

TKI Urban Energy en concrete projecten

Zoals in het vorige artikel aangegeven dienen alle projecten en activiteiten die binnen de TKI worden uitgevoerd of door de TKI worden geïnitieerd bij te dragen aan het realiseren van de doelen (bijdrage aan energie-transformatie, bijdragen aan de innovatiekracht van het Nederlandse bedrijfsleven) van de TKI Urban Energy. De programmaliijnen die zijn vastgelegd in de Kennis en Innovatie Agenda (KIA) van elke TKI geven richting en sturing aan de projecten die binnen een tender kunnen worden ingebracht. Een Urban Energy project kan worden ingediend in één van de vijf programmaliijnen: zonnestroom-technologieën (PV) (1), warmte en koude installaties (2), multifunctionele bouwdelen (3), flexibele energie infrastructuur (4) of energieregelsystemen en -diensten (5). Daarnaast wordt er bij de keuze tussen de ingebrachte projecten gelet op aandachtspunten als bijvoorbeeld sociale aspecten, interoperabiliteit, opschaling en de Human Capital Agenda.

J.A. (John) Post, programmadirecteur TKI Urban Energy; O. (Olivier) Ongkiehong, adviseur RVO, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Urban Energy-projecten kunnen bestaan uit de volgende typen activiteiten: fundamenteel onderzoek, industrieel onderzoek, experimentele ontwikkeling en demonstratie. Het zwaartepunt van Urban Energy projecten ligt op industrieel onderzoek en experimentele ontwikkeling. Demonstratieactiviteiten in Urban Energy-projecten zijn praktijkproeven die niet groter zijn dan noodzakelijk om de ontwikkeling aantoonbaar te beproeven. Daarmee is het Urban Energy programma complementair aan de programma's van NWO (met meer nadruk op fundamenteel onderzoek) en aan de DEI regeling (Duurzame Energie Innovaties, met

meer nadruk op demonstratie van innovaties). Om dit te illustreren zijn enkele projecten geselecteerd die een goed beeld geven van wat wordt beoogd met de gewenste innovaties binnen de TKI Urban Energy, gebaseerd op expliciete vragen uit de markt.

■ KANSEN EN UITDAGINGEN

De veranderingen die het energiesysteem de komende decennia zal ondergaan brengen vele nieuwe kansen en uitdagingen met zich mee. Niet alleen in Nederland, maar in een groot deel van de wereld gaan belangrijke verschuivingen optreden in de energievoor-

ziening. In de gebouwde omgeving wordt door energiebesparing de energievraag (zeker voor de warmtevoorziening) sterk ingeperkt terwijl parallel daaraan het energiesysteem 'slimmer' zal worden geregeld om een balans te houden tussen variabele vraag en variabel energie-aanbod vanuit wind en zonne-energie. Ook de warmtevoorziening zal grote veranderingen ondergaan. Informatietechnologie en benutten van 'big data' zijn niet meer weg te denken. Al deze ontwikkelingen komen samen in het bredere domein van de gebouwde omgeving, het werkgebied van de TKI Urban Energy (de bundeling van de TKI's EnerGO, Solar Energy

en Switch2SmartGrids). Het potentieel om binnen de gebouwde omgeving een groot deel van de benodigde energie duurzaam op te wekken, vooral door inzet van zonne-energie en verschillende warmte-opties, is groot. Energieopslag in allerlei vormen wordt daarbij essentieel, net zoals nieuwe manieren om het energiesysteem meer vanuit een integrale aanpak intelligent te managen.

