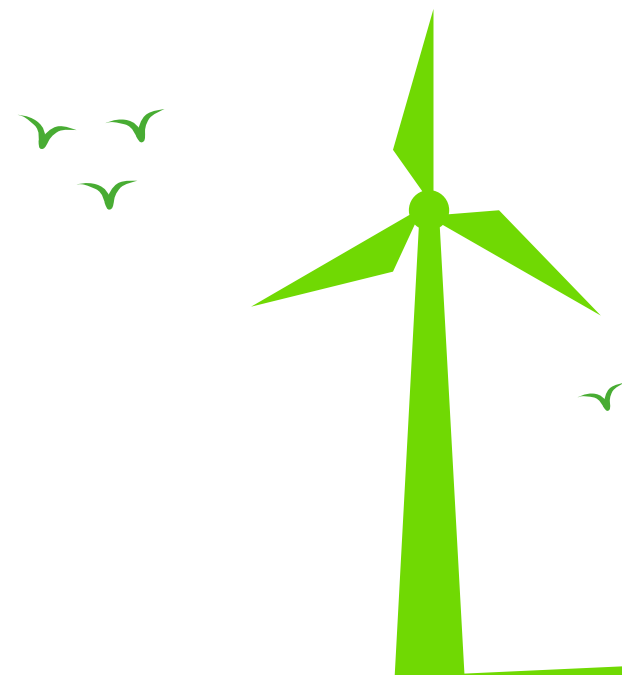
Het project Cleantech Energy Crossing bevordert grensoverschrijdende samenwerking tussen Nederlandse en Duitse organisaties die zich bezighouden met de ontwikkeling van cleantech innovaties. Specifiek innovaties gericht op de verduurzaming van de gebouwde omgeving inclusief de lokale energie-infrastructuur. Deze productinnovaties dragen bij aan de energietransitie in de gebouwde omgeving. In dit project hebben Stichting Kiemt en EnergieAgentur NRW in een consortium van meer dan 40 Mkb'ers, kennis- en onderzoeksinstituten de productinnovaties aangejaagd in het grensgebied van Noordrijn-Westfalen en de Nederlandse provincies: Gelderland, Brabant en Limburg. De productinnovaties zijn verdeeld over drie werkpakketten en worden in die volgorde per hoofdstuk beschreven in deze publieke versie van het eindrapport.

Werkpakket 1, genaamd *Sustainable heating & cooling*, richt zich op innovatieve warmte- en koudetechnieken. Binnen dit werkpakket zijn 11 productinnovaties ontwikkeld door het MKB. De innovaties zijn ontwikkeld op het gebied van: zonne-energie, zonthermie, thermo-elektrische muurelementen en producten voor het verwarmen en koelen van gebouwen. Tenslotte is er ook een vergelijkende studie gedaan tussen deze soorten innovaties. Een speciaal ontwikkelde IT-Tool biedt inzicht in de toepasbaarheid van de verschillende producten voor verschillende soorten gebouwen.

Werkpakket 2, genaamd *Batteries@Home*, richt zich op de ontwikkeling van kleinschalige batterijtechnologie om elektriciteit op te slaan in woningen. Hiermee kan de opslagcapaciteit en het percentage eigen verbruik van zelfgeproduceerde elektriciteit in woningen worden verhoogd. Binnen dit werkpakket zijn twee soorten batterijen doorontwikkeld: de loodkristalbatterij en

de natriumzwavelbatterij. De batterijen zijn geïmplementeerd in demowoningen en de prestaties zijn hierbij onderzocht. Met behulp van een selectietool kunnen batterijen met elkaar vergeleken worden.

Werkpakket 3, genaamd *Micro-grid storage*, richt zich op de ontwikkeling van grotere batterijtechnologieën in een micro-grid omgeving. Deze batterijen richten zich op de lokale energieverzorging door elektriciteit op te slaan die voorkomt uit onder andere wind- en zonne-energie. Binnen dit werkpakket zijn 2 batterijtechnologieën doorontwikkeld: de zeezoutbatterij en de waterstofbroomflowbatterij. Deze batterijen zijn getest en gedemonstreerd op verschillende locaties en op basis van de opgedane kennis zijn verschillende businessmodellen uitgewerkt.



Werkpakket 1

Introductie werkpakket 1.....	4
Solar Energy Booster.....	5
Energiedak.....	7
Q-Roof.....	9
Biogas Turbine.....	11
PVT Module.....	13
BEAUsolar.....	15
Active Wall.....	17
Supro Cooling.....	19
Infrarood verwarmingselementen.....	21
Biomassa WKK.....	23
Vergelijkende studie warmtevoorziening.....	25
Online IT-tool.....	27

Werkpakket 2

Introductie werkpakket 2.....	29
Natriumzwavelbatterij.....	31
Loodkristalbatterij.....	33
Resultaten van de praktijktesten.....	35
Werkgebied.....	40

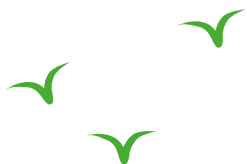
Werkpakket 3

Introductie werkpakket 3.....	41
Zeezoutbatterij.....	43
Waterstofbromide-flowbatterij.....	45
Testlocatie Aardehuizen, Olst.....	47
Testlocatie De Wijk van Morgen, Heerlen.....	49
Testlocatie IPKW, Arnhem.....	51
Met dank aan alle partners.....	53



Foto's met de klok mee v.l.n.r.:

- Q-roof (Chatim B.V.)
- Active Wall (Saint Trofee)
- Supro Cooling (Supro New Business B.V.)
- Energiedak (SolarTech International B.V.)



Introductie werkpakket 1



Sustainable heating & cooling

Voor dit werkpakket zijn 11 innovatieve producten op het gebied van duurzame warmte- en koudetechnieken door het MKB ontwikkeld. Deze producten richten zich op het verduurzamen van de gebouwde omgeving. De 11 verschillende producten begonnen in verschillende ontwikkelingsstadia en zijn gericht op: zonne-energie, zonthermie, thermo-elektrische muurelementen en producten voor verwarmen en koelen van gebouwen.

Met behulp van grensoverschrijdende samenwerking zijn deze producten ontwikkeld om op de markt te worden gebracht. De ondernemers zijn geholpen door experts uit de markt en onderlinge kennisuitwisseling en samenwerking binnen het project. Er zijn 9 bijeenkomsten tussen productontwikkelaars georganiseerd, gericht op kennisdeling. Daarnaast zijn er 10 bijeenkomsten georganiseerd tussen productontwikkelaars en experts uit de markt. De nieuwe technologieën zijn doorontwikkeld naar prototypes. Die prototypes zijn vervolgens getest in operationele omgevingen. In een aantal gevallen zijn de prototypes met behulp van GWI Essen getest in de praktijk en zijn de resultaten vergeleken met verschillende technieken. In sommige gevallen is meet- en regeltechniek ontwikkeld voor integratie in een totaalsysteem.

Om afnemers en potentiële klanten inzicht te bieden in verschillende warmte- en koudesystemen is er een IT-tool ontwikkeld. Potentiële klanten kunnen hiermee een vergelijking maken tussen de verschillende systemen en bekijken welke het meest relevant is voor een bepaald gebouw. De IT-tool vergelijkt technische en economische mogelijkheden en houdt rekening met verschillende (internationale) typen gebouwen. De IT-tool is technisch klaar en wordt in 2021 gevuld met content en producten. De IT-tool is te bezoeken op:
www.eyegreen.eu.

Uiteindelijk zijn de doelen bereikt doordat er 11 producten (van 10 ondernemers) technisch gereed zijn en (binnenkort) beschikbaar voor consumenten. In dit hoofdstuk beschrijven de ondernemers zelf welke producten zij ontwikkeld hebben en hoe die ontwikkeling in dit project gegaan is. Aan het eind van het hoofdstuk beschrijft GWI Essen in een vergelijkende studie over de verschillende warmtevoorzieningen voor eengezinswoningen.



– Solar Energy Booster | Jan Putman Beheer B.V. +

Product

De Solar Energy Booster geeft een boost aan bestaande zonnepanelen. Warmte wordt afgevoerd voor verwarming van een huis, terwijl zonnepanelen gekoeld worden met een vloeistof. Dit vergroot de efficiëntie van deze panelen. De combinatie van een PV-systeem gecombineerd met een thermisch systeem is niet geheel nieuw. De Solar Energy Booster onderscheidt zich doordat het een losse warmtewisselaar is. Hiermee ontstaat een universeel toepasbaar thermisch systeem dat op PV-panelen met verschillende afmetingen kan worden toegepast. De Solar Energy Booster past achter vrijwel ieder PV-paneel in de maat 1x1,6 meter, ook bij al geplaatste PV panelen.

Ontwikkeling en samenwerking

Eén van de uitdagingen was het reguleren van de temperatuur van de warmte uit het SEB-paneel. De zonintensiteit varieert dus de warmtepomp krijgt verschillend aanbod van temperatuur. Er is ruimte voor efficiëntieverbetering wanneer de aangevoerde temperatuur constant zou zijn. Door warmte op te slaan in een buffer (eventueel met Phase Changing Materials (PCM) zie verderop) blijft de temperatuur constant. Het bedrijf Movements Group heeft onderzoek gedaan naar monitoring van de opgewekte warmte en efficiëntie van de afdracht van deze warmte naar verwarming en warm tapwater. Daarvoor hebben zij software ontwikkeld, die het mogelijk maakt om gericht op bepaalde tijdstippen wel of niet te verwarmen of te laden. Op deze manier kan de warmte die overdag wordt opgewekt 's avonds gebruikt worden voor warmteafgifte.

SOLAR ENERGY BOOSTER

BOOST YOUR SOLAR PANEL

Er loopt nu een samenwerking met de Hogeschool van Arnhem & Nijmegen (HAN). Zij ontwikkelen een kunststof dakdoorvoer en afvoerwerking voor de warmtepomp en boiler achter het knieschot. Daarnaast heeft Solar Energy Booster een nauwe samenwerking opgezet met MTT energy van Thomas Niemann en daarmee twee proefprojecten opgezet bij de familie Loeters en de familie Raben in Didam.



Voorbeeld van hoe de onderdelen in de ondergrond en het knieschot zijn geplaatst.

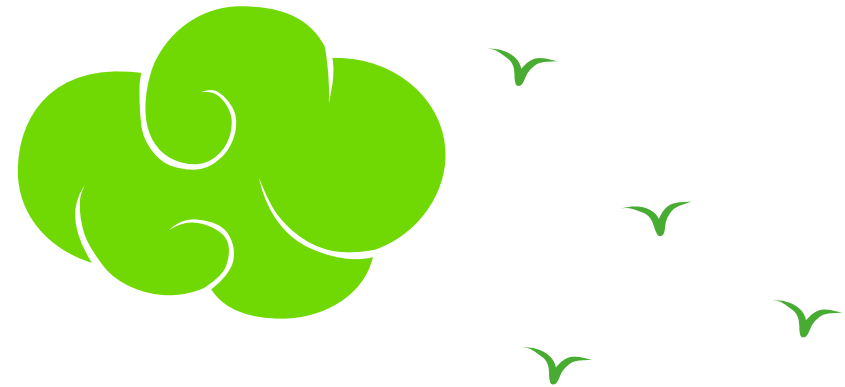
Resultaat en toekomst

Bij de familie Loeters is een combinatie van 3 warmtepompen getest, gecombineerd op één zonnenveld met SEB-panels en één ondergrondse put. Het bijzondere van dit project is dat er meerdere woningen zijn verwarmd met één energiesysteem. Dit project is gemonitord met software van Movements Group. Bij de familie Raben is de combinatie van een bodemcollector (het energiehek) en een bodemput getest. De laatste is aangesloten op zonnewarmte en het energiehek haalt warmte en koude uit de grond en stopt de warmte en koude daarin. Het unieke van deze combinatie is de mogelijkheid om ook gebouwen te kunnen koelen. Ook dit project is eveneens gemonitord met software van Movements Group.

Solar Energy Booster is in gesprek met de TU Delft. Het idee is om een project te starten waar de warmte uit zonnepanelen met PCM's wordt opgeslagen. Er wordt onderzoek gedaan om in het knieschot een vat met PCM's te plaatsen in combinatie met een kleine warmtepomp, waardoor geen ondergrondse put nodig is. In de afbeeldingen is weergegeven hoe de onderdelen in de ondergrond en het knieschot zijn geplaatst.

Solar Energy Booster
Jan Putman
Den Aam 21
7044 AB Lengel, Nederland

T. +31 26 8200344
M. jan.putman@solarenergybooster.nl
W. www.solarenergybooster.nl



Product

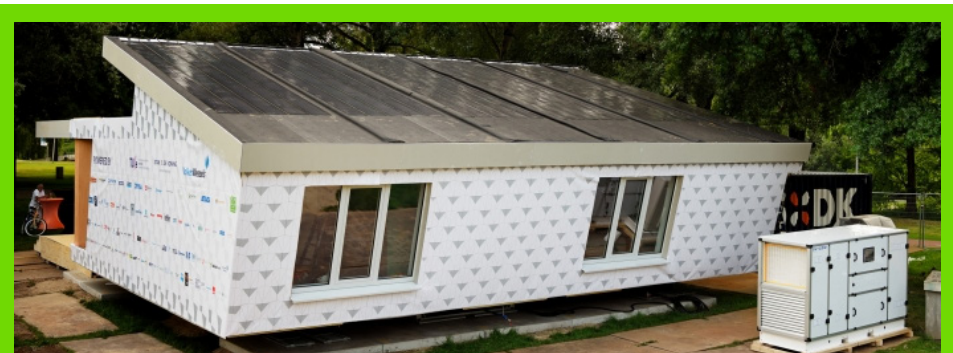
Het Energiedak® is in de eerste plaats een gewoon dak, maar onder de dakbedekking ligt een gepatenteerde warmtecollector. De zonnewarmte komt het dak op en via een uitgekiend slangenstelsel van collectoren wordt de warmte geoogst. De bovenlaag van het dak bestaat uit donkere en dus goed opwarmende dakbedekking. In de nacht kan dit proces worden omgedraaid en kan met het dak worden gekoeld. De omvang van het Energiedak® wordt afgestemd op de energiebehoefte van het gebouw onder het dak. Een variant op het Energiedak is het Energiedak®-Plus, dat de voordelen van een lichtgewicht PV-dakbedekking toevoegt. Deze dunne film PV-modules zijn gebaseerd op CIGS-technologie, een dunne film zonnepaneel op basis van andere componenten dat te zien is als één zonnecel, in tegenstelling tot reguliere kristallijne zonnepanelen. Energiedak®-Plus levert dus niet alleen warmte en koeling, maar ook elektriciteit.

Ontwikkeling en samenwerking

SolarTech International heeft in het project samengewerkt met de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e), TNO en diverse marktpartijen. Daarnaast is met NRGTEQ (warmtepompontwikkelaar en –producent) veel overleg geweest over de door hen geleverde warmtepomp. Door SolarTech is de hele buiteninstallatie aangelegd, de binneninstallatie is uitgevoerd door Re-Source Solar. Geïntegreerde PVT-warmtepompsystemen zijn gemodelleerd en gesimuleerd. Hiertoe is gebruik gemaakt van TRNSYS en Polysun, simulatietools waarmee dynamische simulaties uitgevoerd kunnen worden. In TRNSYS is een PVT-warmtepompsysteem gesimuleerd waar de PVT-warmte als bronwarmte voor de warmtepomp wordt gebruikt. Op een testlocatie van de TU/e is door SolarTech een



zogenaamde Energiekap gerealiseerd. Deze bestaat uit een basis sandwichpaneel (dakpaneel), waarop achtereenvolgens zijn aangebracht: een bitumineuze dampdichte laag, een zonthermisch Energiedak, EPDM-dakbaan en Miasolé flexibele PV. De Energiekap is opgebouwd uit twee afzonderlijke panelen, van elk ongeveer 6 m² groot. Deze zijn prefab geproduceerd en naar Solarbeat (openlucht testfaciliteit) getransporteerd, met een mobiele torenkraan op het dak geplaatst en aangebracht op de proefopstelling.



Afbeelding 1: Hierboven is het project VirTUE afgebeeld. Een prefab woning die eerst op de campus van de TU/e is opgebouwd en daarna is gedemonteerd en vervoerd naar Dubai om daar eind 2018 deel te nemen aan de Solar Decathlon wedstrijd waar een imposante 6de prijs werd gewonnen.

Resultaten en toekomst

Voor het financieel vergelijk is de 'total cost of ownership' (TCO) voor 15 jaar berekend. De investering is inclusief alles wat nodig is voor het gasloos maken en op lage temperatuur verwarmen van de woning. In vergelijking met de lucht/water warmtepomp is de PVT-warmtepompinstallatie in het voordeel vanwege lagere energiekosten. De investering voor een PVT-WP is wel hoger. In vergelijking met de warmtepomp met bodembron is de investering voor een PVT-WP installatie iets lager en is het energiegebruik is iets hoger. Voordelen van PVT-WP ten opzichte van warmtepompen met bodembron is dat de bodemgesteldheid niet van belang is en dat er geen ruimte nodig is voor (het boren van) bodembronnen.

Mogelijk kan een vorm van financiering naar voorbeeld van die bij NOM-woningen of de energiebespaarlening hier particulieren over de streep trekken. Voordelen zijn dat er geen geluid is van de bron in de omgeving, dat de bron 'verborgen' is achter zonnepanelen, en dat vervanging van de bron minder vaak nodig is. Het product Energiekap is inmiddels vrij verkrijgbaar en zal als prefab systeem worden toegepast op een eerste woning in het project Brandevoort Smart District in de gemeente Helmond.

Energiedak
A.A.G. Schiebroek
Noord Brabantlaan 1A
5652LA Eindhoven, Nederland

T. +31 (0)40 888 2992 / +31 (0)6 5373 8537
W. www.energiedak.nl



Afbeelding 2: Het tweede gerealiseerde project is een bestaande, matig geïsoleerde woning in Oirschot binnen een beschermd stadsgezicht. De warmte uit het dak wordt voor meerdere doeleinden ingezet: voorverwarming van een warmwater boiler, directe aansturing van een grondgebonden 20 kW warmtepomp en regeneratie van een gesloten bodembronnensysteem. De elektra wordt omgezet om de warmtepomp aan te sturen. De woning is gasloos en voorziet in de eigen energiebehoefte.

W/E adviseurs heeft onderzoek gedaan naar de kansen en beperkingen van PVT-warmtepompsystemen voor toepassing in bestaande en nieuwe woningen. Dat is onderzocht door het vergelijken van de energieprestatie, het energiegebruik en de financiële consequenties van PVT-warmtepompsystemen met concurrerende technieken voor 5 verschillende woningtypen. De concurrerende technieken zijn: lucht/water warmtepomp, warmtepomp met bodembron en (voor bestaande woningen) de cv-ketel.

Product

Q-Roof is een jonge startup, die een gepatenteerd systeem ontworpen heeft dat het mogelijk maakt om de warmte van dakpannen of lei zinnig te gebruiken. Doordat het systeem onzichtbaar wordt aangebracht, is het uitermate geschikt voor monumentale gebouwen en gebouwen in een beschermd dorps- of stadsgezicht.

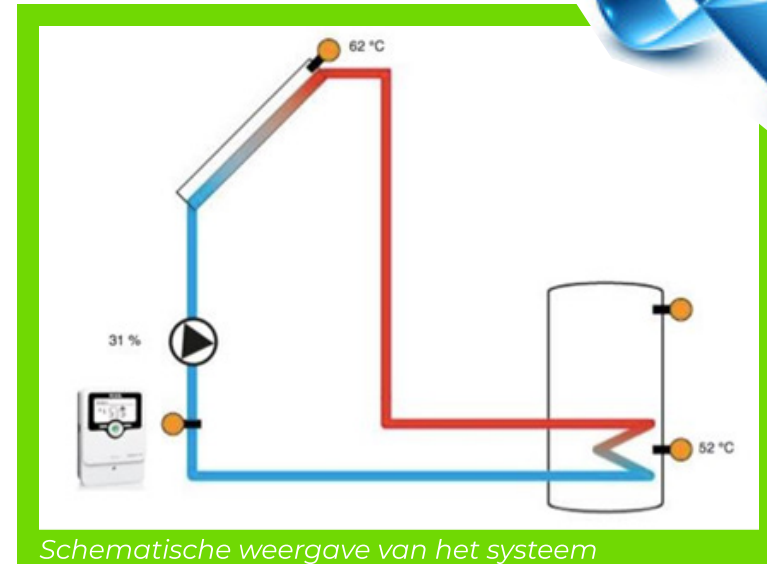
Ontwikkeling en samenwerking

De nauwe samenwerking met projectpartners Hogeschool Zuyd en GWI Essen heeft het in dit project mogelijk gemaakt de volgende twee elementen te ontwikkelen:

1. Meetbaar en zichtbaar maken van de opbrengst van het Q-Roof systeem;
2. Het Q-Roof systeem doorontwikkelen, zodat het ook toegepast kan worden onder lei dakbedekking.

1. Meetbaar en zichtbaar maken van de opbrengst Q-Roof systeem

Een systeem is ontwikkeld om online de situatie en opbrengst van het Q-Roof systeem te meten. De actuele werking wordt getoond en de totale opbrengst van het systeem sinds de startperiode. Deze gegevens zijn specifiek ook zichtbaar voor de klant. De komende periode zal er nog tijd besteed moeten worden om de gegevens verder te kunnen verwerken en als input te gebruiken voor nadere optimalisering van de installaties. Hieronder een voorbeeld van de een schema met de gegevens van een van de Q-Roof systemen, zoals geplaatst op het dak van een monument in Nederland. In het schema is te zien welke temperatuur op welke locatie aanwezig is in het systeem.



Schematische weergave van het systeem

2. Doorontwikkeling van Q-Roof, zodat het ook bij lei daken toegepast kan worden.

In eerste instantie is Q-Roof ontwikkeld voor gebruik onder verschillende soorten dakpannen. Daarnaast is in dit project samen met andere bedrijven gekeken wat er gedaan moest worden om het systeem ook te kunnen laten functioneren bij lei. In samenwerking met een aantal partners, is eerst onderzoek gedaan hoe Q-Roof geplaatst kan worden tussen lei. Q-roof heeft binnen dit project kennis uitgewisseld met Enlop GmbH, Supro New Business B.V. en BEAUsolar/Technisch Ontwerpbureau Comuth. Het leggen van een monumentaal lei-dak is een specialistische klus. Daarom zijn er zeer ervaren leidekkers betrokken bij het onderzoek. Er zijn eerst testen gedaan in een werkplaats met de Penrhyn lei soort.



Resultaat en toekomst

In de werkplaats is een juiste aanbrengmethode gevonden voor de leidakbedekking. Deze is daarna in een proefproject gebruikt in Middelburg op een monumentaal pand. Het bleek dat het ontwerp van de Q-Roof elementen compleet aangepast moest worden. Het dakpannensysteem bleek niet gebruikt te kunnen worden, doordat het niet tussen de dichte leisteendekking paste. Het nieuwe ontwerp is op 1 zijdak toegepast. De resultaten van de daadwerkelijke warmteopbrengst lijken zeer bevredigend. Q-roof wil nader onderzoek laten doen naar verdere optimalisaties.

Q-Roof
Valkenburgerweg 223
6419 AT Heerlen, Nederland

T. +31 (0) 6 25 11 1939
M. info@q-roof.nl
W. www.q-roof.nl



Product

De EnerTwin is een micro-WKK-systeem (kleine warmtekrachtkoppeling) waar een ketel en een kleine elektriciteitscentrale worden gecombineerd in één robuust en duurzaam apparaat. De EnerTwin is ontwikkeld door MTT (Micro Turbine Technology BV). De kern van de EnerTwin is een micro gasturbine die een generator aandrijft. De microturbine levert 3kW elektrische stroom en 15 kW thermische energie voor verwarming en de productie van warm leidingwater. De EnerTwin is het eerste micro-WKK-systeem dat een microturbine gebruikt. Microturbinen bieden grote voordelen op het gebied van betrouwbaarheid, levensduur en hebben zeer lage onderhoudskosten. De EnerTwin kan worden gebruikt op groen gas, biomethaan of aardgas met maximaal 23% waterstof toegevoegd, waardoor de CO₂-uitstoot verder wordt verminderd. Voor elke geïnstalleerde EnerTwin wordt – bij gebruik van aardgas – jaarlijks tot ongeveer 9,5 ton CO₂-uitstoot vermeden in vergelijking met elektriciteit uit conventionele centrales.

De kostprijs van de EnerTwin hangt af van de volumes waarin deze worden afgenomen en via welk afzetkanaal deze bij de eindgebruiker terecht komt. Voor een typische eindgebruiker zal de EnerTwin zich in 3-6 jaar kunnen terugverdienen op basis van vermeden inkoop van elektriciteit, afhankelijk van de lokale kostprijs van elektriciteit en van de brandstof, alsmede van beschikbare stimuleringsmaatregelen van de overheid (subsidies).

Ontwikkeling en samenwerking

De EnerTwin is op de markt sinds 2018 voor de toepassing op aardgas. Het apparaat is in dit project aangepast om op biogas te



kunnen werken. Omdat biogas een lagere verbrandingswaarde heeft (minder energie per m³ gas) moest de brander en het gassysteem aangepast worden. De capaciteit van ingebouwde gascompressor die het gas op 3 bar moet brengen moest flink verhoogd (verdubbeld) worden. Daarvoor zijn nieuwe compressors geselecteerd en uitvoerig getest. Om het apparaat op een

correcte manier met de brandstof om te laten gaan moest het regelsysteem worden aangepast zodat er tijdens koud of warm opstarten geen oververhitting van de gasturbine plaatsvindt. Ook is daarbij van belang dat de emissies binnen de vereiste grenswaarden blijven.

Het biogas systeem is uitvoerig getest in het laboratorium van MTT. Er komen regelmatig vragen binnen van potentiële klanten die op zoek zijn naar een oplossing voor biogas. In het project is vooral samengewerkt met het instituut GWI uit Essen. Zij hebben metingen uitgevoerd aan prestaties en emissies van het systeem op verschillende gassamenstellingen en onder verschillende bedrijfscondities.



Afbeelding 1: Laboratorium faciliteiten bij MTT

Resultaten en toekomst

Door de EnerTwin in dit project ook geschikt te maken voor lager calorisch (ruw) biogas kan de EnerTwin ook deze interessante nichemarkt bedienen, waar nog maar weinig micro-WKK oplossingen voorhanden zijn.

Volgende stappen zijn het ontwikkelen van een goede warmtewisselaar en aanpassing van de materialen waar de hete lucht doorheen stroomt, zodat deze bestand worden tegen de meer agressieve residuen die in de verbrandingsresten van biogas kunnen zitten. De verwachting is dat de EnerTwin op biogas begin 2022 commercieel verkrijgbaar zal zijn.

De belangrijkste specificaties van de EnerTwin zijn (aardgas):

Net elektrisch vermogen: 3,2 kW (max.) tot 1,0 kW (min.)

Net thermisch vermogen: 15,6 kW (max.) tot 6,0 kW (min.)

Power to heat ratio bij max. power: 20 %

Netto grid output efficiency (elektrisch): 16 %

Totale efficiency > 94 % (LHV)

iaw EcoDesign (EU 813/2013) > 112 %

Fuel flow (H gas, 38.5 MJ/nm³): 1,87 nm³/h (max) tot 0,84 nm³/h (min)

Afmetingen (h x b x d): 995 x 600 x 1170 mm

Gewicht (leeg / met water en olie): 205 / 215 kg



Afbeelding 2: Test van Enertwin op biogas bij GWI (Essen)

Micro Turbine Technology BV
W.M.P. Ahout
Esp 310,
5633 AE Eindhoven, Nederland

T. 088-6880000
M. info@mtt-eu.com
W. www.mtt-eu.com / www.enertwin.com





– PVT Module | Power Kombi Module B.V. +

Product

Power Kombi Module ontwikkelt PVT-panelen. Een PVT-paneel is een zonnepaneel dat zowel elektriciteit als warmte opwekt. Een PVT zonnepaneel haalt twee energiebronnen tegelijk binnen: stroom en warm water. De koeling van de zonnemodule zorgt voor een hoger rendement van het paneel en levert warmte aan een gebouw. Deze panelen zijn als eerste ter wereld TÜV-gecertificeerd. Een gedeeltelijke of volledige integratie van het verwarmingssysteem is ook mogelijk. Dat is bruikbaar bij vloerverwarming en radiatoren voor lage temperaturen. Het systeem is daardoor ook goed toepasbaar bij renovatie van een woning. Het systeem vraagt daarnaast minder ruimte op het dak, omdat het een gecombineerd systeem is. Het is daarom ook geschikt voor kleine daken. Door de productie van stroom, warmte en warm water met PVT panelen, is er geen CO2 uitstoot. Het combineren van de ingebouwde warmtepomp met een boiler, maakt dit tot een totaaloplossing voor de energiebehoefte van woningen.



Ontwikkeling en samenwerking

Power Kombi Module heeft binnen het project gewerkt aan een verbetering van de koperpijpen van de panelen. Dit heeft resulteert in een verbeterd contactoppervlakte tussen zonnepaneel en de koperen leiding. Dit vergroot de efficiëntie van het PVT-systeem aanzienlijk en vereenvoudigt het productieproces. Het bedrijf heeft inmiddels een octrooi aangevraagd voor de ontwikkelde techniek.

Het productontwerp is verder aangepast. Voor de absorber (opvangner van warmte) is een speciaal type aluminium gebruikt dat de warmteoverdracht vergroot. Dit is getest met IR-fotografie.





Er is onderzoek gedaan naar de isolatie binnen het PVT module. Ook zijn er luchtdruktesten uitgevoerd met 7 atmosfeer druk (voor het spotten van gaten). Tevens is er gezorgd voor minder warmteoverdracht tussen het frame van de collector, waardoor minder warmte verloren gaat. De eerste tests laten zien dat de panelen tot 25 jaar mee kunnen gaan.

Het bedrijf verkent samenwerkingsmogelijkheden met de projectpartner BEAUsolar Dat zou kunnen leiden tot een gebouw geïntegreerd zonnewarmte dak.

Resultaten en toekomst

Power Kombi Module wilde de Module graag testen op een proeflocatie in Duitsland. Die testen op de proeflocatie zijn onderzocht met GWI Essen. Zij zouden het systeem kunnen testen als onderdeel van dit project. Deze testen zijn voorbereid maar uiteindelijk niet uitgevoerd omdat dit in het kader van dit project niet meer mogelijk bleek.

Power Kombi Module richt zich de komende tijd op de optimalisatie van de PVT module. Er wordt vooral gefocust op een optimalisatie van opname en absorptie van warmte. Om het systeem volledig energieneutraal te maken, is het bedrijf op dit moment op zoek naar een vorm van bio-vloeistof met een hogere warmte-effect.



Onderdelen van het systeem

Power Kombi Module B.V.
Nusterweg 103C
6163 KT Sittard, Nederland

T. +31 (0)6 17 41 33 21
M. info@powerkombimodule.com
W. powerkombimodule.com/

Product

BEAUsolar is een dakbedekking met geïntegreerde zonnepanelen. Het is een geheel nieuwe BIPV (Building Integrated PhotoVoltaic) ontwikkeling zonder dakpannen met standaard zonnepanelen. De dakbedekking is drievoudig bedekt en waterdicht door de rubberen afdichtingen, de gootconstructie en een opendampfolie. Het bijzondere van BEAUsolar is dat ieder standaard zonnepaneel zonder voorzieningen kan worden geïmplementeerd in deze dakbedekking. Het is toepasbaar voor zowel renovatie als voor nieuwbouw.

Ontwikkeling en samenwerking

Samen met GWI in Essen is een demonstratiewoning geanalyseerd. Helaas was het dak van de woning niet geschikt om de in het dak geïntegreerde zonnepanelen te plaatsen. Wel heeft BEAUsolar met GWI een mogelijke marktintroductie in Duitsland bestudeerd. BEAUsolar heeft hierdoor een uitstekend



BEAUsolar



beeld gekregen van de grote verschillen met name over de dakdekkerswereld (gildesysteem) en het verstrekken van TÜV-verklaringen aan consumenten. In eerste instantie was er nog een taalprobleem voor met name de technische onderdelen. Maar door een flexibele houding van alle partijen was dit snel opgelost. BEAUsolar heeft veel kennis verkregen over het samenwerken met Duitse ondernemingen. Die kennis gaat over de structuur van de ondernemingen in Duitsland, maar ook over de maatschappelijke relevantie van de energietransitie.

Met Solar Energy Booster is onderzocht of het mogelijk is om beide producten te combineren. Er zijn oplossingen gezocht voor het gelijktijdig monteren van beide producten. Dat biedt mogelijkheden om samen klanten te zoeken en slagkracht te bundelen.

Ook met het bedrijf Q-roof is onderzocht of het mogelijk is om beide producten te combineren.

Het bedrijf Power Kombi Module heeft kennis van de Chinese markt. Gezamenlijk is onderzocht of het mogelijk was om aluminiumprofielen in te kopen.

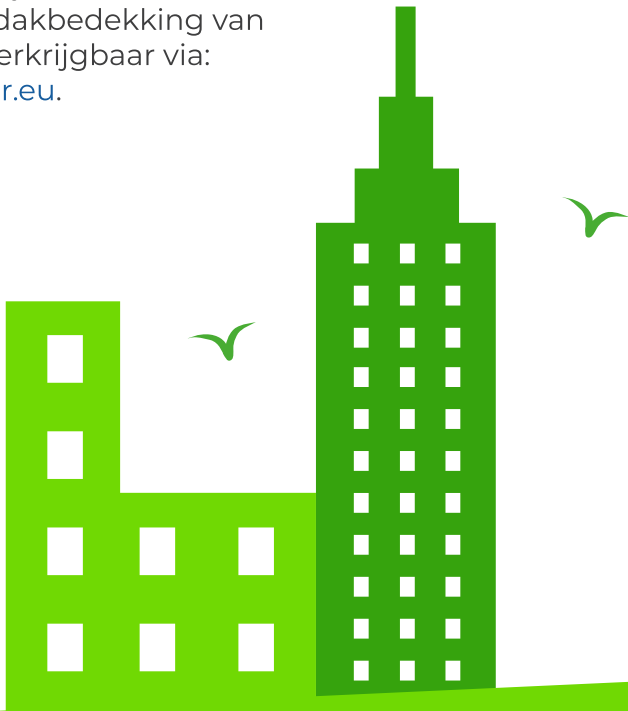


BEAUsolar b.v.
Molensingel 73, 6229 PC Maastricht
Nederland

T. + 31 (0)6 15 50 54 99
M. info@beausolar.eu
W. www.beausolar.eu

Resultaten en toekomst

BEAUsolar heeft veel kennis op kunnen doen over de Duitse markt en wat hiervoor nodig is. Ook is veel kennis uitgewisseld met de partners binnen dit project over mogelijke samenwerkingen. De kennis die BEAUsolar hieruit heeft opgedaan kan goed gebruikt worden om projecten in Duitsland te starten. De dakbedekking van BEAUsolar is verkrijgbaar via: www.beausolar.eu.



Product

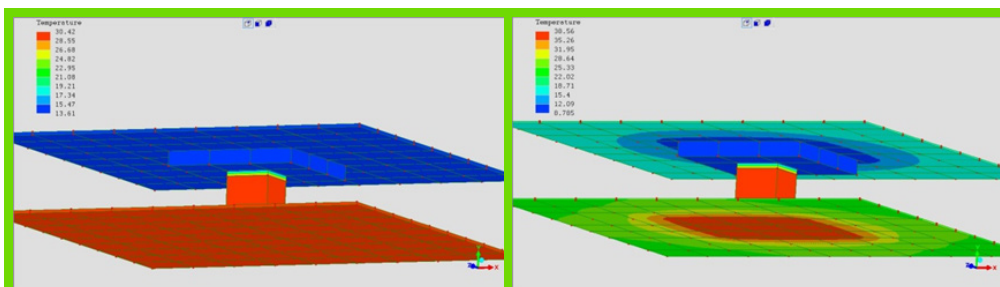
Active Wall is een nieuw type warmtepomp, met uitzonderlijk lage investeringskosten en zonder geluidsproductie. Het is namelijk een warmtepomp zonder compressor, ventilator, bodemwarmte systeem en koudemiddel. Omdat er geen bewegende delen aanwezig zijn, is ActiveWall bovendien onderhoudsvrij en absoluut stil.

Het werkingsprincipe is thermo-elektrisch (op basis van halfgeleidertechologie) en wijkt daarmee af van alle op de markt aanwezige warmtepompen. Saint Trofee heeft een octrooi op dit systeem voor woningverwarming en –koeling. De ActiveWall is eigenlijk een “actieve muur”, ofwel een muur van een woning die warm of koud kan worden, al naar gelang de behoefte. In de stand “verwarming” pompt deze actieve muur warmte uit de buitenlucht door de muur naar binnen. Die warmte wordt afgegeven door de binnenwand. Wat wellicht even wennen is, is dat zowel de buitenwand als de binnenwand van (stevig) aluminium zijn. De totale muurconstructie heeft een dikte van slechts 8 cm en is bijzonder geschikt voor modulair bouwen (zoals bijvoorbeeld voor chalets). Omdat deze warmtepomp in de muren is geïntegreerd, is er geen ruimte nodig voor de installatie. Er is dus geen aparte buitenunit nodig, en er is ook geen vloerverwarming nodig.

Saint Trofee ontwikkelt deze warmtepomp voor modulaire gebouwen, die ideaal is voor chalets, woonwagens, “tiny houses” en dergelijke woningen. Het meest opvallende aan deze “ActiveWall” warmtepomp is de prijs, die bijvoorbeeld voor een chalet, inclusief installatie en afgiftesysteem, varieert van 1000 € tot 2000 €.



Afbeelding 1: Demonstratiemodel ActiveWall (50 cm x 50 cm).



Afbeelding 2: Eenvoudig thermisch ontwerp, 2mm Aluminium (linksboven), 1 mm staal (rechtsboven). 1 mm Aluminium is de gekozen variant in de derde ontwikkelstap

Ontwikkeling en samenwerking

Er is gewerkt aan een prototype op basis van een aluminium frame. Ook zijn testen uitgevoerd omtrent warmteoverdracht van peltierelementen. Twee productontwerpen zijn opgesteld op basis van een timber framepaneel en een PUR sandwich paneel. Voor deze ontwerpen is onderzoek gedaan naar verwarmingscapaciteit, warmteoverdracht en verdere technische en economische input aan het productontwerp.