Een aantal praktijkcasussen met projecten ter illustratie:

Casus: hoog-efficiënte, tweezijdig werkende zonnepanelen

De elektriciteitsopbrengst van zonnepanelen in vrije opstellingen kan tot wel 20% worden verhoogd door ook licht te gebruiken dat via reflecties aan de grond of andere oppervlakken de achterzijde bereikt (figuur 1). In het standaardontwerp kunnen zonnepanelen alleen licht omzetten dat op de voorzijde valt. Met een aangepast ontwerp van de zonnecellen en de panelen waarin ze worden verwerkt kan echter licht van beide zijden worden omgezet. Dit biedt een relatief eenvoudige manier om de elektriciteitsopbrengst van een systeem te verhogen, respectievelijk de opwekkosten te verlagen. Tweezijdig werkende panelen kunnen verder bijvoorbeeld ook worden toegepast in verticale Noord-Zuid opstellingen, zoals in geluidsschermen. In zulke toepassingen hebben ze een opbrengstprofiel met twee pieken gedurende de dag (een in de ochtend en een in de middag), in plaats van een enkele piek rond het middaguur. Door verschillende profielen te combineren is het mogelijk een meer gelijkmatig totaalprofiel te maken, wat waardevol kan zijn bij zeer grootschalige in- en

ding van zonnestroom in het elektriciteitsnet. De eerste generatie tweezijdig werkende panelen is ontwikkeld op basis van de bestaande hoog-rendementstechnologie voor enkelzijdig werkende silicium cellen en panelen die Nederlandse partijen succesvol hebben geleverd aan diverse grote fabrikanten in de wereld. De nieuwe technologie voor tweezijdige cellen en panelen is inmiddels in productie bij het bedrijf Mission Solar Energy in de VS. De panelen zullen worden gebruikt voor de bouw van grote zonnecentrales in woestijnachtige gebieden, alwaar het albedo (het reflecterend vermogen van de bodem) relatief hoog is.

Casus: de warmtebatterij

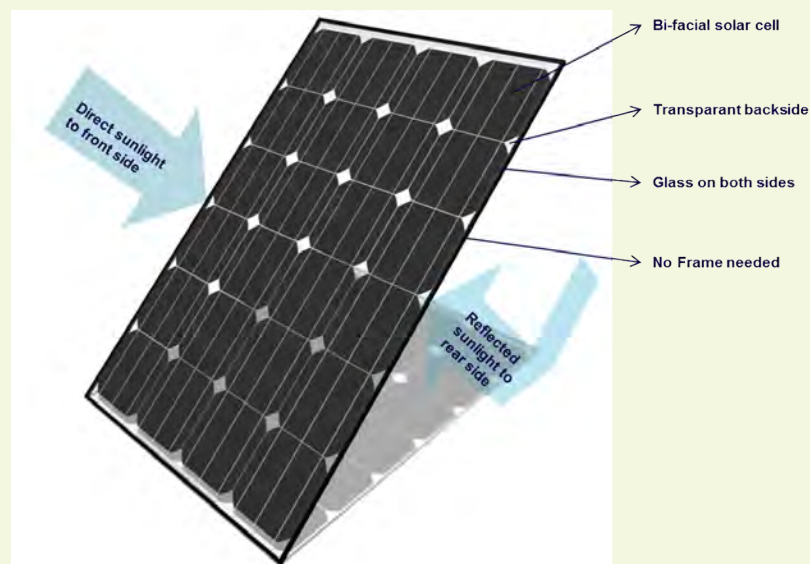
Ruimtes en tapwater verwarmen kan duurzaam door zonne-energie en/of warmte uit de omgeving (lucht, bodem) te benutten. Zonneboilers maken gebruik van opslag om zoveel mogelijk zonnewarmte te benutten, ook op momenten dat de zon onvoldoende schijnt. Bij warmtepompsystemen zorgt opslag ervoor dat de warmtepomp niet op piekvraag hoeft te worden ontworpen waardoor deze kleiner en goedkoper kan zijn. In de bestaande bouw is maar beperkt ruimte voor opslagvaten. Bij snelle renovaties is zelfs de wens om installaties in multifunctionele bouwdelen op te nemen, met nog sterkere eis voor compacte installaties.