In samenwerking met RWTH Aachen is een model opgesteld voor warmteoverdracht van dit systeem. Diverse simulaties zijn uitgevoerd met het softwareprogramma BERTRIX. Dit heeft de invloed van productontwerp op efficiëntie aangetoond. Dit heeft in kaart gebracht dat peltierelementen een goede Coëfficiënt of Performance (COP) kunnen hebben, maar enkel bij lage temperatuurverschillen. Bij een delta-T van ongeveer 5 graden, leidt dit tot een COP van 3-4.

Resultaten en toekomst

Binnen dit project is uiteindelijk een laatste ontwikkelstap gemaakt naar een eenvoudiger warmtewisselaarontwerp. De totale materiaalkosten worden ten gevolge van deze ontwikkelstap lager, maar het systeemoppervlak neemt toe. ActiveWall is momenteel nog niet op de markt, er wordt gezocht naar partners in de chaletbouw / chaletverhuur om gezamenlijk een praktijkdemonstratie uit te voeren.

Saint Trofee
Oude Kanonsdijk 62
7205 AR Zutphen, Nederland

W. www.sainttrofee.nl



Product

Supro Cooling is een Startup (2017) die zich heeft gespecialiseerd in milieuvriendelijke en warmte gedreven ab-en adsorptiekoelsystemen en warmtepompen. Deze systemen kunnen worden ingezet voor het koelen of ondersteuning van de verwarming van gebouwen, huizen en processen. De systemen worden aangedreven door duurzame warmte zoals duurzame (rest)warmte, zon thermische warmte, warmtenetten en proceswarmte.

Ontwikkeling en samenwerking

Gedurende dit project hebben we systeempakketten ontwikkeld voor warmte gedreven koelsystemen en warmtepompen. Daarnaast hebben we prefab skids ontwikkeld voor adsorptiekoelmachines. We hebben technische datasheets voor alle warmte gedreven warmtepompen en koelsystemen uitgewerkt. Hierbij horen ook de datasheets voor de re-cool



systemen en de hydraulische schema's voor alle adsorptie en absorptie systeemsets. De moedercalculaties voor de prefab absorptie skids hebben we in samenwerking met H. ter Maat Holding gemaakt. De demo-opstelling met het monitoringsysteem is in samenwerking met Heva gebouwd. Uiteindelijk is het systeem geïnstalleerd en in gebruik genomen op het voormalig vliegveld Valkenburg.

In het afgelopen jaar hebben we met regelmaat data ontvangen. Voor een stabiele dataexport is er in december 2020 nog een extra 4G communicatie box geplaatst. GWI in Essen heeft de data vanaf augustus 2020 ontvangen.

Vanaf januari 2021 wordt er dagelijks data ontvangen, zodat aan het einde van het jaar kan worden geëvalueerd hoe het warmte gedreven koelsysteem van Supro functioneert in combinatie met de thermische zonnecollectoren van het merk Hone. De demo skid voor Valkenburg en het monitoringsysteem gebouwd, geïnstalleerd en in gebruik gesteld.



Resultaten en toekomst

Binnen dit project hebben we de meest interessante systeemsets en skids met minimaal twee configuraties kunnen ontwikkelen.

- 8 adsorptie systeemsets (silicagel) met verschillende configuratiemogelijkheden (8, 16, 25, 32, 50, 75 en 100 kW) zijn uitgewerkt;
- 6 prefab absorptie skids met verschillende configuratie mogelijkheden 17, 35, 70, 105, 176 en 350 kW zijn uit ontwikkeld;
- Het veldsysteem met monitoringsysteem is in 2020 opgeleverd en in gebruik gesteld.

Alle systeemsets voor de ad- en absorptiewarmtepompen en koelmachines zijn uitontwikkeld en klaar voor verkoop. Datasheets met bijbehorende hydraulische schema's zijn beschikbaar. Afgelopen half jaar zijn er diverse offertes afgegeven. De eerste opdrachten zijn verstrekt en we verwachten dat er begin 2021 nog meer opdrachten komen.

De strategie van Supro Cooling richt zich op eindgebruikers. Voor de installatie werkt Supro Cooling nauw samen met vertrouwde installatiebedrijven of eventueel de huisinstallateur. Onder de eindgebruikers vallen particulieren en bedrijven met woningen, kantoren of bedrijfsgebouwen. Ook wordt er aansluiting gezocht met energiebedrijven die warmte leveren. Het product vormt een aanvulling op de diensten voor het leveren van warmte, tapwater en koude.

Supro Cooling
Mercatorstraat 40,
7131 PX Lichtenvoorde, Nederland

T. +31 (0) 85 130 1936
M. Info@supro-cooling.com



– Infrarood verwarmingselementen | Think [E] Energy +

Product

Think [RED] Energy®-Low Temperature is een oppervlakteverwarmingssysteem voor de temperatuurregeling van het schiloppervlak en bouwelementen op basis van infrarode warmtestraling; de kern van het systeem wordt gevormd door de energieefficiënte stroomvoerende Think [RED] Energy®-warmtewanden. De installatie van deze warmtewand genereert een thermodynamische binnenisolatie® en vormt zo het perfecte alternatief voor samengestelde polystyreen isolatiesystemen op de buitenmuur.

Speciale koolstofvezelplaten zorgen voor een optimale warmteverdeling. De warmte kan voor een periode van twaalf uur worden opgeslagen in geavanceerde accumulatoren. De onzichtbare Think [RED] Energy®-lagetemperatuur-warmtewanden zijn ontworpen voor installatie in bestaande gebouwen en daarom bij uitstek geschikt voor de renovatie van oude gebouwen. De op de behoefte afgestemde en milieuvriendelijke regeling van de warmtewanden vindt plaats door speciale thermostaten en kan bovendien in SmartHome-systemen worden geïntegreerd. De elektroinstallatie bevindt zich in de zones zoals voorgeschreven in de VDE-normen; er kan gebruik worden gemaakt van aanwezige installaties (bijvoorbeeld bij de verwisseling van nachtopslagverwarming door infraroodverwarming).

Ontwikkeling en samenwerking

Bij het product dat we de afgelopen drie jaar in het project 'Cleantech Energy Crossing' gezamenlijk verder hebben geoptimaliseerd en uitgebouwd, gaat het om Think [RED] Energy® - lagetemperatuur-oppervlakteverwarmingssysteem op basis van infrarode warmtestraling. Het infrarood-verwarmingssysteem bestaat uit de volgende componenten: plafondverwarmingen, wandverwarmingen, nisverwarmingen,



warmtepanelen en verwarmingselementen. De investeringskosten voor dit verwarmingssysteem zijn maar liefst ca. 50% lager dan bijvoorbeeld bij warmtepompsystemen. We kunnen de efficiëntie van ons verwarmingssysteem onderbouwen met een breed scala van referentiegebouwen. Al deze gebouwen hebben GEEN buitenmuurisolatie; desondanks bereiken onze klanten, afhankelijk van het individuele verwarmingsgedrag, een warmtevraag tussen 45 en 75 Watt / m² / jaar.

In het begin waren de projectactiviteiten gericht op de verdere optimalisering van het tot dan toe ontwikkelde lagetemperatuur-oppervlakteverwarmingssysteem. Het was zaak het assortiment uit te breiden en af te ronden. Het accent lag op de ontwikkeling van een warmteplafond, een warmtewand / warmteplafond met latente warmte-accumulatoren, een warmte- en koelwand en op de ontwikkeling van een eigen regeling voor onze warmtepanelen. Het warmteplafond behoort op dit moment tot de meest gebruikte verwarmingsvarianten. De ontwikkelde warmtewand / warmteplafond met de warmteopslagboxen van de Berlijnse firma Rubitherm is in principe klaar voor de markt. Maar het ontbreekt nog aan pilotprojecten. Vanwege sterk uiteenlopende uitgangssituaties is een samenwerking op het gebied van onderzoek en ontwikkeling helaas niet van de grond gekomen.

Resultaten en toekomst

De warmte- en koelwand is in principe ook gereed voor toetreding tot de markt, maar de belangstelling van woningbezitters laat tot dusver te wensen over. Onze regeling voor de warmtepanelen is klaar. Hierbij zullen we in de loop van dit



jaar in overleg treden met mogelijke fabrikanten om over de productie van een eigen merk te spreken. Het totale systeem als laagtemperatuur-oppervlakteverwarmingssysteem is in de markt verkrijgbaar. Inmiddels voeren we gesprekken met grote woningbouwverenigingen over de installatie van ons verwarmingssysteem in ca. duizend wooneenheden.

Door de publicatie van de resultaten van het 'Cleantech Energy Crossing'-project in het Nederlands hopen we ons verwarmingssysteem onder de aandacht te brengen van ondernemingen in de energiesector, woningbouwverenigingen, elektrische-installatie- en montagebedrijven, maar ook particulieren. Daarnaast zullen we, zodra we weer normaal kunnen reizen, Nederlandse gesprekspartners opzoeken om

een mogelijke samenwerking te bespreken. In het licht van de problematiek rondom de gasvoorziening in Nederland zien we grote marktkansen voor ons verwarmingssysteem. Naast alle andere voordelen van ons laagtemperatuur-oppervlakteverwarmingssysteem wordt ook nog een duidelijke ruimtewinst geboekt. Er is geen stookruimte / stookkelder meer nodig.



Think [E] Energy GmbH
Gehrberg 96
45138 Essen, Duitsland

T. 0201 61 63 68 43 / 0160 - 740 60 63
M. w.tauchmann@think-e-energy.de
W. www.think-e-energy.de



Product

Het ontbrak en ontbreekt tot op heden aan agropellets die conform de 'TA-Luft' (technische instructie lucht) mogen worden verbrand, met uitzondering van de recent ontwikkelde agropellets van Vapora. Pyrolyse-aggregaten konden tot dusver uitsluitend EU-genormeerde pellets gebruiken voor de gecombineerde warmte- en krachtopwekking. Met de door Vapora ontwikkelde methode voor de toepassing van agropellets is nu ook het gecombineerde gebruik in WKK-aggregaten mogelijk.

Ontwikkeling en samenwerking

De zoektocht naar een scheidingssysteem waarmee vaste stof en vloeistof drukloos kunnen worden gescheiden, bleek lastiger dan verwacht. Alle relevante, deels ook exotische fabrikanten maken tot op heden gebruik van drukgestuurde scheidingmethoden met de bijbehorende beperkingen voor energetische benutting. Daardoor vielen alle scheidingstechnieken van alle gerenommeerde fabrikanten af. Bij toeval stuitte we echter op een beschrijving van een scheidingstechniek die in een vergelijkende test de voedingsstoffen door een instellingsfout niet in de vaste fase perste, maar meer dan 70% van de voedingsstoffen naar de vloeibare fase deed overgaan. Dat was het startpunt voor verder onderzoek.

De zo geïdentificeerde scheidingstechniek werd verder verfijnd. Er werden verschillende zeven getest met een verschillende verwerking van de uitgangsstoffen mest en digestaat, met verschillende drukken en voortstuwingen van het materiaal om tot het optimale resultaat te komen. Doel was de 90%-grens te overschrijden. Hierin slaagden we eind 2018 in een test op een biogasinstallatie in de omgeving van Meppen in het Emsland. Het drogestofgehalte bedraagt gemiddeld ca. 33% en is daarmee significant hoger dan bij andere scheidingstechnieken.

De gewenste en door de markt en de vergunningverlenende instanties verlangde kwaliteit kon echter niet door deze scheidingmethode alléén worden bewerkstelligd. Bij het vervolgonderzoek verschoof de focus nu naar de droogtechniek.

De vergunbare en hoogenergetische benutting van agropellets van agrarische reststoffen/mest en digestaat is alleen mogelijk door de combinatie van drukloze scheiding en aansluitende hogetemperatuurdroging met magnetroneffect, bij een iets verhoogd aspercentage, vergelijkbaar met Miscanthus. De bereikte productkwaliteit voldoet aan de kwaliteitsnorm van industriële pellets.

Uit de groep van de bij het project betrokken firma's is, op enkele coördinatiepogingen na, geen concrete samenwerking ontstaan omdat de ontwikkelingsstatus en time-to-market te ver uiteenliepen.



Testrun van de drukloze scheiding op een biogasinstallatie in het Emsland



Hogetemperatuuroogunit in de omgeving van Augsburg



Ringmatrijs-pelletizer voor de productie van agropellets

Resultaten en toekomst

De inbedding van de vaste stof-veredeling in de conditionering van mest en digestaat resulteerde in een synergie-effect dat niet beperkt blijft tot de toepassing van onderzoek en ontwikkeling tot agropellets. De toegevoegde waarde van agropellets is beperkt.

Daarom werd naar andere mogelijke verdelingsvormen voor de vaste-stoffractie van mest en digestaat gezocht. Als alternatief wordt momenteel de opzet van productielijnen voor de productie van synthesegas en daaruit verder veredeld 'groen' methanol gepland. Op alle vijf de locaties die hiervoor momenteel in Duitsland worden ontwikkeld, zal deze veredelingsmethode concreet worden geïmplementeerd op basis van de vastestofmassa na scheiding en droging van mest en digestaat.

Er is nu definitief een vervangend product voor de verbranding van bruinkoolstof beschikbaar. In het licht van de geplande stop van de bruinkoolproductie is dit een 'groen' vervangend product met een goede energetische prestatie. Dit zal in bepaalde toepassingsgebieden tot veranderingen in de leveringsketens leiden. De geplande WKK-module-fabrikant Entrade AG, die de nieuwe agropellets wilde toepassen, is helaas failliet gegaan. De latere opkoper had geen interesse in de agropellets. Maar gelukkig hebben we ons niet alleen op dit toepassingsgebied gericht en hebben we alternatieven kunnen genereren op het gebied van de productie van 'groene' chemie-grondstoffen.

De productie gaat in 2022 op grote schaal van start met ca. 8.000 ton/jaar/installatie. Tot 2025 zijn momenteel in totaal 23 grote installaties gepland. Daarvan bevinden zich inmiddels al vijf installaties in de vergunningsfase.

Vapora group B.V.

Drs. Hans J.P. Frhr. v. Donop

Benedendorpsstraat 24, NL-7038 BV Montferland

M. group.bv@vapora.com

T. +31-314 65 1618

Fax: +31-314 65 01 42

Vapora Bioenergie GmbH

Drs. Hans J.P. Frhr. v. Donop

Südwall 26, D-46397 Bocholt, Duitsland

T. +49 2871-21 88 777 Mob. +49 172 526 08 38

M. bioenergie.gmbh@vapora.de

W. www.vapora.com





– Vergelijkende studie warmtevoorziening +

Samenvatting van vergelijkende studie over de warmtevoorziening van eengezinswoningen

Gebouwen zijn goed voor ca. 30 tot 40% van het totale energieverbruik in Duitsland en Nederland. Om de klimaatdoelen van beide landen te halen moeten daarom op de vraag afgestemde en concreet toepasbare producten worden ontwikkeld die ervoor zorgen dat het energieverbruik mede uit hernieuwbare bronnen wordt gedekt en/of wordt verminderd.

Om de energievraag te verminderen is de wet- en regelgeving voor de energievoorziening van gebouwen steeds verder aangescherpt en wordt de integratie van hernieuwbare energieën voorgeschreven. Ook zijn overheidssubsidies afhankelijk van energiebesparende maatregelen met betrekking tot het primaire energiegebruik van het gebouw.

In deze studie zijn analyses uitgevoerd van de warmtevoorziening van nieuwe eengezinswoningen. Voor een eengezinswoning-referentiegebouw zijn met behulp van het programma 'Energieberater Professional 3D' van de firma Hottgenroth Software GmbH & Co. KG de specifieke primaire energiebehoefte en de energie-eindvraag berekend, evenals de CO₂-emissies van diverse op gas gebaseerde verwarmingssystemen en andere technologieën. Hierbij werd voor elke technologie naast het sowieso vereiste luchtafvoersysteem ook een systeem voor de warmteterugwinning in de berekeningen meegenomen. Als alternatief voor de verschillende decentrale verwarmingstechnieken werd ook een aantal collectieve, centrale verwarmingssystemen met zowel fossiele als hernieuwbare

brandstoffen doorgerekend, aangezien de specifieke warmtevraag van nieuwbouw laag is en een centrale warmtevoorziening afhankelijk van de lokale omstandigheden een alternatief kan vormen voor de decentrale warmtevoorziening van elk nieuw gebouw. Wanneer het lokale warmtenet werkt op basis van een WKK-installatie of een warmtekrachtcentrale met hernieuwbare brandstoffen, bijvoorbeeld biogas of hout, is de jaarlijkse primaire energiebehoefte vanwege de zeer lage primaire energiefactoren eveneens uitgesproken laag.





Ook de gastechnologieën voldoen aan de eisen van de 'EnergieEinsparverordnung' (EnEV) uit 2016. Gezien over de hele systeemlevensduur is de hr-ketel op aardgas met drinkwaterverwarming door zonne-energie de meest voordelige oplossing; door de combinatie met een ventilatiesysteem met warmteterugwinning nemen de investeringskosten weliswaar toe, maar vallen de jaarlijkse verbruikskosten bijzonder laag uit. Elektrische warmtepompen hebben lage aanschaffingskosten, maar hoge operationele kosten, tenzij ook in een fotovoltaïsch systeem wordt geïnvesteerd, waardoor de operationele kosten dan weer heel laag uitvallen. Bij het ontwerpen van warmtepompen moet de afhankelijkheid tussen de componenten van het totale hydraulische systeem, de gebruikersinvloed en het energetisch niveau van het gebouw in acht worden genomen en worden geoptimaliseerd. Verwarmen met collectieve warmte heeft de laagste investerings- maar de hoogste lopende kosten. In lokale warmtenetten kunnen hernieuwbare energieën heel goed worden geïntegreerd; hierbij kan ook biogas worden bijgemengd of 100% biogas worden toegepast in een blokverwarmingsinstallatie, waardoor een hoge CO₂-besparing wordt gerealiseerd. Warmteterugwinsystemen verlagen de primaire energiebehoefte met 16-19%.

Ook bij de planning van gebouwen kunnen al energiebesparende maatregelen worden meegenomen, zoals korte leidingtrajecten voor verwarming en warmwater of het dicht bij elkaar plannen van keukens, bad en WC vanwege de korte leidingtrajecten bij het luchtafvoersysteem. Ook kan als opstellingslocatie voor de verwarmingscentrale worden gekozen voor de verwarmde bouwschil, bij voorkeur als dakverwarmingscentrale; hierdoor komt de schoorsteen te vervallen en kunnen zonnepanelen optimaal worden aangesloten. Ook kan bijvoorbeeld energie worden bespaard door af te zien van circulatie, of door toepassing van een vloerverwarming of een elektronische verwarmingsregeling.



Product

De informatie die uit de vergelijkende studie is opgehaald is doorontwikkeld in een tool waarmee afnemers en beslissers in de markt, zoals Stadtwerken, woningcorporaties, installateurs, woningeigenaren, architecten, installateurs, gemakkelijk informatie kunnen krijgen over verschillende systeeminnovaties die voor hun gebouw relevant zijn. De tool maakt technische en economische mogelijkheden inzichtelijk en vergelijkbaar. De Tool houdt rekening met (internationale) verschillen in gebouwtype.

Ontwikkeling en samenwerking

Begin 2020 waren er problemen met de implementatie van de vergelijkingsmodule template, waardoor deze niet meer functioneerde en een nieuwe template gebouwd moest worden. De nieuwe template staat inmiddels online en de vergelijkingsmodule is geïmplementeerd. Alle vergelijkingsvelden zijn uitgewerkt en verwerkt in de tool. Deze zijn gekoppeld aan de hoofdgroepen. Men kan de producten invoeren en aan een hoofdgroep toevoegen. Per hoofdgroep zijn de flexvelden voor het vergelijken aangemaakt. Deze komen terug in de product invoer. De vaste velden kunnen via een drop down menu worden geselecteerd. In open velden kunnen waardes worden meegegeven. Aan de voorzijde kunnen bezoekers op deze flexvelden filteren en vergelijken.



Resultaten en toekomst

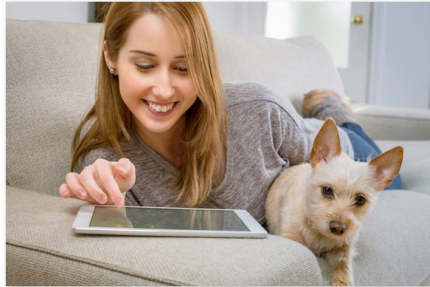
Ondanks de tegenslagen zijn er stappen gemaakt in de realisatie van de vergelijkingstool en de lay-out van de theme (uiterlijk website) en de implementatie van de website. De website staat onder www.eyegreen.eu. Technisch gezien is de tool klaar en de eerste producten van Supro Cooling zijn toegevoegd. De content en overige producten moeten nog worden verwerkt.

The screenshot shows the 'Flexveld waarden' (Flexfield values) section of the SeaFuy application. It displays a table with 11 rows of data for product 'KL10000046'. The table columns are: Details, Flexveld waarden, Waarde, Productnummer intern, (T)ekst of (C)ombobox, (S)pecificatie of (P)rodukc veld, and Sorteervolgorde.

Details	Flexveld waarden	Waarde	Productnummer intern	(T)ekst of (C)ombobox	(S)pecificatie of (P)rodukc veld	Sorteervolgorde
	Maximaal koelvermogen (kW)	105,6	KL10000046	T	P	1
	Inlaattemperatuur koud water circuit LT (°C)	12,5	KL10000046	T	P	2
	Uitlaattemperatuur koud water circuit LT (°C)	7,0	KL10000046	T	P	3
	Drukverlies verdampert LT circuit (kPa)	70,1	KL10000046	T	P	4
	Maximale werkdruk LT circuit (kPa)	588	KL10000046	T	P	5
	Volumestroom LT circuit (l/s)	4,58	KL10000046	T	P	6
	Waterhoeveelheid LT circuit (l)	73,0	KL10000046	T	P	7
	Maximaal vermogen warmteafvoer MT circuit (kW)	256,2	KL10000046	T	P	8
	Inlaattemperatuur re-cool MT circuit (°C)	31,0	KL10000046	T	P	9
	Uitlaattemperatuur re-cool MT circuit (°C)	35,0	KL10000046	T	P	10
	Drukverlies absorber, condensor MT circuit (kPa)	46,4	KL10000046	T	P	11



Wordt jij ook blij van een goed aanbod? Wij wel!



Ben jij net als wij op zoek geweest naar overzicht binnen de energiemarkt? Dan heb je vast gezien dat er verschillende mogelijkheden zijn, om je huis te verduurzamen. Wij kunnen ons voorstellen dat het soms een grote puzzel is, om tot de juiste verduurzaming te komen. Daarom komen we graag met een oplossing die past bij jou persoonlijke wensen en behoeften.

Bij ons gaat het hierom; wat heb je nodig? Waar wordt je blij van? En waar heb je voor nu en in de toekomst behoefte aan? Door dit in kaart te brengen, komen we tot een passende keuzemogelijkheid van één of meerdere producten.

Onze vergelijker geeft niet alleen overzicht van de mogelijkheden, maar verbindt u tegelijkertijd met gerenommeerde adviseurs, installateurs en leveranciers uit de regio.

Wij vinden het belangrijk dat we transparant, onafhankelijk en overzichtelijk zijn.

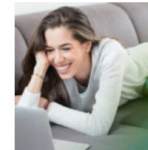
Wij streven naar een onafhankelijk en transparant overzicht van systemen en producten waarmee u uw woning kunt verduurzamen. Wij werken samen met gerenommeerde adviseurs, installateurs en leveranciers uit de regio, die u kunnen helpen met advies, systeem integratie en installatie.



De oorzaken van de vertraging zijn:

- De start van de ontwikkeling was pas laat mogelijk omdat de producten eerst nog ontwikkeld moesten worden en informatie van partners later kon worden aangeleverd.
- Er moesten twee templates gemaakt worden door een conflict met de vergelijkingsmodule.

Seafuy zal verder gaan met de invoer van producten die een directe bijdrage leveren aan de energietransitie. De verwachting is dat eind maart 2021 de eerste producten online staan en dat de site ook live kan.



Supro Cooling Benelux bv

Parallelweg 10-31
7137 PE Lievelede
+31851301936
info@supro-cooling.com

Website

Wilt u, uw gebouw, woning of proces duurzaam verwarmen of koelen? Supro Cooling is de specialist op het gebied van warmte gedreven koelsystemen en warmtepompen. Onze systemen staan garant voor een duurzame en comfortabele woon- of werkomgeving

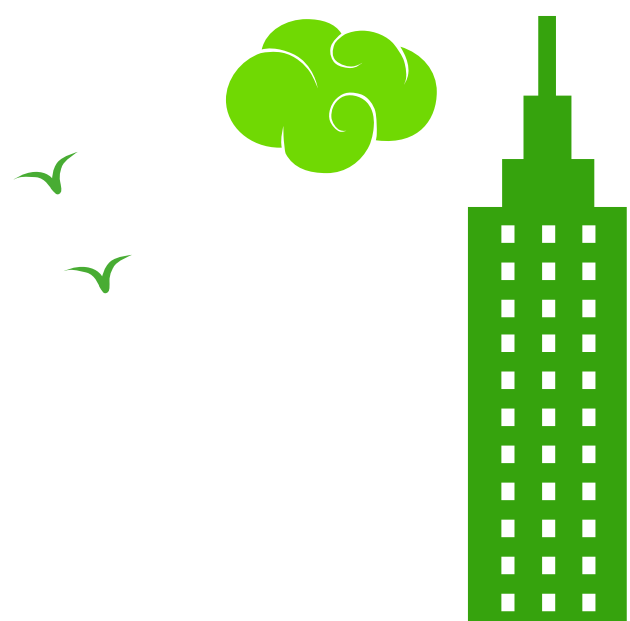


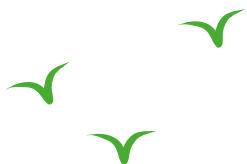
BEAUsolar bv

Molensingel 73
6229PC Maastricht
+31 6 15 50 54 99
info@beausolar.eu

Website

Wat BEAUsolar@ anders maakt? Waar traditionele zonnepanelen los bovenop uw dakbedekking geplaatst worden, integreren wij onze zonnepanelen in de dakbedekking. Dat ziet er niet alleen veel mooier uit, maar stelt ons ook in staat om het hele dakvlak te benutten: kwalitatief en duurzaam.





Introductie werkpakket 2



Batteries@Home

In veel gebouwde omgevingen wordt energie in toenemende mate decentraal opgewekt, bijvoorbeeld door PV-modules. De opgewekte zonnestroom wordt niet volledig in het gebouw zelf gebruikt. De meeste energie wordt overdag opgewekt, terwijl de energiebehoefte 's morgens en 's avonds het hoogst is. Gemiddeld wordt een derde meteen gebruikt, terwijl twee derde wordt teruggeleverd aan het openbare elektriciteitsnet. Wanneer de energiebehoefte in de gebouwen heel hoog is, wordt nog steeds conventionele stroom uit het openbare net gehaald. Door de elektrische energie met kleine batterijen in woningen op te slaan, kan het eigen verbruik worden verdubbeld. Binnen dit werkpakket hebben diverse MKB's en kennisinstellingen daarom gewerkt aan de (door)ontwikkeling van innovatieve stationaire batterijtechnologie (5-10 kWh) om de opslagcapaciteit en het percentage eigen verbruik van zelfgeproduceerde stroom in woningen te verhogen. Hierbij bleef de verbinding met het elektriciteitsnet bestaan; er wordt niet gestreefd naar een volledig onafhankelijk netwerk.

In het project lag de focus op het testen en doorontwikkelen van de volgende twee soorten batterijen op weg naar commerciële toepassing.

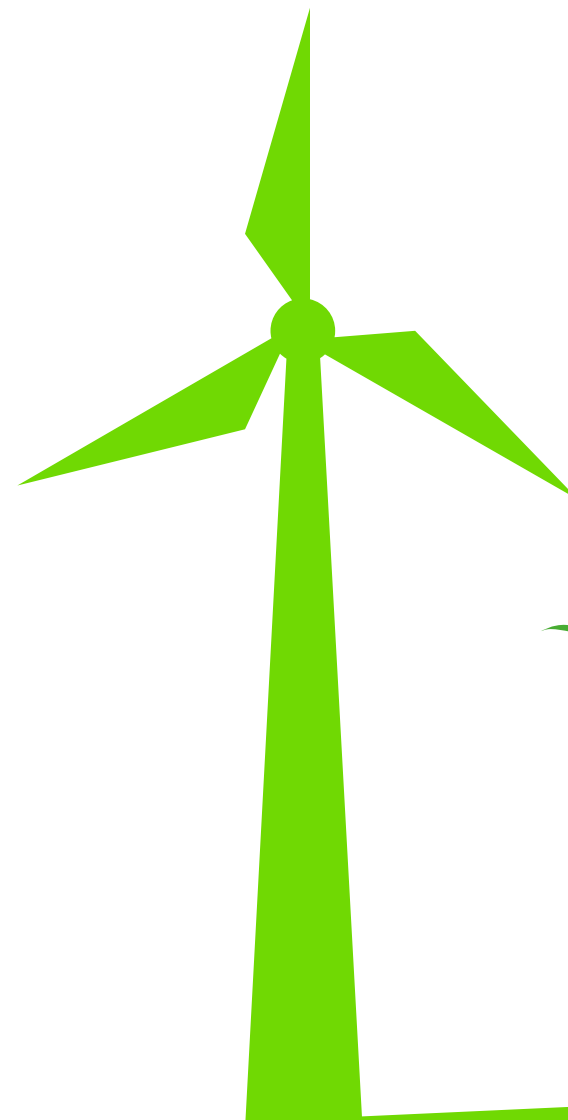
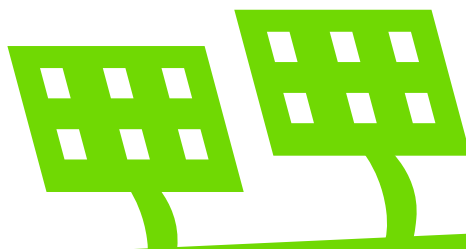
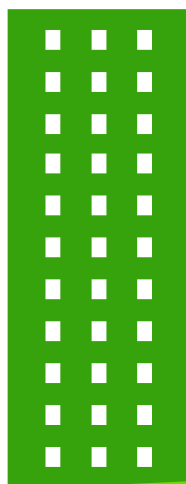
a) Loodkristalbatterijen kunnen een groot aantal ontladingscycli doorlopen. Dat maakt deze technologie zeer robuust en zorgt voor een concurrentievoordeel ten opzichte van traditionele Li-ion-technologie. Door de unieke samenstelling van anorganische zouten en organische stoffen in de batterij is het mogelijk de laad- en ontladingscycli onderling afgestemd tussen de elektroden en het loodkristal te laten verlopen. Dit voorkomt dat het materiaal bros wordt en maakt meer laadcycli mogelijk.

b) Natriumzwavelbatterijen, die zich in tegenstelling tot traditionele batterijen onderscheiden door uitgesproken lage opslagkosten (dankzij de toepassing van de natuurlijke, in ruime overvloed beschikbare grondstof natrium uit natriumzouten). Door de toevoeging van organische en anorganische additieven aan de elektrode kunnen deze batterijen bij lagere temperaturen worden gebruikt dan het geval is bij traditionele natriumzwavelbatterijen, die alleen bij zeer hoge temperaturen functioneren.

Om de uit de test van de loodkristalbatterij in een eengezinswoning verkregen data verder te analyseren, werd het gebouw bovendien gemodelleerd en werden diverse simulaties uitgevoerd. Dit leidde tot een grondig inzicht in het gedrag van het energiesysteem, en met name in de verschillende factoren die de prestatie en efficiëntie van het systeem kunnen beïnvloeden. Dit gebeurt onder meer door de grootte en capaciteit van de verschillende elementen in de simulatie te variëren. Dat levert belangrijke inzichten op voor het ideale ontwerp van de batterij en het volledige energiesysteem.



Om het prototype van de natriumzwavelbatterij ook in het laboratorium onder zo realistisch mogelijke omstandigheden te kunnen testen, werden realistische gebruiks- en opwekprofielen van een eengezinswoning met een tijdsresolutie van 1s gebruikt. Hoewel de batterij verder wordt doorontwikkeld, kunnen zo vroegtijdig belangrijke inzichten worden opgedaan in de toekomstige werking van de batterij in een woning.



Natriumzwavelbatterij | Exergy Storage

Product

Exergy Storage is een Nederlandse startup en ontwikkelt een nieuwe batterij technologie gebaseerd op veelvoorkomende en goedkope grondstoffen. De ontwikkeling van deze nieuwe batterij technologie startte met het doel om deze te baseren op grondstoffen zoals algemeen voorkomende metalen (zoals aluminium en ijzer), (steen)zout en zand.

Ontwikkeling en samenwerking

In dit project is een belangrijke deelontwikkeling van een op zout gebaseerde nieuwe batterijtechnologie gerealiseerd in een unieke Duits-Nederlandse samenwerking. De samenwerking in het project vond plaats tussen Exergy Storage, CNC Speedform uit Duitsland, die hardware voor de prototypes produceerde, de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen en het instituut GWI (Gas- und-Wärme Institut), tevens uit Duitsland, die bijdroegen aan de simulaties en de celmetingen.

In het Cleantech Energy project (CEC) had Exergy Storage het doel om een demonstrator op te leveren om zodoende de nieuwe technologie op te schalen van laboratoriumschaal tot de schaal van een thuisbatterij. In dit project is de eerste generatie (Gen1) van deze batterijtechnologie aanvankelijk op labschaal getest (Fig.1) en voorbereid voor opschaling. Mede dankzij deze tests werd vastgesteld dat het economisch rendement van de nieuwe technologie nog belangrijk verbeterd kan worden en werd een nieuwe verbeterde celchemie (Gen2) in een parallel project ontwikkeld.



	Li-ion (LFP)	Gen I	Gen II
Actieve materialen	LiFePO4/Carbon	Natriumzwavel	'Ionic liquid' op basis N- ionen
Separator/ electrolyt	Vloeibare electrolyt	Ionen geleidend keramisch celmembraan.	
Energy Density (Wh/kg):	120	50	100
Ontlaadtijd	1 – 2 uur	10 uur	4 – 8 uur
Intrinsieke veiligheid features:	<u>Brandbaar electrolyt, thermal runaway mogelijk</u>	Veiligheid door celontwerp	Idem + onbrandbare grondstoffen
Marktprijs/geraamde productiekosten	250 (utility scale) - 750 (residential) €/kWh	100 €/kWh	50 (utility-scale) - 70 (residential) €/kWh
Circulariteit	Lastig te recyclen	Recyclebaar	Idem + circulair materiaalgebruik

Als demonstratie zijn opgeschaalde cellen getest met realistische gebruiks- en opwekprofielen die zijn verkregen via GWI. De opwek- en gebruiksprofielen zijn afkomstig van een representatief (Duits) huishouden met een 4.5 kW PV-systeem. Exergy kon vaststellen dat opgeschaalde cellen de snelle vermogensvariaties goed konden volgen. Tevens werd vastgesteld in een simulatie op basis van de experimentele batterijparameters dat door toepassing van een thuisbatterij de zelfconsumptie toeneemt. De zelfconsumptie is het percentage van de opgewekte zonnestroom dat ter plaatse ook daadwerkelijk wordt gebruikt. In deze representatieve setting neemt dit toe van ca. 42% tot ca. 67% en in de zonnrijke periodes in lente en zomer stijgt zelfconsumptie van 35 à 40% tot ca. 85%.

Resultaten en toekomst

In dit project is de doelstelling behaald door opschaling van celtechnologie op labschaal naar de schaal van een volwaardige thuisbatterij te demonstreren. Ook laat de ontwikkeling zien dat toepassing van een thuisbatterij door verhoging van zelfconsumptie, CO2-emissies van residentieel energiegebruik in belangrijke mate helpt te reduceren. Tevens zorgt de batterij voor een stijging van het economisch rendement van zonnepanelen zodra teruggeleverde elektriciteit niet meer gesaldeerd kan worden (zoals in Duitsland al langer het geval is en in Nederland vanaf 2023 waarschijnlijk ingevoerd wordt). De nieuwe technologie wordt momenteel verder ontwikkeld en een demonstratie prototype is gepland.

Exergy Storage

R&D locatie:
Industriepark IPKW, gebouw CB-U10
Westervoortsedijk 73
6827 AV Arnhem, Nederland

M. contact@exergy-storage.com



Figuur 1: Exergy Lab cel.



Figuur 2: Exergy upscaled prototype cel.
(24 van deze cellen vormen een batterij met ca. 5 kWh capaciteit.)

Product

HaHe b.v. ontwikkelt accu's gebaseerd op de loodkristalbatterij. Loodbatterijen laden en ontladen snel, zijn veilig en goed recyclebaar. Loodkristalbatterijen worden aan het einde van hun levensduur voor 99% gerecycled. Dit geldt voor alle componenten van de batterij, de kunststof behuizing, elektrolyt, elektroden en kleine onderdelen. Mocht zich een probleem voordoen in een accu, bijvoorbeeld een overspanning, dan "droogt" de accu gewoon uit. Er is geen risico op brand of explosie. Vanwege dit hoge veiligheidsniveau worden loodkristalbatterijen ook vaak gebruikt in militaire voertuigen. De laad- en ontladsnelheid (C-rate) is zeer goed geschikt voor gebruik in huis. De accu's zijn zwaar, maar dit speelt een ondergeschikte rol bij stationaire toepassingen.

Ontwikkeling en samenwerking

In Kleve hebben HaHe, GWI Essen, Crijns Energy Controlling en de HAN samengewerkt bij het monitoren van de batterij in een demonstratiewoning in Kleve. Na enkele problemen met het inladen van de gegevens, kwamen ze toch goed beschikbaar.



HaHe.bv

Hogeschool Zuyd bood aan om een grotere testlocatie in Heerlen in gebruik te nemen. Bij het opstarten heeft HaHe zelf de batterijen geplaatst. Na aanpassen van de meterkast, kwamen de gegevens binnen en ontstond er een redelijk beeld van de productie en verbruik in het testhuis.