Opslag in de bodem (WKO) kan (nog) niet op de hoge temperaturen die nodig zijn voor tapwater en met name buiten Nederland is de bodem niet altijd geschikt. Watervaten worden nu in gebouwen toegepast voor kortetermijns opslag, zoals opslag van zonnewarmte overdag voor gebruik in de avond. Bij de transitie naar een duurzaam energiesysteem in de gebouwde



-Figuur 2- proefopstelling van warmteopslag met water en thermochemisch materiaal (TCM). Bij een opgeladen systeem zijn water en TCM gescheiden. Wanneer het water met het TCM in verbinding komt ontstaat een exotherme reactie en komt er warmte vrij voor ruimtes of tapwater. Met warmte van buiten (bijvoorbeeld zon of warmtepomp) vindt een omgekeerde reactie plaats: water en TCM worden gescheiden, de opslag wordt opgeladen.

omgeving is er echter de vraag om warmte langer op te slaan (ca. twee weken) zodat een warmtepomp tijdelijk van het elektriciteitsnet kan worden afgeschakeld als er weinig zon- én windenergie is en anderzijds om gebruik te maken van goedkope elektriciteit als er wel veel van is ('power2heat' ofwel een warmtebatterij). Ook kan daarmee een korte vorstperiode worden overbrugd en bijbehorende piekvraag worden voorkomen. Om die langere termijn opslag mogelijk te maken, wordt gezocht naar compactere oplossingen dan opslag in water. Opslag voor de overbrugging van een seizoen, waarbij zomerwarmte in de winter wordt gebruikt, vraagt zelfs nog grotere capaciteit. Voor seizoenopslag is water ongeschikt a.g.v. grote energieverliezen door geleidelijke afkoeling en het benodigde volume is onhaalbaar groot. Thermochemische materialen hebben voor langere termijn opslag 2 voordelen: opslag kan compacter én het koelt niet langzaam af: het 'laden' van de opslag vindt plaats door een chemische reactie (sorptie), waardoor warmte behouden blijft totdat de teruggaande reactie wordt aangezet, het 'ontladen' van de warmtebatterij. Onderzoek en ontwikkeling van thermochemische opslag in Nederland is sterk met de start in 2010 van 2 EU FP7-projecten. 'E-hub' (Energy-hub for the built environment) beoogt een gebied energieneutraal te maken door vraag en aanbod van verschillende aard op elkaar af te stemmen. Het werk aan componenten voor een thermochemische opslagreactor hierin toont dat de principes werken en dat op grote schaal en met groot vermogen warmte kan worden opgeslagen en



-Figuur 1- Tweezijdig werkend zonnepaneel gebruikt licht dat via reflecties aan de grond de achterzijde bereikt

vrijgegeven. Het daarop aansluitende 'Einstein' project, werkt aan innovatieve manieren om benodigde volumes voor opslag op systeemniveau nog verder te verlagen. In het TKI EnerGO project 'Tessel' wordt een opslagsysteem gebaseerd op silicagel gebouwd en getest (figuur 2), en in 'Icoon' wordt een reactor gebaseerd op zeoliet in een woning geplaatst en gedemonstreerd, waarbij door een doorzichtige opbouw van de reactor het proces zichtbaar gevolgd kan worden. Het 'Merits' project, wederom een project in EU-verband, beoogt de nu bekende principes te bundelen om een modulair thermochemisch opslagsysteem op te leveren dat kan worden gedemonstreerd in verschillende klimaat-gebieden in de EU, voor zowel warmte, koude, als warm tapwater. Binnen het TKI EnerGO programma is een breed consortium gestart met een meerjaren-programma voor een 'tweede warmte-revolutie'. Verdere ontwikkeling is nodig op zowel systeem, apparaat als materiaal niveau om uiteindelijk marktrijpe producten te ontwikkelen met toenemende compactheid, stabiliteit en kostenreductie.

Casus: multifunctionele dakelementen met PV-functionaliteit

De afgelopen jaren nemen de installatie en het gebruik van zonnestroominstallaties in Nederland sterk toe. Traditioneel worden de gebruikte zonnepanelen op de bestaande dakbedekking gemonteerd. Nadelen van dergelijke oplossingen zijn dat veel mensen ze niet mooi vinden en dat niet alle functionaliteiten van de zonnepanelen (bijvoorbeeld de wind- en waterdichtheid van de glasplaat) optimaal worden benut. Daarom is er sinds enige tijd een belangrijke ontwikkeling gaande om multifunctionele bouwelementen te ontwikkelen die onder andere ook zonnestroom kunnen opwekken. Hierin wordt het zonnepaneel dus geïntegreerd in een bouwelement of vervangt het een bouwelement.