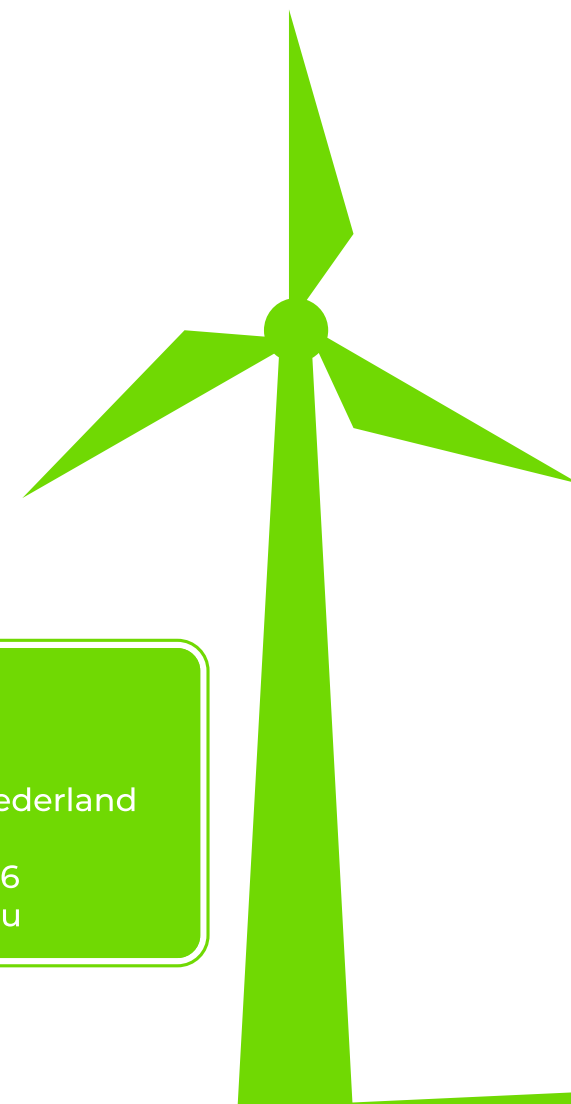
Uiteindelijk werd de testlocatie in Heerlen gesloten en zijn de aparte batterijen naar Kleve verplaatst om nog in de laatste fase van het project een vergelijking tussen de verschillende batterijen. Daarbij is onderzoek gedaan naar de juiste maat van de batterijensets en de optimalisatie ervan. Beide systemen met verschillende KW vermogens zijn toen naast elkaar gezet en onderzocht.



Resultaten en toekomst

De samenwerking met de verschillende partners in Cleantech Energy Crossing is goed verlopen. Uit de resultaten bleek dat het grootste knelpunt bij de accusystemen de financiële kant is. De prijs voor zonnepanelen en deze accusystemen zijn voor potentiële klanten te duur en zeker voor Duitse begrippen.

Er is veel geleerd van het onderzoek met de loodkristalbatterij, zoals over de testsensoren, die nodig zijn voor het opzetten van de testoptimalisatie. De grensoverschrijdende samenwerking met de verschillende partners heeft een grote bijdrage geleverd aan dit project. De ervaring uit dit project heeft HaHe bv erg geholpen en kan worden ingezet bij een nieuw project met zonnepanelen, onder andere in India.



HaHe b.v.
Herman Harkink
Looweg 5
7244RT Barchem, Nederland

T. +31 (0)6 29 57 67 96
M. Herman@HaHe.eu

Resultaten van de praktijktesten

In dit werkpakket zijn twee woningen waarin een batterijopslagsysteem is geïnstalleerd geanalyseerd. Meetgegevens zijn over een meerjarige periode verzameld en aan de hand hiervan is gemodelleerd.

De samenwerkende partners aan de praktijktesten binnen dit werkpakket twee zijn:

1. HaHe: Levering en installatie van de batterijopslagsystemen
2. Energy Controlling:
 - Beschrijving testwoningen met bijbehorende installaties
 - Monitoring en verwerken van de meetgegevens
3. HAN: Analyse en modellering van de meetgegevens met het softwarepakket HOMER
4. GWI:
 - Analyse en modellering van de meetgegevens met het softwarepakket Modelica Dymola
 - Analyse economische rentabiliteit

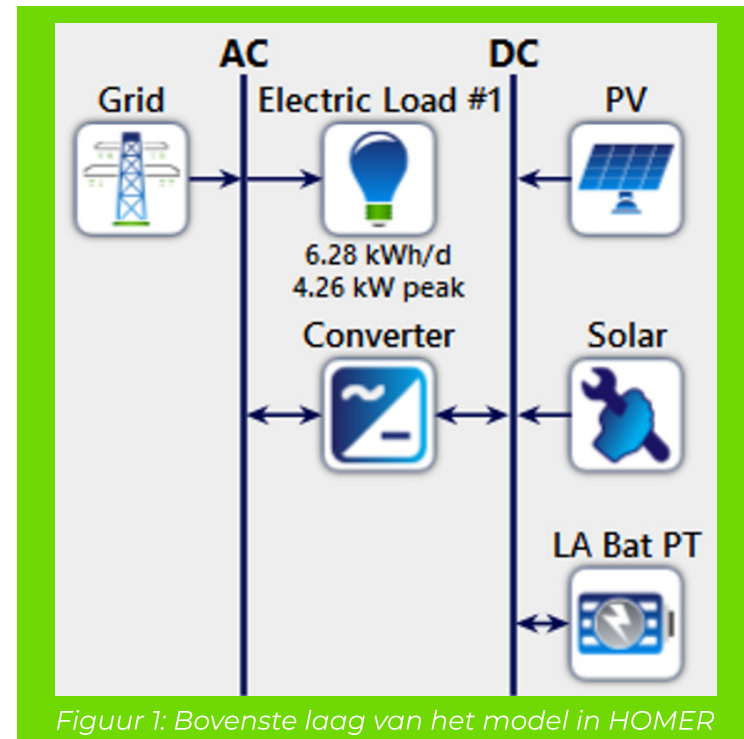
1. Testlocaties

Voor de praktijktest waren er twee woningen ter beschikking:

1. Een gerenoveerde mijnwerkerswoning in Heerlen, Nederland met energielabel A++ en met 27,6 m² aan PV-cellen op oost-west oriëntatie waarin van augustus 2018 t/m december 2019 aan een batterijopslagsysteem 7,2 kWh gemeten is.
2. Een half vrijstaande, twee-onder-één-kap woning in Kleef, Duitsland, bouwjaar 2007-2008 en ook met energielabel A++ en met 41m² aan PV-panelen op het zuidoosten georiënteerd. In deze woning is van januari 2019 t/m augustus 2020 gemeten een batterijopslagsysteem met een bruto capaciteit van 9,6 kWh.

2. Modelering HAN, op basis van de verkregen meetgegevens

Door de HAN is het softwarepakket HOMER gebruikt voor het analyseren en modelleren op basis van de verkregen meetgegevens. Met behulp van modellering kunnen we het gedrag van de energiesystemen zo goed mogelijk te simuleren, om zo inzicht te krijgen in de effecten van verschillende factoren die de prestatie en efficiëntie van de energiesystemen kunnen beïnvloeden. Dit is onder andere gedaan door de grootte en capaciteit van de verschillende componenten te variëren in de simulatie. Bijvoorbeeld meer of minder energieopslag, of meer of minder zonnepanelen op het dak van een woning. De analyse is uitgevoerd voor de Duitse testlocatie. In Figuur 1 is de opzet van het model in HOMER schematisch weergegeven:



Figuur 1: Bovenste laag van het model in HOMER

De volgende componenten zijn te zien in Figuur 1:

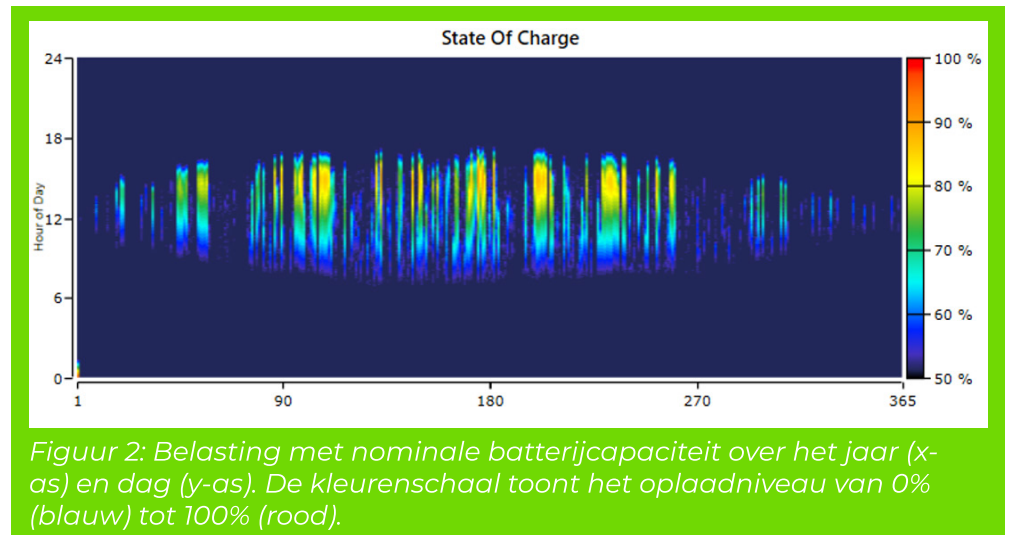
- Grid: de netaansluiting.
- Electric Load #1: het vraagprofiel van de woning gebaseerd op de meetgegevens. Met daaronder vermeld het gemiddelde verbruik in kWh per dag en de piekvermogenswaarde in kW; de vermelde waarde is als voorbeeld.
- Converter: Hiermee wordt stroom omgezet van gelijkstroom (DC) naar wisselstroom (AC) of omgekeerd.
- Solar: de zonnestroom opgewekt met PV-panelen gebaseerd op meetdata.
- LA Bat PT: dit zijn de loodzuur (LA = Lead Acid) batterijen van de leverancier PowerTrust (PT)
- PV: dit is de standaard zonnepanelen module van HOMER ter vergelijking met de gemeten zonnestroom.

De volgende mogelijke situaties zijn bekeken in HOMER Pro voor de Duitse testlocatie:

- Één keer de nominale elektriciteitsvraag en twee keer de nominale elektriciteitsvraag
- Één keer de nominale opslagcapaciteit, de helft hiervan en het dubbele hiervan
- Één keer de nominale zonnepanelen capaciteit en twee keer de capaciteit

Resultaten van het modelleren in HOMER

Bij de uitkomsten van het modelleren in HOMER is onder andere gekeken naar de benutting van de batterij, weergegeven in Figuur 2 welke het laadniveau over het jaar weergeeft. In deze grafiek is het gedrag van de batterij goed zichtbaar. Hieronder is deze grafiek voor de nominale batterijcapaciteit en de nominale elektriciteitsvraag weergegeven. Op de linker as zijn uren op de dag weer gegeven, op de rechter as de legenda voor het laadniveau en op de horizontale as de dagen in het jaar.



Hier is te zien dat deze met name rondom het middaguur meer geladen wordt en dat dit met name in de zomermaanden gebeurt. Het is echter duidelijk dat de batterij beperkt benut wordt en niet vaak volledig opgeladen wordt.

Conclusies van het modelleren in HOMER

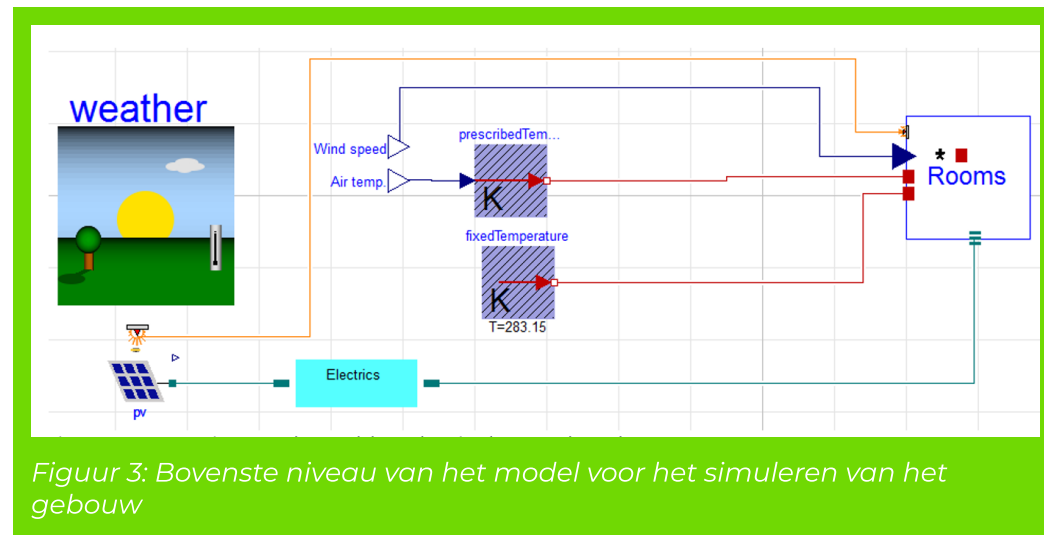
Bij het werken met HOMER is duidelijk geworden dat de kosten van de batterijopslag op zeer lage en niet realistische waardes moeten worden ingesteld om als uitkomst te krijgen dat HOMER naar grote batterijcapaciteiten optimaliseert. Anders is de uitkomst van de optimalisatie dat HOMER een zeer kleine batterij aanbeveelt. Dit komt doordat HOMER de batterij vooral als buffer blijkt te beschouwen om intermitterende pieken in de vermogensopwekking van zonnestroom op te vangen. Dit heeft tot gevolg dat bijvoorbeeld mogelijkheden om overdag te laden en 's nachts te ontladen met stroom die in het geanalyseerde scenario goedkoper is dan netstroom niet worden benut.

Dit is een onvoorziene beperking van HOMER gebleken die pas laat aan het licht kwam na gevoeligheidsanalyse op de gebruikte getallen voor kosten. Het verkennen van de mogelijkheden om elektriciteit te bufferen ondanks deze beperkingen is

desalniettemin zeer relevant. Uit deze analyse blijkt dat het installeren van batterijopslag in woningen duidelijk iets is wat vanuit kostenoverwegingen niet zinnig is in de geanalyseerde situatie. Wel kan een batterijpakket goed helpen om bijvoorbeeld piekbelastingen op te vangen in de opwek voor zonnestroom waardoor met een klein batterijpakket de omvormer kleiner kan worden uitgevoerd. Wat betreft kosteneffectiviteit blijkt het installeren van een groter aantal zonnepanelen duidelijk zin te hebben, iets dat gezien lage prijzen van zonnepanelen en de hoge elektriciteitsprijs in Duitsland voor huishoudens in de lijn van de verwachting lag.

3. Modelering GWI, op basis van de verkregen meetgegevens

Bij de modelering door GWI is de objectgeoriënteerde programmeertaal Modelica gebruikt. Hiermee kunnen uiterst complexe modellen van fysieke systemen worden gemaakt en gesimuleerd in de Dymola-modeller- en simulatieomgeving, vooral voor gebouwsimulatie. Voor deze modellering moeten alle componentmodellen worden gecombineerd en vervolgens gekalibreerd met behulp van de bouwdocumentatie van de testwoning, zodat het gebouwmodel het werkelijke gebouw zo dicht mogelijk benaderd. Voor het huishoudelijk elektriciteitsverbruik zijn de meetgegevens van de testwoning gebruikt. Om de PV-opwekking en de elektriciteitsvraag van de warmtepomp om het gebouw te verwarmen te bepalen, is gebruik gemaakt van de lokale weergegevens van het testjaar en werd ervoor gezorgd dat beide jaartotalen identiek zijn aan de gemeten waarden. Bij het modelleren van de batterij zijn de specificaties zo goed mogelijk aangepast aan die van de PowerTrust batterij. De opbouw van het model is in Figuur 3 schematisch weergegeven.

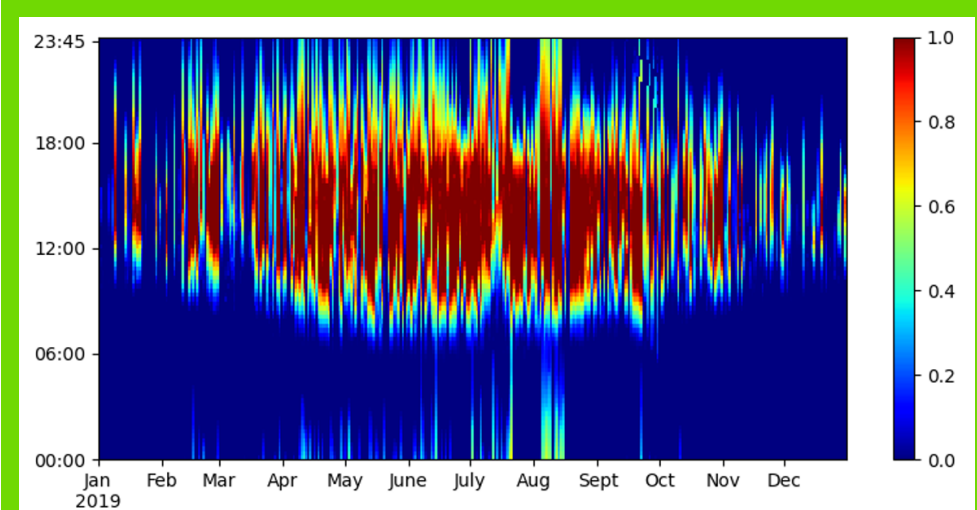


Figuur 3: Bovenste niveau van het model voor het simuleren van het gebouw

Resultaten van het modeleren in Modelica Dymola

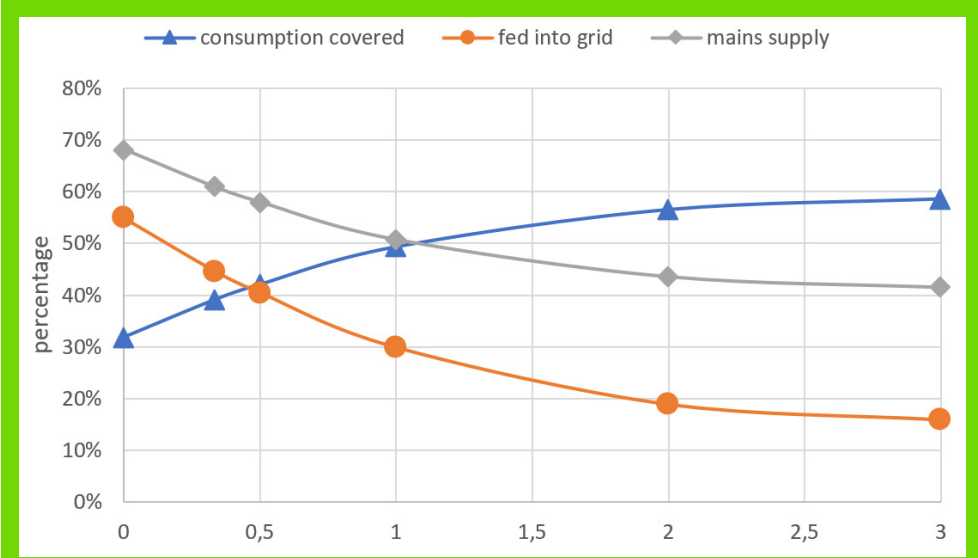
Als uitkomst van het modeleren wordt het laadgedrag van de batterij inzichtelijk. In de winter wordt deze nauwelijks opgeladen, terwijl deze in de zomer meestal voor 12.00 uur volledig is opgeladen. Tegelijkertijd is de batterij meestal op dezelfde dag volledig ontladen, zelfs nadat deze volledig is opgeladen. In Figuur 4 is dit te zien. Op de linker as zijn uren op de dag weer gegeven, op de rechter as de legenda voor het laadniveau (1.0 = 100%) en op de horizontale as de maanden van het jaar.





Figuur 4: Ontwikkeling van de laadtoestand van de batterij over het jaar (x-as) en dag (y-as). De kleurenschaal toont het oplaadniveau van 0% (blauw) tot 100% (rood).

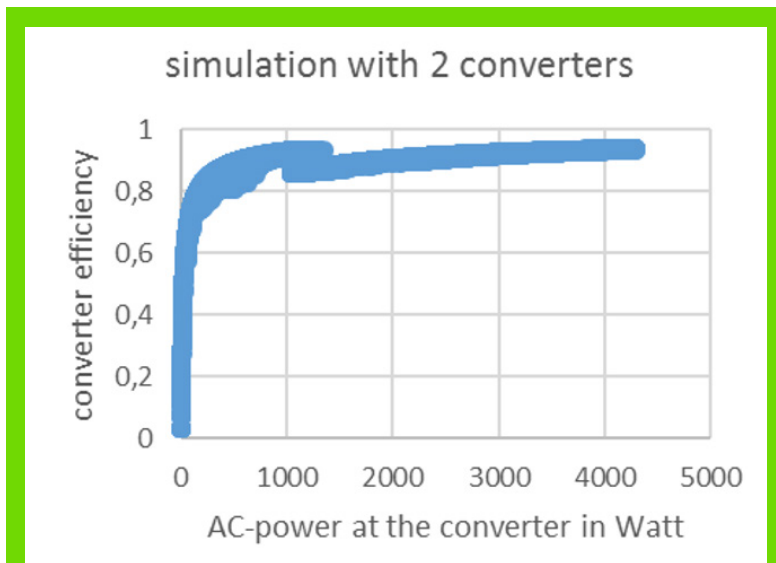
Nadat het model zo nauwkeurig mogelijk is aangepast aan de werkelijke omstandigheden, kan door het variëren van enkele parameters de invloed op het totale systeem onderzocht worden. Op deze manier kon worden aangetoond dat het vermogen van de batterij in vergelijking met de capaciteit slecht een zeer kleine invloed heeft op de energiestromen in de woning. Naast simulatie van de bestaande batterij werd ook gesimuleerd met kleinere en grotere batterijen. De uitkomst van het variëren van deze parameters is weergegeven in Figuur 5. Hierin wordt de afhankelijkheid weergegeven van de verhoudingen van dekingsgraad (consumption covered), teruglevering (fed into grid) en elektriciteitslevering vanuit het net (main supply), afhankelijk van de relatieve batterijgrootte (1 komt overeen met de batterij die in het huis is geïnstalleerd).



Figuur 5: Afhankelijkheid van de verhoudingen van dekingsgraad (consumption covered), teruglevering (fed into grid) en elektriciteitslevering vanuit het net (main supply), afhankelijk van de relatieve batterijgrootte (1 komt overeen met de batterij die in het huis is geïnstalleerd met een vermogen van 2,5 kW en een capaciteit van 5,6 kWh)

Hiernaast is het gebruik van twee omvormers onderzocht. Het gebruik van een kleine en een grote omvormer kan de efficiëntie van het systeem verhogen omdat één omvormer namelijk duidelijk minder efficiënt is als deze op slechts een deel van het maximale vermogen benut wordt. De mogelijkheid om twee omvormers te gebruiken is in Figuur 6 weergegeven met daarin de relatie tussen het gecombineerde omvormerrendement en het geleverde vermogen bij gebruik van twee omvormers. Het beste resultaat wordt hierbij verkregen als de kleinere omvormer 1/3 van het vermogen heeft van de grotere omvormer. Het positieve effect op de energiestromen in de woning is zonder batterij al aanwezig,

maar neem toe naarmate een grotere batterij geïnstalleerd wordt. Of de investering in de tweede omvormer zich terugbetaalt hangt af van de precieze grote van de geïnstalleerde componenten en het elektriciteitsstarief voor de eindgebruiker.



Figuur 6: Relatie tussen het gecombineerde omvormerrendement en het geleverde vermogen bij gebruik van 2 omvormers, waarbij de kleinere 1/3 van het vermogen heeft van de grotere omvormer.

Conclusies van het modelleren in Modelica Dymola & economische haalbaarheid

De economische haalbaarheid van de verschillende gesimuleerde systeemvarianten zijn berekend in een Excel-spreadsheet na de simulatie met behulp van de vermelde resultaten. Je kunt eerst zien dat de besparing door een tweede omvormer over een periode van 12 jaar tussen € 370 (alleen PV) en € 700 (PV + 2 batterijen) en tussen € 690 en € 1300 over een periode van 20 jaar ligt. Conform de huidige marktprijzen zal een installatie zich in dit specifieke geval waarschijnlijk niet terugbetalen. Ook is te zien dat na 12 jaar de totale kosten zonder batterij, met 1/3 en 1/2 batterijen nagenoeg identiek zijn en de kosten van de variant met één batterij slechts circa 3% hoger liggen, terwijl de variant met 2 batterijen 18 % duurder is. In dat geval is investeren in een batterij puur financieel niet de moeite waard, maar als een consument een hogere dekkinggraad wil aan zonnestroom, dan levert dat in ieder geval heel weinig extra kosten op. Gaat men van een uit van een periode van 20 jaar dan loont de aanschaf een batterij met 1/3e, 1/2e of 1 keer de capaciteit met vergelijkbare uitkomsten. Bij 2 batterijen zijn de kosten echter weer beduidend hoger.

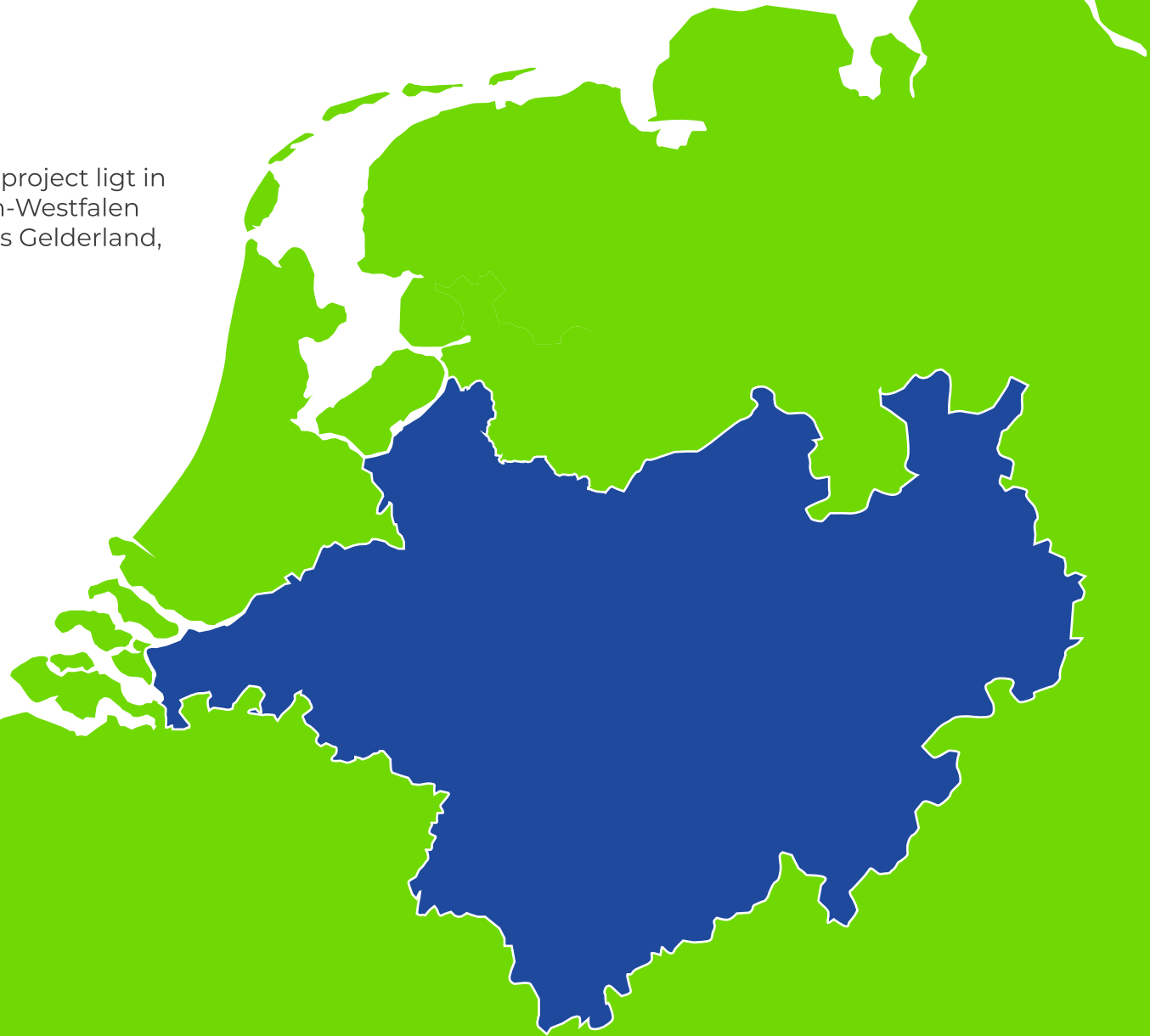


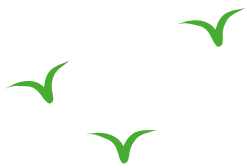


Werkgebied

Werkgebied

De geografische focus van dit project ligt in het grensgebied van Noordrijn-Westfalen met de Nederlandse provincies Gelderland, Noord-Brabant en Limburg.





Introductie werkpakket 3



Micro-grid storage

De enorme stijging van de windmolens, zonnepanelen, warmtepompen en elektrische voertuigen die op verschillende momenten van de dag energie produceren en consumeren, zorgt voor steeds grotere fluctuaties tussen vraag en aanbod van energie. Dat leidt tot instabiliteit op het stroomnet en heeft fluctuerende energieprijzen tot gevolg. Door batterijtechnologie in de lokale energieverzorging toe te passen kunnen de pieken en dalen op het energienet gebalanceerd worden.

Doel van dit werkpakket is de ontwikkeling, demonstratie en analyse van twee innovatieve batterijtechnologieën in een micro-grid setting. Binnen dit werkpakket werken verschillende MKB's en kennisinstellingen samen aan de (door)ontwikkeling van innovatieve stationaire batterijtechnologieën (50 - 300 kWh) om de opslagmogelijkheden binnen lokale micro-grids te verhogen. Daarbij concentreert men zich op de volgende 2 batterijtypen om deze door te ontwikkelen naar marktrijpe producten:

- De Dr. Ten Zeezoutbatterij
- De Elestor Waterstofbromide redoxflow batterij

Beide systemen kunnen een groot aantal laadcycli doorlopen, wat de techniek zeer robuust maakt en zo een competitief voordeel biedt t.o.v. conventionele Li-ion technologie en die zich in tegenstelling tot conventionele batterijen onderscheidt door zeer lage opslagkosten (door gebruik te maken van in overvloed aanwezige natuurlijke hulpstoffen: zeezout, waterstof en broom).

De hoge oplosbaarheid van bromide-ionen maakt dat de stof overvloedig te vinden is in oceanen. Commercieel valt broom gemakkelijk te winnen uit pekelbronnen, o.a. in de Verenigde Staten, Israël en China.

Dit werkpakket gaat over de aansturing binnen micro-grids, waarin decentrale energieopwekking, -opslag en verdeling van elektriciteit optimaal wordt afgestemd. Het pakket bevat de volgende onderdelen

:

- Uitwerken van de vereisten en criteria voor de batterijtechnologieën en de oplaadinfrastructuur binnen een micro-grid. Vervolgens het ontwikkelen van batterijsystemen voor demonstratieprojecten.
- Uitvoeren van demonstratieprojecten voor twee batterijsystemen (zeezout en waterstofbromide) om daarbij het samenspel tussen opslagtechnologie en energie-infrastructuur te testen.
- Ontwikkelen van een slim micro-grid model dat de start vormt voor de commerciële realisatie van micro-grids.
- Implementeren van innovatieve marktmodellen en technieken voor de uitwisseling en levering van energie binnen het micro-grid. Daarnaast worden technisch-economische businessmodellen ontwikkeld om verschillende businessmodellen te positioneren in beide landen, zoals een systeem dat garanties van oorsprong van duurzame energie kan afgeven.



Door de batterijsystemen te testen in real life situaties op de diverse testlocaties, kan inzicht verkregen worden in de technische en economische (on)mogelijkheden voor toepassing van innovatieve micro-grids. Het micro-grid energiemonitoringsmodel vormt het communicatieplatform van de batterijsystemen met het micro-grid. De twee productontwikkelingen en de testlocaties worden hier verder beschreven.



Product

De zeezoutbatterij van Dr Ten is een batterij die gemaakt wordt met mineralen, koolstofsoorten en zouten die grotendeels uit de zee en natuurlijke materialen worden gewonnen. Zeezout is daarbij een belangrijke component. De batterij kent een ruwe energiedichtheid van ca. 30 Wh/kg en een materialen kostprijs lager dan andere batterijen. Ook kan de batterij helemaal worden leeg geladen en draaide deze bij eerste testen meer dan 7000 cycli. Het aantal cycli is in dit project verhoogd.

Met deze nieuwe zeezoutbatterij heeft Dr Ten in november 2013 de Jan Terlouw Innovatieprijs gewonnen. Hiernaast won Dr Ten twee keer een Accenture Innovation Awards. Ook is de batterij genomineerd voor de Gelderse circulaire innovatie top 20.

Ontwikkeling en samenwerking

In dit project werkte Dr Ten mee aan de ontwikkeling van demobatterijen, geïntegreerd in ICT, elektronica, netkoppeling en dataverwerking in een zonne-energie gekoppeld micro-grid te Olst en Heerlen met opties om stroom te kunnen handelen op de markt.

Op de testlocaties heeft Dr Ten samengewerkt met Saxion Hogeschool, GPX en Hogeschool Zuyd om de batterij te testen en verder te ontwikkelen. Over deze testlocaties en de resultaten daarvan staat meer beschreven in de volgende hoofdstukken. Tijdens het project zijn meerdere opstellingen geanalyseerd. Batterijen konden met succes enkele maanden stabiel draaien, al werd nog met kleine vermogens getest. Er is gebruik gemaakt van gewone omvormers zoals die worden gebruikt in zonne-PV-systemen. In het project zijn de volgende soorten omvormers getest: Solar Edge, Victron, SMA en Growatt.

Uiteindelijk bleek dat een reguliere PV-omvormer voor zonne-energie van Victron (die in de meeste Nederlandse huizen wordt



geïnstalleerd) kan worden aangesloten met data verwerking en analyse. Het grootste probleem was dat de omvormer is ontworpen voor loodzuuraccu's en lithium-ion accu's en dat het laad protocol iets anders is dan die van de zeezoutaccu. De zeezoutaccu kan ontladen worden tot 0 Volt, dat geen normale waarde is voor de meeste elektronica. In dit project werd derhalve hardware en software ontwikkeld die in staat is om te communiceren met omvormerapparatuur enerzijds, terwijl het anderzijds zeezoutbatterijen volledig kon ontladen, waarbij (ont) laadkarakteristieken verschiden van gewone batterijtechnologieën zoals lithium of loodzuur. De hardware-software kon met succes worden getest in de locatie Aardehuizen.

Dr Ten bestudeerde in de veldstudies de mogelijkheden van een volledig DC-systeem (Direct Current) om de netbelasting in Hogeschool Zuyd te verminderen. In Zuyd is eerst een batterijsysteem geplaatst en een verdere analyse van het net uitgevoerd.

De zeezoutbatterij is ook als product verbeterd. Het onderzoekswerk resulteerde in een batterij met verbeterd zinkdeel waardoor de batterij meer dan 2,5 Ah (ampère-uur) per cel kon halen per batterij pouch (zak) in de ontlading en een veel hogere power levert dan de batterij zonder die aanpassing. Wel dient de stabiliteit nog te worden verbeterd. Verder konden andere typen batterijen maar liefst 64000 keer op labschaal worden geladen.

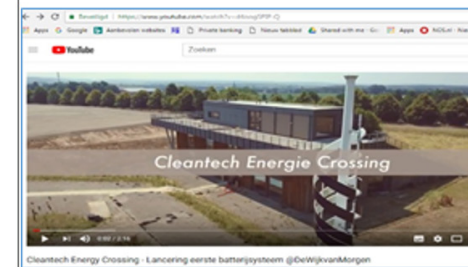
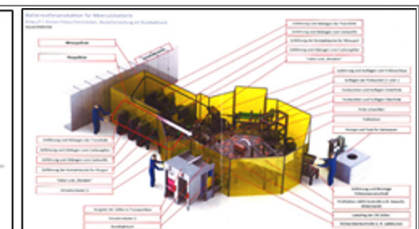


Batterij Dr Ten buitenkant en binnkant

Resultaten en toekomst

De ontwikkeling van de pilotproductie van batterijen verliep langzamer dan verwacht, maar slaagde toch met behulp van verschillende projectpartners. Tal van materialen voor de batterij zijn gevonden in Duitsland, Nederland en ook in Limburg waarmee de batterij verbeterd kan worden en geproduceerd. Recentelijk werd een Duitse partij gevonden die oven experimenten wil/kan doen om vanuit deze grondstoffen en felt materialen tot juiste electrode te geraken. Ook werd veel samengewerkt met SGL in Duitsland waarbij allerlei nieuwe materialen werden getest.

De batterij doorstond met succes duurtesten, maar dient verder te worden opgeschaald om grotere applicaties en bijbehorende vermogens te draaien. Wel kon mede dankzij dit project de assemblage worden verbeterd en kan vandaag beter en sneller semiautomatisch met de hand worden geproduceerd. Er lijkt een prima marktperspectief voor energienet gekoppelde systemen. Dr Ten richt zich nu op massaproductie en kostenverlaging. Hierbij kunnen mede dankzij dit project diverse bedrijven (en hogescholen) in Limburg en Duitsland ondersteunen en meegroeien. Hierbij kunnen diverse bedrijven (en hogescholen) in Limburg en Duitsland ondersteunen en meegroeien.



Dr Ten
Rondweg 11M+N
8091 XA Wezep, Nederland

T. 038 2000153
M. info@drten.nl
W. www.drten.nl

Product

De Elestor waterstofbromide-flowbatterij (HBr batterij), is een innovatief product om elektrische energie op te slaan. Het betreft hier een systeem dat in het bijzonder geschikt is voor grootschalige opslag met nominale vermogens vanaf 100kW en energie vanaf 1000kWh.

De HBr batterij heeft diverse voordelen, zoals bijvoorbeeld:

- Reactanten degraderen niet;
- Zeer snelle werking mogelijk;
- Schaalbaarheid naar verschillende groottes;
- Vrije dimensionering van vermogen (vanaf 100kW tot vele Megawatts);
- Vrije dimensionering van energie opslag capaciteit (tot vele Megawatt uren);
- Langere tijdsduur waarover de batterij kan laden en ontladen (10 uur of meer is goed te realiseren);
- Een goede efficiëntie (gelijk niveau met Li-ion en beter dan conventionele systemen met elektrolyser en brandstofcel).

Voor HBr batterijen geldt, dat hoe groter de toepassing is, des te meer ze economisch rendabel zullen zijn. De batterijen profiteren zodoende van schaal grootte. Op deze manier lijkt het goed mogelijk om opslagkosten te realiseren die op een gelijk niveau liggen met de opwekkosten van energie. Dat is bijzonder, want veel systemen vandaag de dag liggen op een duidelijk hoger niveau. In dit project is Elestor in de gelegenheid geweest om dit innovatieve product verder te ontwikkelen.

Elestor ontving de KVK Innovatie Top 100 Publieksprijs 2020.