De eerste gebouw geïntegreerde (BIPV) zonnestroomsystemen waren esthetisch al veel

-Figuur 3- dakvullende multifunctionele dakelementen met PV functionaliteit (bron: AERSpire)



-Figuur 4- Componenten en systemen die worden onderzocht op hun bijdrage aan flexibele elektriciteitsnetten

aantrekkelijker dan de standaard zonnepanelen die op een dakbedekking werden gemonteerd, maar de prijs van dergelijke systemen was tot wel 5 keer zo hoog. Daarom is door menig bedrijf gewerkt aan het ontwikkelen van mooie BIPV-systemen die qua prijs in de buurt komen van de standaard 'op-dak' zonnepanelen. Ook in Nederland heeft een aantal (start-up) bedrijven met succes aan deze opgave gewerkt (waarvan enkele in TKI-projecten), wat heeft geresulteerd in een aantal mooie, innovatieve oplossingen die tegen een marktconforme prijs geleverd zullen kunnen worden. Deze producten zijn inmiddels dicht bij markt-introductie, maar natuurlijk zijn er nog veel wensen en eisen die in deze eerste generatie BIPV-producten nog niet zijn geïncorporeerd. Enkele aanvullende eisen waaraan in de komende tijd nog onderzoek zal worden verricht zijn:

- het verder verlagen van de productiekosten door integratie in bestaande productieprocessen;
- het verder verhogen van het rendement van dergelijke BIPV-elementen, met name voor toe-passing op plaatsen met niet-ideale omstandigheden, zoals gedeeltelijke beschaduwing;
- het nog eenvoudiger kunnen monteren van het BIPV-element / multifunctionele bouwelement;
- het verder verlengen van de levensduur van het BIPV-element / multifunctionele bouwelement;
- het esthetisch verder verbeteren van het product en het verhogen van de ontwerprijheid voor de architect van het gebouw door meer vrijheidsgraden te introduceren: vorm, kleur, flexibiliteit, randafwerking, etc.

Casus: het flexibel maken van elektriciteitsnetten

Onder het programma van het TKI Switch2SmartGrids zijn in 2012-2014 projecten gestart, die zich richten op flexibiliteit in de elektriciteitsnetten. Het gaat om componenten en systemen, zoals onderstations, kabels en transformatoren. Zie figuur 4. Het tDASA-project richt zich op het ontwikkelen van een methodiek en technologie voor de conditiebepaling van het laagspannings-net. In het KRIS project slaan netbeheerders,

industriële partners en een kennisinstelling de handen ineen voor de ontwikkeling van significant goedkopere instrumentatie voor onderstations. Met een open leverancier onafhankelijk platform dat het mogelijk maakt om gemeenschappelijk onderdelen te benutten voor verschillende functionaliteiten in één en hetzelfde MS/LS-station. In het FLINK project vindt onderzoek plaats naar innovatieve vermogenslektronica voor flexibele verbindingen, die (tijdelijk) in hun capaciteit kunnen worden verhoogd.

Programmalijn 4 richt zich op de toepassing van deze en vergelijkbare componenten en systemen. Zijn de componenten en systemen op zich technisch realiseerbaar, hoe ziet de business case eruit als ze toepassing vinden, welke storingen, congesties en investeringen kunnen de componenten en systemen voorkomen? En hoe gedraagt het elektriciteitsnet zich als de componenten en systemen in grotere aantallen en/of in elkaars nabijheid toegepast worden?

Bij succesvolle ontwikkeling van de componenten en de systemen en met een betrouwbaar informatie- en datamanagement om grotere aantallen signalen uit de infrastructuur te verwerken en op te nemen in meet- en regelkringen, die componenten en systemen aansturen, hebben de netbeheerders mogelijkheden om met hun eigen netten de nodige flexibiliteit te realiseren. Dit naast de mogelijkheid die de netbeheerders straks hebben om, op basis van grotere hoeveelheden eigen sensoren, een beroep te doen op energiediensten van spelers op de energiemarkt volgens programmalijn 5 (energieregelsystemen en -diensten), bijvoorbeeld als een congestie in het elektriciteitsnet dreigt.

Casus: CEMS & HEMS, central & home energy management systems

Onder het IPIN, Innovatie Programma Intelligente Netten, dat startte net voor de oprichting van het TKI Switch2SmartGrids in 2012, is er in twaalf proeftuinen geëxperimenteerd met intelligente netten. Eén van de proeftuinen was JEM (Jouw Energiemoment: smart grid met de consument) in de Muziekwijk in Zwolle.

Doel was een antwoord op de vraag in hoeverre vraagverschuiving investeringen in

de infrastructuur terugbrengt. De techniek omvatte een CEMS ('central energy management system') waarmee op basis van beschikbare netcapaciteit, lokaal opgewekte energie en APX 'incentives' werden aangeboden aan de consumenten. Het HEMS (home energy management system) bood de interface met de consumenten en met 'slim gemaakte' wasmachines en drogers.

Dankzij een professionele interactie met consumenten en met techniek biedt de proeftuin een resultaat, dat zich laten samenvatten in de figuur hieronder. De grafiek toont het gebruik van elektriciteit voor wasmachines overdag tijdens de piek in de zon-PV opwekking voor een gemiddeld EU huishouden (zwarte lijn) en voor de gemiddelde proeftuin deelnemer (rode lijn). Met het smart grid lukte het om in de zon-PV piek het gebruik te verhogen en de piek in avondgebruik te verlagen.

Een andere IPIN proeftuin was PowerMatching City II (PMC II) in Groningen. Deze biedt, ook vanuit een woonomgeving en op basis van een professionele interactie met consumenten en met technologische innovaties, in haar recente eindrapport een indicatie van de waarde van flexibiliteit van slimme energiesystemen in de

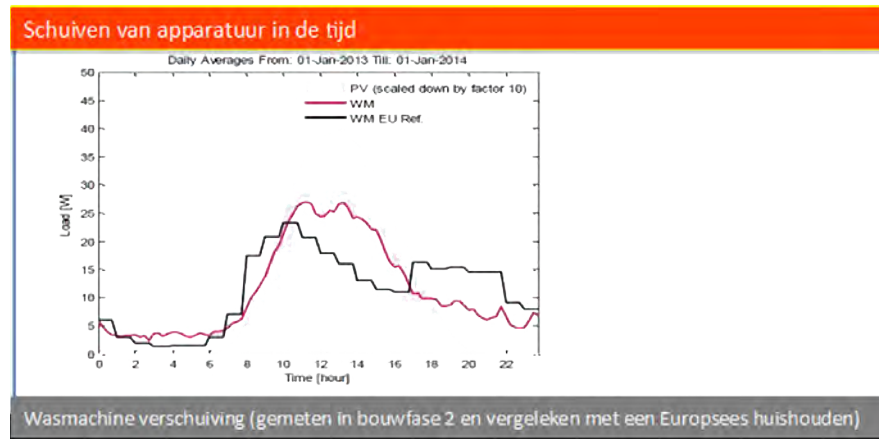
NL consumentenmarkt: tussen 1 en 3,5 miljard euro netto contant tot 2040. De waarde komt voort uit besparingen in zowel energiemarkt als netbeheer.

Programmalijn 5 richt zich op de schaalvergroting van de flexibiliteit die met de proeftuinen is aangetoond. En van andere flexibiliteit, zoals bedrijven, vastgoed en industrie die kunnen bieden. In lijn met de aanbevelingen uit de proeftuinen zal de aandacht daarbij gericht

zijn op kostenverlaging en standaarden, op de redelijke verdeling van kosten en baten en op manieren om de aangetoonde flexibiliteit in de vraag een waarde te geven en de flexibiliteit aan te bieden aan partijen, die ervoor willen betalen.

Meer informatie over de projecten van TKI Urban Energy is te vinden op: topsectorenergie.nl/urban-energy/projecten/

-Figuur 5- Grafische weergave van de resultaten van JEM



Bewezen technologie. Revolutionaire bediening.

De nieuwe rookgasanalyser
testo 330i



Testo BV, Randstad 21-53, Almere, T 036 5487 000