Ontwikkeling en samenwerking

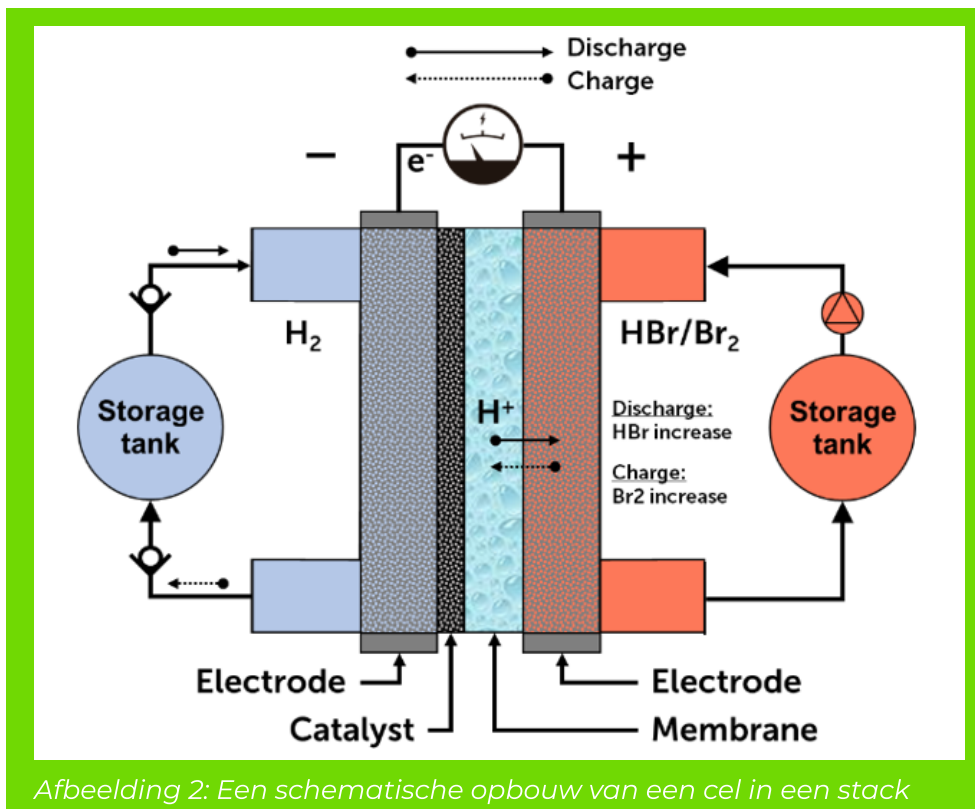
Binnen dit project heeft Elestor samengewerkt met de Duitse projectpartners GWI Essen en met NEW Niederrhein Energie und Wasser GmbH en het Nederlandse GPX. Deze samenwerking



staat in het hoofdstuk over de testlocatie in Arnhem uitgebreider beschreven. Binnen het CEC-project werd aanvankelijk ingezet op een succes met stacks van de derde generatie (Gen3). Deze stacks bleken echter nog niet in staat om aan bovenstaande vereisten te voldoen en alle beschikbare middelen werden ingezet om alsnog een goede stack te arrangeren. Zodoende werden analyses gemaakt om te bezien wat er zou moeten veranderen voor een nieuwe stack en werden stacks van de 4e generatie (Gen4) ontworpen en gebouwd. Als resultaat is het mogelijk gebleken om diverse Gen4 stacks te bouwen, waaronder tientallen kleinere Gen4 stacks (juniors) en een aantal grotere Gen4 stacks (seniors), waaronder een 4-cellige stack. De duurtesten met kleinere Gen4 stacks in het laboratorium, alsmede tests met de grotere Gen4 stacks in een testsysteem voor grotere stacks laten



Afbeelding 1: Het Elestor batterijsysteem voorzien van modules met een Gen4 stack

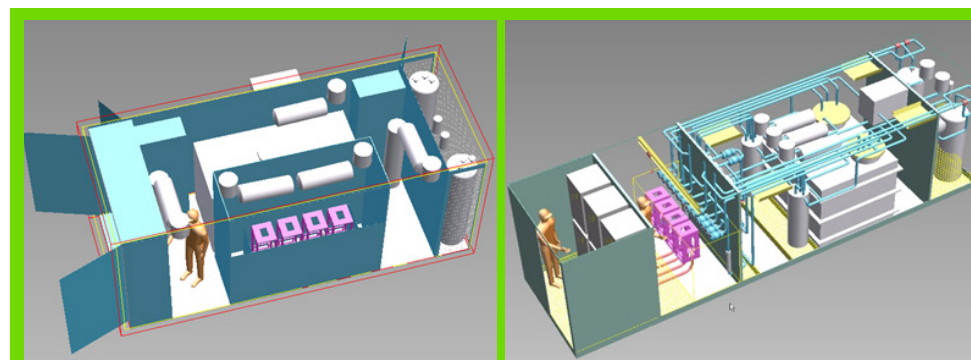


Afbeelding 2: Een schematische opbouw van een cel in een stack

goede en stabiele resultaten zien. Om de stacks operationeel te krijgen als kern van de batterij is een omliggend proces systeem nodig. Hiervoor zijn er allerlei ontwerpen gemaakt en is er ervaring opgedaan met diverse kleine proefsystemen alsmede met een groter ontwerp ten behoeve van een systeem dat in staat is om 50kW en 250kWh te leveren.

Binnen de beperkte tijdsduur en middelen van dit project is het niet mogelijk gebleken een dergelijk 50kW systeem ook daadwerkelijk te realiseren. Daarvoor zijn vervolprojecten nodig. Feit is wel dat er door dit project, ook op het gebied van de systeembouw, bijzonder veel ervaring is opgedaan en dat er vele verschillende vormen van systeem opbouw zijn beoordeeld. Om energie uit te wisselen met het elektriciteitsnetwerk is, naast de stacks en het omliggend systeem voor de actieve stoffen, ook een elektrisch systeem nodig. Bovendien is er een controle- en monitoringsysteem nodig om het systeem op

afstand aan te sturen. Zodoende werden ook deze onderdelen binnen het CEC project ontwikkeld. Bovendien werd er een energiemanagementsysteem (EMS) ontwikkeld en er zijn eveneens een aantal testen gedaan om afstandsbesturing ten behoeve van specifieke businessmodellen te testen.



Afbeelding 3: Twee HYCE ontwerpen zoals deze ook voor het CEC project gemaakt werden voor een 50kW systeem

Resultaten en toekomst

Als eindconclusie mag gesteld worden dat er een goede samenwerking was met de genoemde projectpartners en dat een succesvolle ontwikkeling van de HBr batterij technologie mogelijk is geweest. Het is namelijk mogelijk gebleken om een batterijproduct te realiseren die kan opereren in een micro-grid of, beter nog, in een groter grid. Ook is het samenspel tussen de HBr opslag technologie en de energie-infrastructuur succesvol getest. Ten gevolge van grotere uitdagingen dan van tevoren voorzien, is het weliswaar niet mogelijk gebleken om batterijsystemen op pilot locaties te realiseren. Toch is het hele traject bijzonder waardevol geweest om het product verder te ontwikkelen en is Elestor zeer dichtbij commercialisatie gekomen. Vanuit de markt krijgt Elestor vele vragen van geïnteresseerde partijen. Elestor zal de ontwikkeling vervolgen en 2021 zal hiertoe een belangrijk jaar worden.

Elestor B.V.
 Joep Lauret (project manager)
 Westervoortsedijk 73 (Building BF)
 6827 AV Arnhem, Nederland

T. +31 6 5132 4053
 W. www.elestor.nl

– Testlocatie Olst | Aardehuizen +

Testlocatie

In Olst staat de wijk Aardehuizen: een wijk waarin de bewoners hun eigen duurzame huizen hebben gebouwd, gemaakt van afgedankte materialen en zoveel mogelijk zelfvoorzienend. Op de testlocatie in Aardehuizen is gewerkt aan een energiemonitoringsysteem, een elektrische boileraansturing en een accu en besturingssysteem. Ook is de zeezoutbatterij van Dr Ten geïnstalleerd en onderzocht.

Ontwikkeling en samenwerking

Tijdens dit project hebben twee onderzoekers, twee onderzoekassistenten, vijf HBO afstudeerders/stagiaires, een WO-master student en meer dan twintig HBO 3e en 4e jaars studenten in projectgroepen vanuit Saxion en de Universiteit van Twente aan dit project gewerkt.

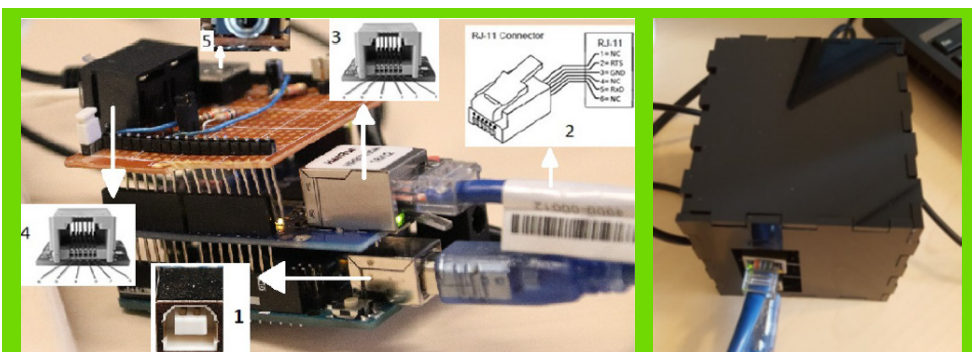
Er zijn twee prototype energiemonitoringsystemen ontwikkeld, om de energiebalans per huishouden te kunnen monitoren via een smart meter. Een van deze heeft gedurende twee jaar de energiebalans van één huishouden gemeten en opgeslagen. In de laatste fase van het project is een aanpassing gedaan waarbij data ook geleverd kan worden aan een centraal monitoring- en besturingssysteem. Er is een prototype elektrische boileraansturing ontwikkeld en getest, zowel in een lab op Saxion als in een woning bij Aardehuizen. Als laatste is onderzoek gedaan naar batterij capaciteit en slimme sturingsopties voor Aardehuizen, en hoe deze zelfvoorzienendheid, zelfconsumptie en piekreductie beïnvloeden. Deze geven een indicatie hoe zelfstandig (dus niet afhankelijk van energietoevoer of -afvoer van buiten het systeem) een systeem, zoals een woonwijk, kan zijn. Hoe hoger de zelfconsumptie, des te meer zelfstandig de woonwijk. Om dit te onderzoeken is een energiemodel ontwikkeld, en zijn de invloeden van verschillende besturingsopties onderzocht.



Afbeelding 1: Overzicht van de testlocatie Aardehuizen in Olst met producten

De test van de zeezoutbatterij in Aardehuizen bestond uit twee delen. In het eerste deel zijn alle elektronica getest om veranderingen in het netwerk en de stabiliteit van het internet te testen. Ook is dit deel gebruikt om de interactie van omvormers met de batterij en andere kleine problemen bij de installatie waar te nemen. In het tweede deel is het systeem gedurende een maand aangesloten om het laad- en ontladgedrag van de batterij op het net en de stabiliteit te observeren.

Het doel van GPX is om te komen tot bewijs van 'wie levert welke energie aan wie' om die levering daadwerkelijk te doen plaatsvinden en te bewijzen. Dit traject vindt plaats via microcertificering en het daarmee koppelen van de real time opwek van energie tot en met de consumptie van die specifieke energie. Dit vindt plaats middels meten, schakelen en communiceren, evenals registreren en borgen, in real time. GPX werkte binnen dit project bij Aardehuizen samen met Saxion, Dr Ten en InnovationMatters om een demo te maken, waarbij



Afbeelding 2: Prototype hardware met behuizing

van de volledige duurzame opwek levering en traceerbaarheid geregistreerd en verantwoord is. Bij Aardehuizen wordt middels gewaarmerkte kwartierstanden zichtbaar gemaakt dat energie die op het ene allocatie punt (A) wordt opgeweakt of gelijktijdig op een ander allocatie punt (B) wordt geconsumeerd of in de buurtbatterij van Dr Ten wordt opgeslagen. De buurtbatterij geeft de mogelijkheid dat systeem verder te verfijnen omdat deze zowel energie kan leveren als overschotten opslaan voor later gebruik.

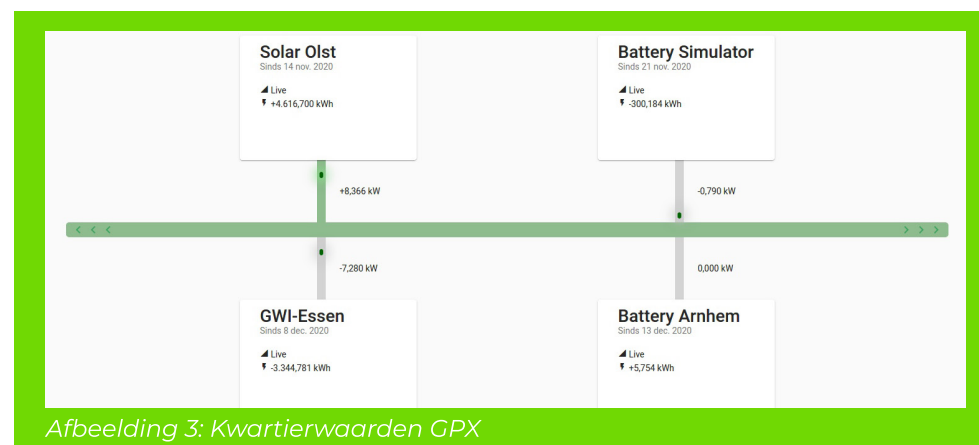
Resultaten en toekomst

De energiemonitoring op huishoudenniveau en het exporteren van deze data naar een centraal besturingssystemen is gerealiseerd. In een vervolgproject is het nodig om te kijken naar aansturingmogelijkheden gebruik makend van de monitoring data. Hoe kan dit bijvoorbeeld verder bijdragen aan energiezelfstandigheid?



De boiler aansturing is werkend en de modelering geeft een indruk van de energie van de elektrische boiler. Met enkele aanpassingen kan het systeem in de toekomst aangestuurd worden door een centraal besturingssysteem. Dit zou een doel moeten zijn in een vervolgproject, alsmede het verder testen en uitrollen van boiler aansturingssystemen bij de rest van de woningen.

Een model is gemaakt van de elektrische energiestromingen in Aardehuizen, en is gebruikt om een accugroote te bepalen: 62kWh op wijkniveau. In een vervolgproject is het interessant om te bekijken welke invloed een uitgebreidere vorm van slimme sturing zou hebben (waarbij weersvoorspellingen en historische verbruikersdata meegenomen worden), zowel op de benodigde accucapaciteit als op de zelfstandigheid van de wijk. Ook is het interessant om te bekijken welke rol hybride energieopslag (meerdere vormen van energieopslag slim en optimaal gebruiken) bij de woonwijk zou kunnen hebben.



Afbeelding 3: Kwartierwaarden GPX

– Testlocatie De Wijk van Morgen | Heerlen +

Testlocatie

De Wijk van Morgen is een real life testsite van de Zuyd Hogeschool en bevindt zich op het Duits/ Nederlandse industrieterrein Avantis en bestaat uit drie duurzame gebouwen. De drie gebouwen moeten gezien worden als gemeenschappelijk bron van opwek, consumptie en opslag (lokaal balanceren op wijkniveau). Op deze testlocatie hebben Zuyd Hogeschool, Dr Ten en GPX samengewerkt.

Ontwikkeling en samenwerking

Voor de opslag is een prototype van de zeezoutbatterij van Dr Ten met een opslag capaciteit van 2kWh geplaatst in één van de gebouwen. Op deze testlocatie is onderzoek gedaan naar drie verschillende marktmodellen voor energiehuishouding:

1. **Het reduceren van de netaansluiting:** om het nut van lokaal balanceren aan te tonen. Bijvoorbeeld: 20k productie, 20kW maximale consumptie, 10 kW netaansluiting.
2. **Dag/nacht compensatie:** gedurende de nacht moet het gros van de energie uit de opslag komen.
3. **Energieprijs in relaties tot piek en dal energiegebruik:** dit zal niet geïmplementeerd worden in de regelaar maar wel gesimuleerd met de verkregen data.

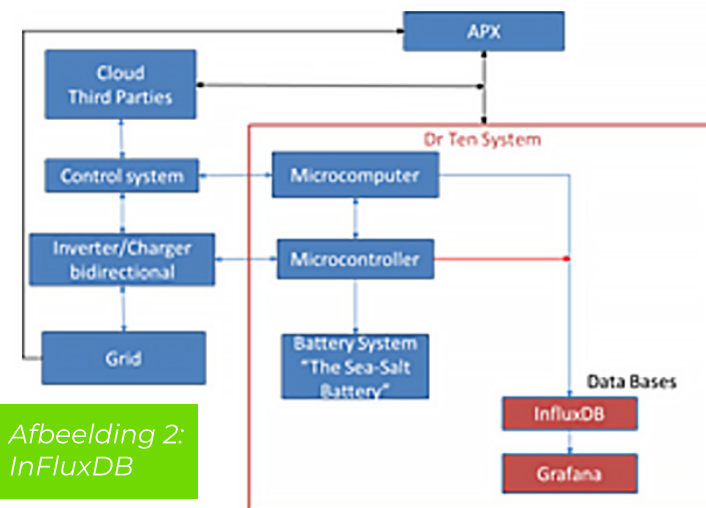
Er zijn voor dit project 8 Smart meters geïnstalleerd om de werkelijke (real time) energiestromen te registreren tussen de gebouwen en binnen ieder gebouw.

Na onderzoek van diverse typen is de keus gevallen op een ABB meter met een hoge nauwkeurigheid. Dit is nodig om tot een betrouwbaar en snel energie monitoringsysteem te komen.



Afbeelding 1: Testlocatie "De Wijk van Morgen" Zuyd hogeschool Heerlen

De meters zijn via een dataverbinding (Modbus) uit te lezen en aangesloten op een micro computer die zorgt voor het vergaren van data, verwerken, lokale opslag en communicatie met de database in een Cloud omgeving genaamd InfluxDB.



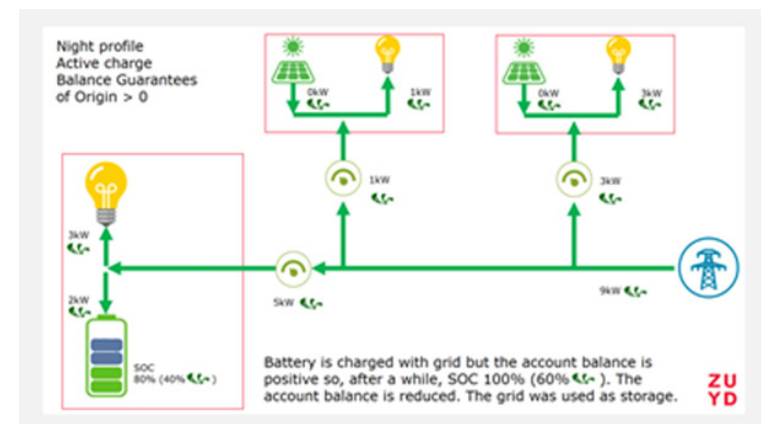
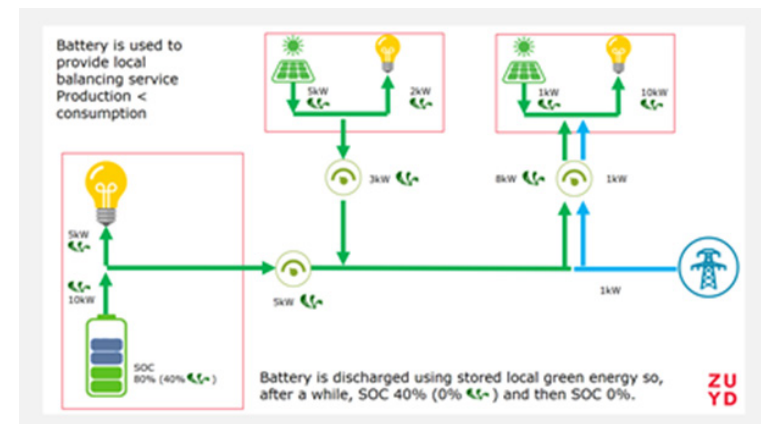
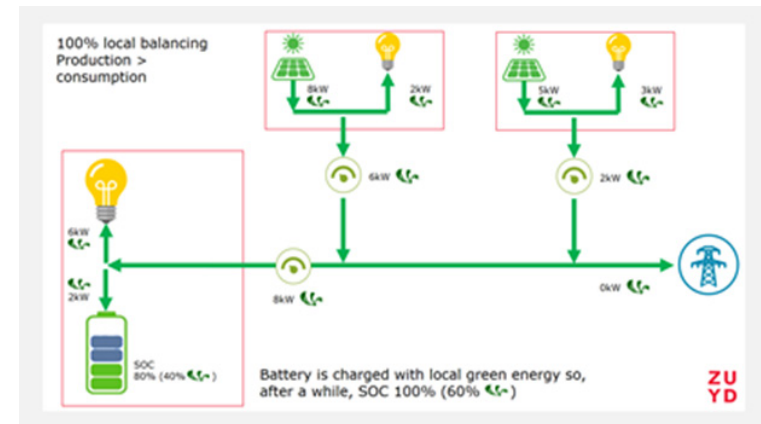
Afbeelding 2: InFLuxDB

Deze database is zeer krachtig en in staat om vele miljoenen datapunten per seconde te lezen en deze te filteren en verwerken. Op deze manier is het systeem uit te breiden van de drie gebouwen tot vele honderden of meer. Een dashboard is beschikbaar vanuit de database. Hierdoor is het mogelijk om veel verschillende applicaties met de database te verbinden. Doordat het dashboard vooral bedoeld is om historisch gedrag te monitoren was het noodzakelijk om een nieuwe tool (samen met GPX) te ontwikkelen om de real-time data te visualiseren.

De volgende drie afbeeldingen geven een aantal scenario's van voorkomende energiestromen. De groene lijnen zijn lokaal opgewekte energie en de blauwe energie betrokken uit het net. Het symbool van GPX Energybank is gebruikt om aan te geven dat deze energie een door GPX gegarandeerde oorsprong heeft. Het onderstaande voorstel heeft geleid tot het huidige dashboard ontwikkeld door GPX.

Resultaten en toekomst

De omvormer tussen de zeezoutbatterij en het energienet is gedurende de testperiode niet volledig voltooid. Hierdoor is ook het energiemonitoringssysteem op deze locatie niet getest. De testen voor de batterij zijn als eerst uitgevoerd op de testlocatie Aardenhuizen te Olst. Er was binnen dit project niet genoeg tijd voor verder onderzoek op de testlocatie in Heerlen. In de afbeeldingen van de testlocatie Aardehuizen is te zien dat het huidige energiemonitoringssysteem van GPX nog niet de detaillering heeft zoals in het bovenstaande systeem van Zuyd. Dit zijn zaken die nog in een eventueel vervolgproject verder uitgewerkt kunnen worden.



Testlocatie IPKW | Arnhem

Testlocatie

Ten behoeve van mogelijke pilotlocaties voor het testen en het uitvoeren van metingen voor de redox flow-batterij van Elestor is samengewerkt tussen de projectpartners Elestor, GWI Essen, GPX en met NEW GmbH.

Ontwikkeling en samenwerking

Het bleek een uitdaging om ten behoeve van de pilotlocaties voldoende helderheid te krijgen over de mogelijke opstelling van een dergelijke batterij op een locatie. De uitdagingen hadden betrekking op:

- De locaties voor een buitenplek waar voldoende ruimte beschikbaar was. Uiteindelijk werd op beide locaties een mogelijke positie gevonden.
- Het gezamenlijk helder krijgen van systeemveiligheid en de daarmee samenhangende positionering.
- Grip krijgen op wat er nodig zou zijn met betrekking tot vergunningen.

Het is helaas nog niet mogelijk gebleken om op beoogde omvang een demonstratie te geven op de beoogde pilot locaties, maar het is wel mogelijk gebleken om een batterijproduct te realiseren die kan opereren in een micro-grid of, beter nog, in een groter grid. Het samenspel tussen de HBr opslag technologie en de energie-infrastructuur is succesvol getest, zij het in twee delen, namelijk een deel dat de stack operatie en aansturing laat zien en een ander deel dat laat zien dat het batterijcontrolesysteem aangestuurd kan worden door een energiemanagementsysteem in het grid. Daarbij zijn specifiek twee businessmodellen getest, namelijk “optimalisatie gebruik van zelf opgewekte energie”



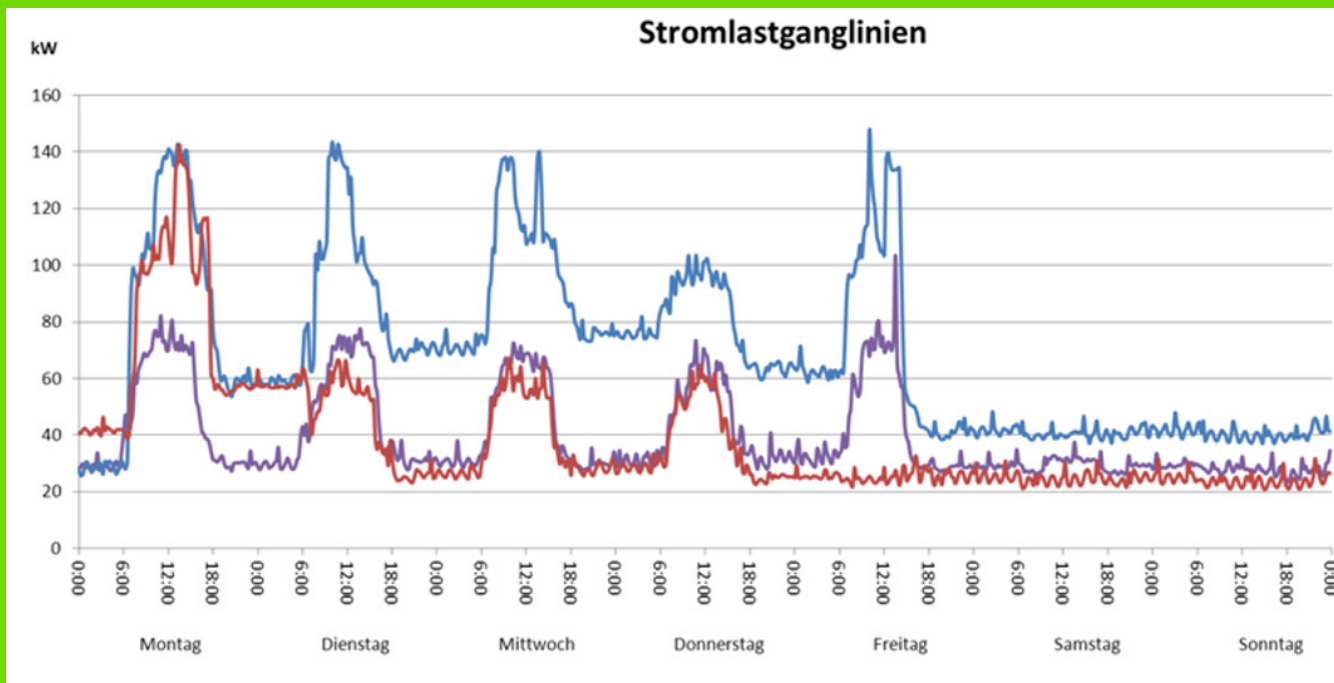
en “peak shaving”. Projectpartner GPX gaf binnen het project eveneens aan hoe het mogelijk kan worden gemaakt om eveneens een businessmodel te realiseren waarbij ‘garantie van oorsprong van energie’ kan worden ingebouwd in een aansturend systeem.

De tijdige installatie van een werkend prototype van de Elestor redox flow-batterij bij de GWI-testlocatie is niet meer mogelijk gebleken voor sluiting van het project. Wel werden er via internet relevante gegevens uitgewisseld met de partners om de batterij te testen. Op basis van de prestatiegegevens van het prototype in Arnhem en voor een verdere analyse werden de gegevens geëxtrapoleerd.

Resultaten en toekomst

Ondanks de tegenslagen op de testlocatie heeft GPX een virtuele koppeling kunnen realiseren en heeft GWI energieprofielen kunnen overleggen voor verder onderzoek.

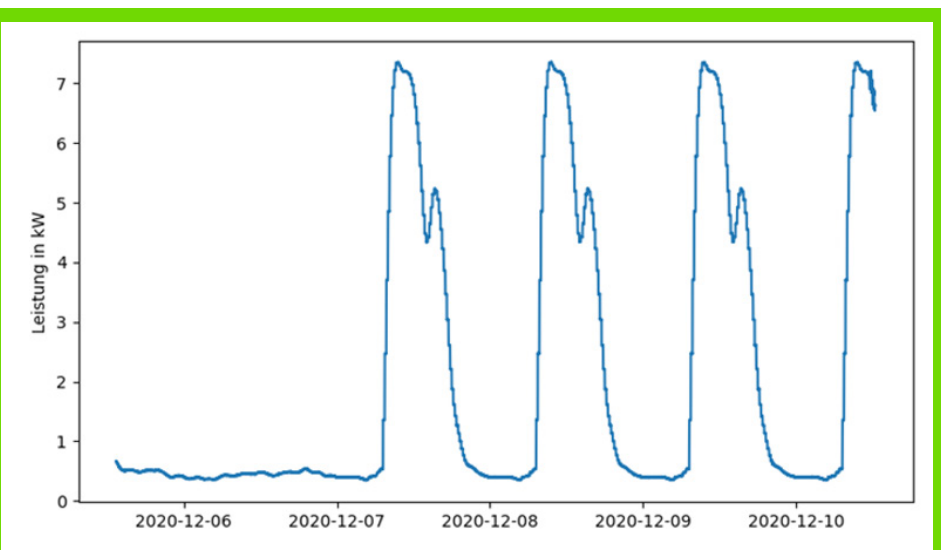
Voor het virtueel laden van de batterij met relevante data via internet is een analyse uitgevoerd met betrekking tot de elektriciteitsvraag van GWI. Uit die analyse blijkt dat de elektriciteitsvraag van GWI per seizoen varieert tussen 24-26 MWh per maand in de wintermaanden en 17-18 MWh per maand in de zomermaanden. De basislast ligt meestal rond de 25 kW en de vraag loopt tijdens kantooruren op tot ruim 60 kW. Afhankelijk van de soorten testen en experimenten die bij GWI wordt uitgevoerd, kan de basisbelasting echter ook boven de 60 kW uitkomen en



Afbeelding 1: Huidige belastingsprofielen in kW voor drie opeenvolgende weken (1e week paars, 2e week blauw, 3e week rood) met stroomintensieve experimenten in de 2e en aan het begin van de 3e week.

treden er vermogenspieken op van meer dan 150 kW. Zie ook de huidige belasting curves van drie voorbeeldweken met stroom intensieve experimenten in de tweede en aan het begin van de derde week in afbeelding 1. Afbeelding 2 is gebaseerd op de prestatiegegevens van het prototype in Arnhem. Voor een goede vergelijkbaarheid van de resultaten, zijn de relevante gegevens op basis van het standaard capaciteitsprofiel G1 voor commerciële voorzieningen van de Federale Vereniging voor Energie en Waterstaat (BDEW) afgestemd op de kantoorvereisten van GWI.

Ondanks dat de batterij uiteindelijk niet voldoende gereed was om zinvol op de pilotlocaties op te stellen, is er ervaring opgedaan met de uitdagingen bij de toekomstige batterij opstellingen en de wijze waarop deze goed opgesteld kunnen worden.



Afbeelding 2: Overgedragen vermogensprofiel in kW per dag

GPX heeft een virtuele koppeling gerealiseerd waarmee het kan aantonen hoe het zou zijn als de opwek van de zonnepanelen bij de Aardehuizen opgeslagen zou worden in de andere batterij van Elestor in Arnhem. Deze wordt gebruikt ten behoeve van de energieconsumptie van GWI in Essen.



Met dank aan alle partners

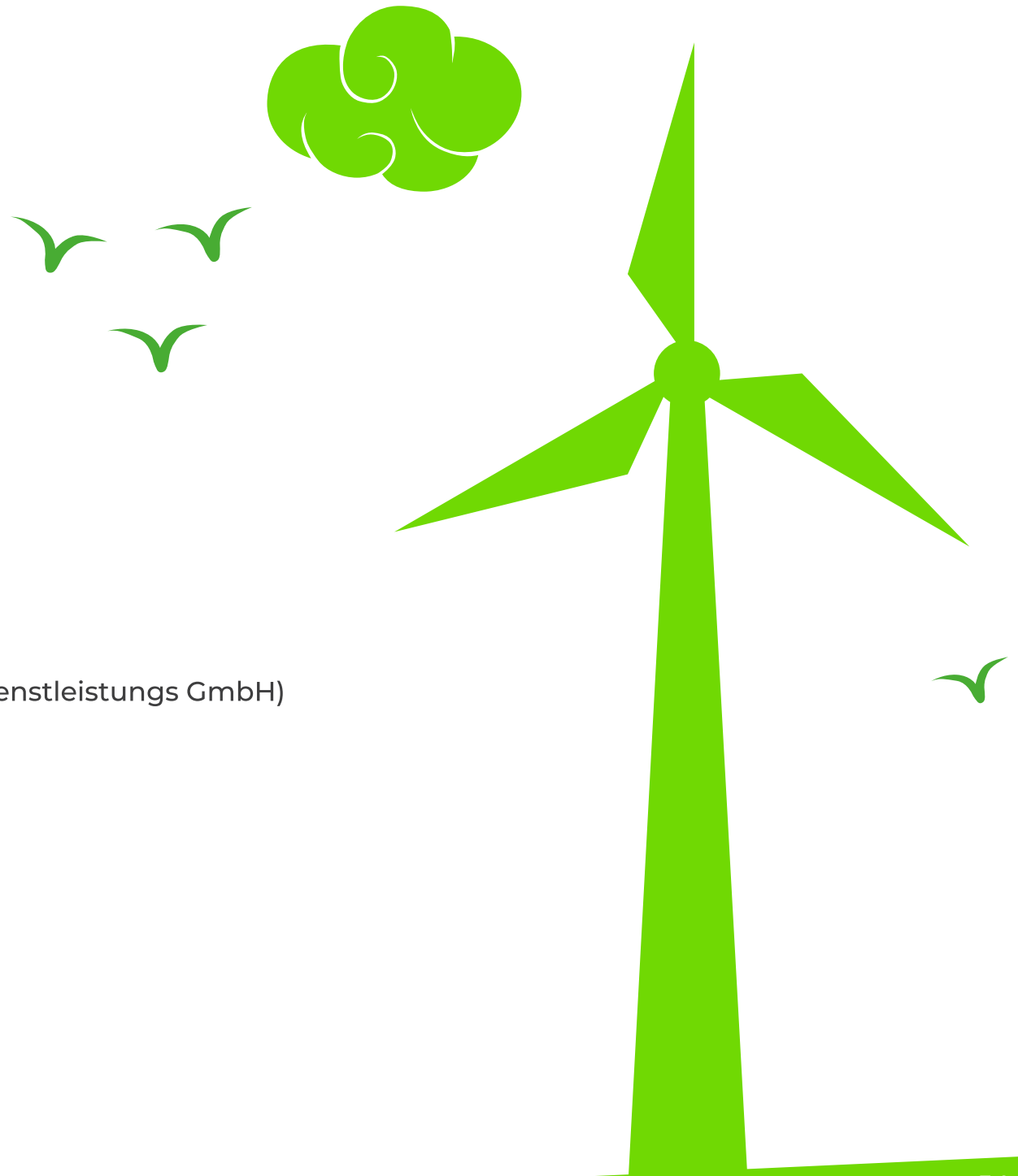
Partners

Deze partners hebben een bijdrage geleverd aan de uitvoering van het project Cleantech Energy Crossing in de vorm van grensoverschrijdende samenwerking en de ontwikkeling van cleantech innovaties. In totaal hebben deze partners een eigen bijdrage geleverd van ruim € 1,7 miljoen voor de uitvoering hiervan.

Amarre B.V.
Bilan BV
Bouwkundig & Facilitair Adviesbureau Comuth
Chatim BV
CNC Speedform AG
Coins & Bubbles BV
Crijns Energy Controlling
Dr. Ten BV
Elestor BV
Energie Effectief BV
EnergieAgentur.NRW GmbH
Energieversorgung Oberhausen AG
Energy Exchange Enablers B.V.
ENLOP GmbH
Exergy Mechanical Engineering
Exergy Storage Components and Systems
G. Langelaar Holding bv
GPX Octrooi BV
GWI Essen (Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.)
HAN (Hogeschool van Arnhem en Nijmegen)



H.J. ter Maat Holding BV
HaHe BV
Heva Klimaat & Installatie
Jan Putman Beheer BV
Kiemt
Maan Lite BV
Micro Turbine Technology BV
Mitsubishi Electric Europe B.V.
MJM ter Bille Holding b.v.
MTTenergy UG (haftungsbeschränkt)
NEW AG
Power Kombi Module BV
Saint Trofee
Scholt Energy Control GmbH
Scholt Energy Services B.V.
Schraven-Solar (Schraven Service und Dienstleistungs GmbH)
Seafuy BV
Solar Energy Booster BV
SolarTech International B.V.
Stichting Saxion
Stichting Zuyd Hogeschool
Supro New Business B.V.
Thermofer GmbH & Co. KG
think [E] energy GmbH
Vapora Bioenergie GmbH
VAPORA group BV
Varta Storage GmbH
WTW consultancy B.V.



Cleantech Energy Crossing

Het project Cleantech Energy Crossing is een grensoverschrijdend samenwerkingsverband, dat gericht is op de verduurzaming van de bebouwde omgeving en de lokale energie-infrastructuur middels cleantech innovaties, zoals batterijtechnologie en warmte- en koudetechniek.

Stichting Kiemt is leadpartner en penvoerder.

Jochem Garthoff
Programmamanager Energietransitie
Garthoff@kiemt.nl

Kiemt
Westervoortsedijk 73 – HB
6827 AV Arnhem
www.kiemt.nl

kiemt

Het project wordt in het kader van het INTERREG-programma Deutschland-Nederland uitgevoerd en met ruim 3,1 miljoen euro subsidie financieel ondersteund door de Europese Unie, het Nederlandse ministerie van Economische Zaken en Klimaat, provincie Gelderland, provincie Noord-Brabant, provincie Limburg en het Duits ministerie van WIDE Nordrhein-Westfalen.

Mede mogelijk gemaakt door:



Europäische Union
Europese unie



Euregio Rhein - Waal
gemeinsam stärker samen sterker

Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



≡ provincie
Gelderland

Provincie Noord-Brabant

provincie limburg



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat