



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

>> Duurzaam, Agrarisch, Innovatief en
Internationaal Ondernemen

Innovators aan het woord 2014

Ervaringen en resultaten op het gebied van energie-innovatie

Dankwoord

In deze notitie komen Nederlandse innovators aan het woord. Zij werkten met steun van het ministerie van EZ en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) aan projecten gericht op energie-innovatie. Zij vertellen in deze notitie niet alleen over hun successen, maar ook over de moeilijke momenten en over de obstakels die zij overwonnen. RVO.nl wil de volgende pioniers dan ook van harte danken voor het delen van hun ervaringen:

Arjan Westerhoff, Datacenter Manager bij Schuberg Philis

Bart Jonker, projectmanager fysiek bij De Woonplaats

Dhiradj Djairam, onderzoeker aan de TU Delft

Earl Goetheer, Principal Scientist Gas Treatment bij TNO

Ed de Jong, Vice President Development bij Avantium

Edward Hamers, Chief Technology Officer van Hyet Solar

Erwin Giling, Project Manager Process and Instrumentation bij TNO

Folkert Linnemans, Business Development Manager bij Ekwadraat

Frederik Gast, mede-oprichter en directeur van BioGast Sustainable Energy BV

Gustave Corten, oprichter en eigenaar van CortEnergy

Henk de Beijer, eigenaar van SolabCool BV

Herman Klein Teeselink, directeur HoSt

Jan Brouwer (TNO), CATO programma directeur

Johan Oude Breuil, projectmanager participatie bij De Woonplaats

Johan Smit, programmadirecteur en hoogleraar aan de TU Delft

Joost Dubois, Director Communication & Branding DSM Bio-Based Products & Services BV

Jos Lenssen, Chief Operations Officer van Hyet Solar

Jos van der Burgt, Consultant en Innovator bij DNV GL

Louis Hiddes, directeur Mijwater BV

Marcel Besten, projectmanager realisatie van woningcorporatie De Woonplaats

Michiel Snijder van Wissenkerke, directeur R&D bij Goss Contiweb

Peter Penning, mede-oprichter van SunCycle

Piet van Egmond, R&D Program Manager bij DSM Bio-Based Products & Services BV

Pieter Veltman, CEO van Hyet Solar

Radboud Vorage, directeur bij Aardwarmtecluster 1 KKP BV

Robert Sakko, Director Technology van Heatmatrix

Robert Snijder, mede-oprichter van donQi

Roeland van Veen, Product Groep Manager Drogers bij Goss Contiweb

Ruurd van Schaik, bedrijfsleider van de Divisie Engineering van VAR

Sander van Egmond (Universiteit Utrecht), CATO communicatie manager

Sjaak van Loo, Managing Director van Procede

Sjef Cobben, hoogleraar Power Quality aan de TU Eindhoven

Stoyan Kanev, projectmanager bij ECN

Willem de Jong, General Manager en eigenaar Acquit Business Development BV

In het bijzonder **Peter Paul van Kempen**, Van Kempen Consultancy. Schrijver van dit rapport.

Doelstelling, methode en leeswijzer



In opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl), voerde Van Kempen Consultancy een kwalitatief onderzoek uit naar de resultaten van afgeronde projecten gericht op energie-innovatie¹ verdeeld over negen thema's. Het is de tweede keer dat RVO.nl het onderzoek 'Innovators aan het woord' laat uitvoeren.

Achtergrond en doelstelling

Topsector Energie

De Nederlandse overheid selecteerde topsectoren waarin Nederland uitblinkt. Doel is om met gerichte investeringen in deze sectoren de positie van Nederland op wereldniveau te versterken. De Energiesector is één van de topsectoren. Bedrijven, wetenschappers en de overheid werken samen in Topconsortia voor Kennis en Innovatie. Via tenders werken bedrijven en onderzoekers aan innovatieve projecten.

Lessen uit de praktijk ter inspiratie voor innovators

Het afgelopen decennium ondersteunde het ministerie van EZ honderden projecten gericht op energie-innovatie. Vaak is niet precies bekend hoe de uitvinding in de markt is gezet na afloop van het project. Waarom is een technologie juist wel of juist niet verder ontwikkeld? Welke lessen leerden de betrokken innovators? En welke adviezen zouden zij collega-innovators geven? De resultaten en lessen die zijn geleerd, kunnen de bedrijven en onderzoekers inspireren om energie-innovatie vorm te geven.

Doelstelling

Tegen deze achtergrond luidde de doelstelling van het onderzoek als volgt: Het geven van inzicht in de vervolgactiviteiten en lessen van een aantal door RVO.nl gesubsidieerde afgeronde projecten met het oog op het inspireren, verbinden en versterken van de Topconsortia voor Kennis en Innovatie en bedrijven en onderzoekers die werken aan energie-innovatie.

Onderzoeksmethode en aanpak

In nauw overleg met projectadviseurs van RVO.nl zijn de projecten geselecteerd om te belichten. Gezien de onderzoeksdoelstelling, was de belangrijkste vraag bij de selectie: van welke projecten kunnen we veel leren, welke resultaten kunnen andere bedrijven en onderzoekers inspireren? De onderzoeker bestudeerde de onderzoeksverslagen en voerde diepte-interviews met de ondernemers en onderzoekers die leiding gaven aan de projecten. In de gesprekken is bekeken wat de resultaten zijn in de markt en is ingegaan op de 'lessons learned'. In totaal zijn vijftientig projecten bestudeerd uit de volgende thema's.

- Energiebesparing in de industrie
- Energiebesparing in de gebouwde omgeving
- Bio-energie
- Smart grids
- Windenergie
- Zon-pv
- Gas
- CO₂-afvang, transport en -opslag (internationaal afgekort met CCS van carbon capture and storage)
- Geothermie.

¹ Vanuit de programma's: Energie Onderzoek Subsidie (EOS), Innovatieagenda Energie (IAE), SEI Risico's dekken voor aardwarmte, CATO en CAPTECH.



Leeswijzer

Blader, selecteer en laat u inspireren

Deze publicatie is nadrukkelijk niet bedoeld om van A tot Z te lezen. Het doel is om een indruk te geven van de bewonderenswaardige inspanningen die innovators in Nederland leveren om waardevolle energie-innovaties te ontwikkelen en te lanceren. Blader door de notitie, selecteer de projecten die uw interesse hebben en laat u inspireren!

Obstakels, kansen en lessen

Het tweede hoofdstuk bespreekt overkoepelende conclusies. Welke parallellen kunnen getrokken worden als we de resultaten van projecten met elkaar vergelijken? We kijken naar de geleerde lessen en beantwoorden de vraag: welke obstakels en kansen komen de innovators tegen op hun weg en hoe gaan zij daar mee om?

Uitgelichte projecten per thema

De volgende hoofdstukken beschrijven per thema twee à drie projecten, voorafgegaan door een lijst met afgeronde projecten. Zodoende kunt u makkelijk de thema's bekijken die uw interesse hebben.

Geraadpleegde bronnen en wegwijzer

In de bijlagen treft u een wegwijzer voor nadere informatie en de bronnenlijst.



Overzicht bestudeerde projecten

	Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
<u>Energiebesparing industrie</u>	<u>Ecoset Droger</u>	Goss Contiweb BV	okt-08	feb -13	KTOT01042
	<u>Hoogrendement Kunststof Modulaire Matrix Warmtewisselaar</u>	HeatMatrix Group BV	okt-09	jul-11	SBIR 9308
	<u>Optimalisatie energiehuishouding datacenter Schuberg Philis</u>	Schuberg Philis	2009	2013	DEMO10004
<u>Energiebesparing bouw</u>	<u>Demonstratie van een vaste stof adsorptie koelmachine</u>	De Beijer RTB	aug-08	dec-12	DEMO09016
	<u>Duurzaam Velve-Lindenhof met Passiefhuis</u>	De Woonplaats	2005	2013	UKR 07014
<u>Bio-energie</u>	<u>Houtgestookte centrale met rookgascondensor en CO₂- benutting</u>	HoSt Imtech Vonk	dec-09	okt-09	DEMO03030
	<u>Removing the bottleneck in second generation bioethanol production</u>	DSM Bio-Based Products & Services BV	2009	2013	KTO01010
	<u>Amazon</u>	Avantium Chemicals BV	dec-10	okt-11	KTOT01037
<u>Gas</u>	<u>Groene energie uit gft: demonstratie 2^e generatie vergistingstechniek</u>	VAR	sep-08	dec-09	DEMO09047
	<u>BioGast</u>	BioGast Exploitatie Beverwijk	aug-05	sep-06	DEMO01024
	<u>Rijden op Biogas in Nederland</u>	MAN Trucks & Bus NV	apr-07	juli-13	UKR04010
<u>Windenergie</u>	<u>Vortex Generator Airfoil</u>	CortEnergy	apr-10	dec-12	NEOT08001
	<u>Sustainable Control</u>	ECN	jan-06	juni-12	EOSLT02013
	<u>Kleinschalige windturbine met venturi en geluidsdemper</u>	donQi	apr-08	dec-10	NEOT04003
<u>Zon PV</u>	<u>Flexibele zonne-energie</u>	Helianthos	aug-07	dec-11	DEMO07015
	<u>Testopstelling SunCycle</u>	SunCycle Technology BV	sep-06	sep-07	NEOT01002
<u>Smart Grids</u>	<u>Kwaliteit van de elektrische infrastructuur</u>	TU Eindhoven	okt-06	apr-11	EOSLT04024
	<u>Grid-Con</u>	DNV GL	juli-07	juni-10	EOSLT06028
	<u>SINERGIE</u>	TU Delft	juni-07	mei-13	EOSLT04034
<u>CO₂-Afvang, Transport en -Opslag</u>	<u>CATO: CO₂-Afvang, Transport en -Opslag</u>	Universiteit Utrecht, TNO	2004	2014	CATO-1 en CATO-2
	<u>CATO CO₂ Catcher pilot plant</u>	TNO	2008	2014	CATO-D2.1.22
	<u>CAPTECH, Sub Project 2: Advanced Solvents</u>	Procede Group BV	2006	2010	EOSLT06003-09003
<u>Geothermie</u>	<u>Mijnwater</u>	IPMMC Weller Energie BV	2005	2014	UKR03021, UKR02002
	<u>DIRT: baanbrekende nieuwe boortechnologie</u>	Acquit Business Development BV	mrt-08	sep-11	DEMO09037
	<u>Aardwarmteproject Koekoekspolder</u>	Greenhouse Geo Power	okt-10	juli-12	AARD01001

Conclusies en parallellen



Wat kunnen we leren van de bestudeerde projecten? Ook al zijn de projecten zeer divers van karakter, als we kijken naar de obstakels en kansen die de innovators tegenkomen op hun weg, zien we duidelijk een aantal parallellen en kunnen we een aantal conclusies trekken. In dit hoofdstuk komen de conclusies en parallellen aan bod.

Valley of Death

Uit het onderzoek blijkt dat veel innovators worstelen met de zogenaamde 'Valley of Death'. Dit is de fase tussen onderzoek & ontwikkeling en het commercieel op de markt brengen van een innovatief product. In het lab heeft de technologie zich dan al bewezen. Soms hebben de innovators zelfs al met een demo-project aangetoond dat hun uitvinding in de praktijk goed presteert. Op het eerste gezicht lijkt het bedje dan gespreid voor de innovatie, maar niets blijkt minder waar.

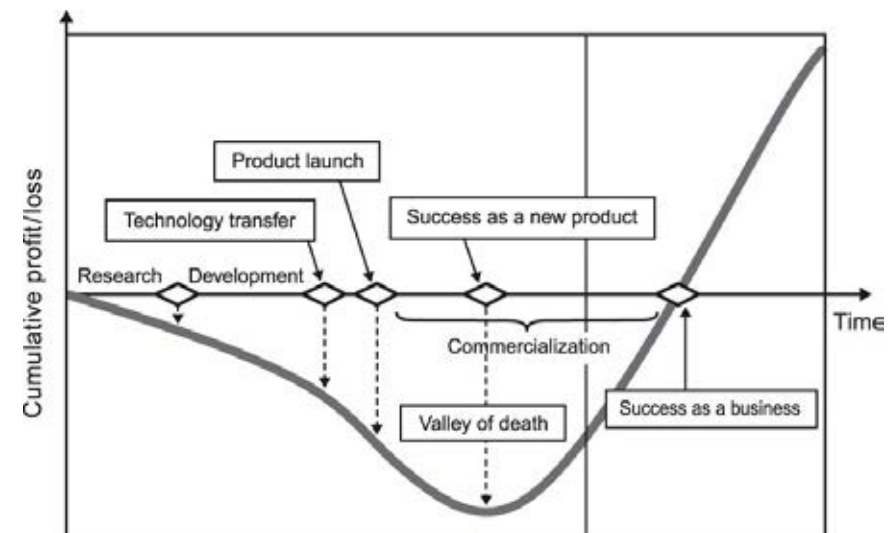
'Veel innovaties komen uit het MKB, de grote spelers durven het vaak niet aan. Die wachten tot het in de praktijk is bewezen. Eerst zien, dan geloven. Wij werken keihard om onze idealen waar te maken maar we beschikken niet over de financiële middelen. We weten domweg niet of we onze investeringen terugverdienen. Het verbaast me dat we met zoveel creatieve geesten aan een zeer kansrijke technologie werken en dat gebrek aan financiën vervolgens de voortgang ernstig belemmert. Dat is echt jammer.'

Willem de Jong, General Manager en eigenaar van Acquit Business Development BV

Zoals de naam al suggereert, is het overleven van de 'vallei des doods' zeer moeilijk. Waarom is deze fase zo gevaarlijk? De nieuwe technologie genereert dan nog geen of weinig inkomsten terwijl de kosten juist de pan uitrijzen.

De innovators moeten namelijk een commercieel massa-productieproces op industriële schaal ontwerpen en bouwen. De eerste fabriek is duurder dan de tweede en volgende fabrieken. Immers, nieuwe machines en processen moeten ontwikkeld worden en moeten zich in de praktijk nog bewijzen. Verkoop- en distributiekanaal moeten aangeboord worden. Omdat alles nieuw is, zijn mislukkingen een vanzelfsprekend onderdeel van deze fase. Al met al dus de meest kostbare en meest risicovolle stap van technologie-ontwikkeling.

De afbeelding illustreert treffend hoe de cumulatieve kosten naar ongekende hoogte stijgen in deze fase, terwijl opbrengsten nog ontbreken. (Bron: *An empirical analysis of the valley of death*, Yoshitaka Osawa & Kumiko Miyazaki, 2006. Re-printed with permission). Banken en durfinvesteerdere achten de risico's van deze fase vaak te groot om het geld beschikbaar te stellen waarmee de innovators de Valley of Death kunnen overbruggen.



Bron: Osawa and Miyazaki, 2006.



De volgende oplossingen om deze fase te overleven, komen uit de interviews naar voren:

- Zelf financieren en private investeerders overtuigen.
- Samenwerken met een strategische partner.
- Partnership met belangrijke eindgebruiker/klant.
- Uitwijken naar landen waar overheden wél bereid zijn om deze fase met garantiestelling en subsidies te ondersteunen.

Zelf financieren en private investeerders overtuigen

Sommige innovators kiezen ervoor om een substantieel deel van de investeringen zelf te financieren, gecombineerd met het aantrekken van private investeerders. Alhoewel dat lastig is, lukt het sommige innovators uiteindelijk wel.

‘Voor kleine bedrijven is het ongelooflijk moeilijk om het traject van technologie-ontwikkeling tot kleinschalige serieproductie financieel rond te krijgen. Voor SolabCool kost dit traject bijvoorbeeld circa vijf miljoen euro. De grote spelers willen dit zo goed als nooit financieren. Commerciële marktpartijen in Europa nemen de technologie meestal pas over als deze zich één à twee jaar heeft bewezen in de markt. Voor de technologie-ontwikkeling krijgen we nog wel wat subsidie. Maar voor de ontwikkeling van de eerste serieproductie ben je aangewezen op private investeerders. Die willen zekerheid dat ze de investering binnen enkele jaren terugverdienen. Maar het succes van innovaties is per definitie onzeker. Daarom financieren we het grootste deel van het traject zelf.’

Henk de Beijer, eigenaar van SolabCool BV

Samenwerken met een strategische partner

Een joint venture met een distributeur of een partij die veel voordelen heeft van de innovatie is een andere optie. Als een bedrijf meerwaarde ziet van de innovatie omdat deze

complementair is voor de eigen producten en diensten, kan er bereidheid zijn om deze moeilijke fase te financieren. De investering kan terugbetaald worden als de inkomstenstroom op gang komt. De strategisch partner krijgt bijvoorbeeld in ruil voor de investering ook licenties om de nieuwe technologie aan de man te brengen.

‘We bouwen nu in Amerika de eerste fabriek ter wereld om te bewijzen dat het werkt. We werken samen met POET, de grootste ethanol-producent ter wereld. POET heeft veel ervaring in het bouwen van dit soort fabrieken, ze hebben relaties met boeren en ze weten hoe je ethanol moet verkopen. Kortom, een prachtige infrastructuur waar DSM zo in kan pluggen.’

Piet van Egmond, R&D Program Manager

Joost Dubois, Director Communication & Branding

‘Je moet rekening houden met de ‘Valley of Death’. Voordat je een goed idee op de markt kan brengen, is er een forse investering nodig terwijl je nog niets verdient. Je bent afhankelijk van mensen die in je technologie geloven. We hadden toezeggingen van banken maar die konden ze niet nakomen toen in 2008 de crisis intrad. Door de focus van het bedrijf helder en realistisch te houden en door te roeien met de riemen die we hebben, overleefden we deze moeilijke fase. Het hielp ons om partners te zoeken die goed zijn op gebieden die niet onze specialiteit zijn. We hanteren een samenwerkingsmodel: SunCycle focust op de technologie-ontwikkeling, maar de ontwikkeling van de productietechnologie en de verkoopkanalen laten we over aan partijen die daar in uitblinken.’

Peter Penning, mede-oprichter van SunCycle

Partnership met belangrijke eindgebruiker of klant

De innovators kunnen een sterke afnemer van hun product zoeken die er veel voordeel bij heeft om als eerste het product te kunnen gebruiken. Als de afnemer meefinanciert, kan hij



ook invloed uitoefenen om er voor te zorgen dat het product voldoet aan zijn eisen. Daarnaast weet de partner zich zo verzekerd van toegewijde ondersteuning van de innovators.

‘Wees je er van bewust dat je dit soort marktveroveringen niet alleen de baas kan. Om alle hordes te kunnen nemen, heb je zoveel expertise en geld nodig, dat een solo actie gegarandeerd op een mislukking uitdraait. Strategische samenwerking is dus essentieel. Als je ervoor zorgt dat je je Intellectual Property goed beschermt, heb je er alleen maar voordeel bij. Zonder een strategische partner als Coca-Cola kunnen we de markt niet ontginnen. We namen juridische experts uit de Verenigde Staten in de arm om onze belangen goed te beschermen. Die waren hun tarief van zeshonderd dollar per uur meer dan waard: door hun werk konden we uiteindelijk snel een uitgebalanceerde overeenstemming bereiken.’

Ed de Jong, Vice President Development bij Avantium

Uitwijken naar landen waar overheden wél bereid zijn om deze fase te ondersteunen

De overheid in Nederland en de EU hanteert strikt de grens dat de financiering van de fasen na een succesvol demonstratieproject, voor rekening van de innovators komen. Volgens de geïnterviewden denken overheden in de Verenigde Staten, Canada, Zuid Amerika en Azië daar vaak anders over. Volgens hen zijn daar veel meer mogelijkheden om de ‘Valley of Death’ te overbruggen met garantstellingen en subsidies. De overheid stelt zich bijvoorbeeld garant voor de investering in de eerste commerciële fabriek, waardoor banken wél bereid zijn om de benodigde leningen daarvoor te verstrekken. Gevolg van het verschil op dit gebied tussen de EU en andere landen, is dat sommige innovators er voor kiezen om de eerste fabriek buiten de EU te bouwen. Dat is jammer, want de overheid wil graag dat de maakindustrie in Europa blijft.

‘De stap van de pilot schaal naar de eerste commerciële toepassing is de moeilijkste stap. Dit heet niet voor niets de ‘Valley of Death’: de meeste nieuwe technologie strandt in deze fase. De ‘First mover’ loopt nu eenmaal het meeste risico. De financieringsmogelijkheden voor deze stap zijn in Canada veel beter dan in de EU. Vandaar dat ons solvent daar eerst voet aan de grond kreeg.

Sjaak van Loo, Managing Director van Procede

Advies voor politici en beleidsmakers die innovatie willen stimuleren

Een aantal respondenten betreurt het dat de mogelijkheden in Nederland en de EU beperkt zijn om durfkapitaal te verkrijgen. Zijn roepen de overheid op om hier nog eens kritisch naar te kijken en bijvoorbeeld de speelruimte voor garantstelling te verruimen. Daarbij sluiten zij aan bij de aanbeveling van de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT): ‘De AWT adviseert de overheid om haar beleid voor het reduceren van risico’s van investeren in innovatie te verruimen. Innovatieve aanbestedingen van de overheid en hoger durfkapitaal zijn mogelijke oplossingen om het probleem te verhelpen.’ (Bron: *Kapitale kansen, Slim geld voor ambitieuze ondernemers*, AWT).

‘De Nederlandse overheid investeert enorm in technologie-ontwikkeling. Vervolgens ontbreekt kapitaal om de sprong naar de markt te maken. Dat is zonde! In Amerika kunnen bedrijven een ‘loan guarantee’ krijgen van de overheid. Hier niet. In onze fabriek hebben we straks proces operators nodig, dat betekent hoogwaardige en structurele werkgelegenheid. Waar gaan we deze fabriek bouwen, hier in Nederland of elders? We zien in andere landen buiten de EU dat overheden wél bedrijven helpen om technologie commercieel te produceren. Juist de stap van technologie naar commerciële massaproductie heeft aandacht nodig.’

Pieter Veltman, CEO van Hyet Solar BV



'Het moet me van het hart: welbeschouwd is het een beetje zuur. We voeren in Nederland baanbrekend onderzoek uit. Dat financieren we mede met subsidie. Maar als internationale speler zoeken we vervolgens de locatie waar de condities het beste zijn om de technologie naar het productiestadium te tillen. Deze condities zijn in het buitenland momenteel extreem veel beter dan in Europa. Denk daarbij aan de Verenigde Staten, Brazilië of China. De eerste fabriek is het meest riskant, dus je zoekt zekerheid en stimulans. Die vinden we in Amerika. Daarom stoppen we de technologie in een koffertje en bouwen in de USA onze eerste fabriek. We huren ter plekke bedrijven om de fabriek te bouwen, voor de logistiek, voor de sales, we nemen operators in dienst. We geven zo aan honderden, op termijn wel duizenden mensen werk buiten de EU. We willen aan politici en beleidsmakers meegeven: wees je er van bewust dat de kennis die we hier ontwikkelen, weglekt. We maken ons zorgen. Er is in Europa en Nederland gebrek aan stimulerende wetgeving en lange termijn zekerheid in vergelijking met landen als de Verenigde Staten. Komt dat door gebrek aan visie en lef? Regeringen hebben hier een scope van vier jaar, maar de wetgeving voor biobrandstoffen in de VS is gestart in 2007 en loopt tot 2022. Met het gebrek aan lange termijn visie en stabiliteit in het beleid in de EU is het veel te riskant om hier honderden miljoenen te investeren in een nieuwe fabriek. Hopelijk komt hier verandering in!'

Joost Dubois, Director Branding & Communication van DSM

Ontwikkeling eerste commerciële fabriek vergt veel innovaties

Op het eerste gezicht lijkt het alsof het meest innovatieve deel van het project achter de rug is na afronding van een succesvol demonstratieproject. Uit de interviews blijkt echter dat dit zeker niet het geval is. Het ontwerpen en bouwen van de eerste commerciële fabriek vergt ook veel innovatieve

kracht. Er zijn vaak machines en processen nodig die voor het eerst het licht zien. Om die reden, pleiten veel innovators ervoor dat deze fasen zoveel mogelijk in de EU zouden moeten plaatsvinden. Anders verdwijnt deze expertise naar andere landen, en dat is jammer. Uit de interviews kan de volgende 'innovatieformule' gedestilleerd worden:

energie-innovatie = nieuwe technologie + nieuw productieproces + marktontginning (distributiekkanalen + verkoopkanalen + klantontwikkeling).

'Als wij niet zélf de eerste fabriek ontwikkelen waar we met twintig à veertig man de productie verzorgen, pakt de buitenlandse koper de technologie en testfaciliteiten op, en bouwt een fabriek in het buitenland. Het is niet slim om in Nederland technologie-ontwikkeling te subsidiëren om die vervolgens aan het buitenland te verkopen. De overheid wil juist dat we de producten ook in Nederland of de EU produceren. Ik zie vaker dat innovators de met behulp van subsidie ontwikkelde technologie, verkopen aan bijvoorbeeld China. Daar moeten Nederlandse fabrikanten vervolgens mee concurreren. Dat is toch niet logisch! Een fabriek pak je niet zomaar op, want er zit veel kennis en kunde in. Door de eerste fabriek zelf te bouwen, voorkom je dus dat de maakindustrie uit Nederland verdwijnt.'

Henk de Beijer, eigenaar van SolabCool BV

'De innovatieketen is in Nederland niet gesloten. De overheid ondersteunt kennisontwikkeling, maar om die kennis te borgen, moet je de technologie op commerciële schaal produceren. Als je de kennis verkoopt en de productie aan een ander overlaat, vervliegt het. Het productieproces en de terugkoppeling van alle fouten en successen levert waardevolle inzichten voor de volgende stappen.'

Jos Lenssen, Chief Operations Officer van Hyet Solar BV



Combineren van bewezen technieken en incrementeel innoveren

Verskillende respondenten hameren er op dat het combineren van bewezen technieken, op een manier die nog nooit eerder is vertoond, ook innovatie is. Juist door het slim en innovatief combineren van bewezen technieken en door incrementele verbeteringen, kan er een enorme sprong gemaakt kan worden, terwijl de slaagkans veel groter is in vergelijking met projecten die rond totaal nieuwe technieken zijn gebouwd. Daar kleven veel meer risico's aan.

'We zijn niet zo high tech maar combineren slim bewezen technieken en maken een oplossing op maat zodat die past bij de situatie. Dat maakt onze technologie zo kansrijk. De afgelopen jaren fluctueerden de energieprijzen. Er was minder belangstelling voor duurzame investeringen door de crisis. Ik heb het gevoel dat het tij nu gaat keren. Veel bedrijven zijn al geïnformeerd, hebben allerlei zaken uitgezocht en hebben heel lang nagedacht. Nu zijn ze toe aan een beslissing. Ook als transportbrandstof komt groen gas sterk in de belangstelling. En de eerste opdracht uit Engeland is binnen, de toekomst is veel belovend!'

Frederik Gast, mede-oprichter en directeur van BioGast Sustainable Energy BV

'We slaagden er in om onze droger voor de grafische industrie op vele punten te optimaliseren. We produceerden een nulserie en installeerden dertig Ecoset drogers bij klanten en verminderde zo hun gasverbruik met driekwart. Dit is nog maar het begin: het is de zuinigste droger ter wereld dus de klanten staan op de stoep. Bovendien maakten we de nieuwe technologie ook geschikt voor bestaande machines, zelfs die van concurrenten. Ons kennisniveau steeg sterk. We hebben gigantisch veel geleerd. Hoe werkt de machine precies? Door elk element écht door en door te begrijpen, kun je het optimaliseren.'

Zo hebben we alle belangrijke onderdelen stuk voor stuk aangepakt. We hebben nu van alle facetten van de machine meer kennis. De werkwijze die we volgen lijkt op de Japanse filosofie 'Kaizen': het continu en blijvend verbeteren van processen en technieken door het 'uithalen en opnieuw in elkaar steken op een betere manier'. Vóór het project, stond het water aan onze lippen. Dat maakte ons wél enorm gedreven om baanbrekende resultaten te halen. Nu zijn we marktleider.'

Michiel Snijder van Wissenkerke, directeur R&D van Goss Contiweb

'Wat is mijn advies aan collega-innovators? Je innoveert het beste in nauwe samenwerking met je klanten. En met kleine stapjes. Bij Stork innoveerden we volgens het FKE-model. Je biedt een bepaalde Functie aan bepaalde Klanten en daarvoor heb je bepaalde Expertise nodig. Je moet maar één van deze drie elementen vernieuwen, dan heb je 80 procent slaagkans. Als je er twee tegelijkertijd aanpakt, keldert de slagingskans naar 50%. En als je voor alle drie elementen meteen in het diepe springt, duikt de kans op succes naar het nulpunt. Daarom zie je zo ontzettend veel eenmalige projecten. Meestal zijn dat innovaties waarbij alles nieuw en anders is. Ik geloof heilig in het incrementeel verbeteren van bestaande technologie in de thuismarkt om er vervolgens internationaal mee door te breken.'

Herman Klein Teeselink, directeur HoSt

Schuberg Philis wist met bewezen technologie en bekende componenten een zeer innovatieve klimaatinstallatie te bouwen. De resultaten zijn ronduit verbluffend. De energie-efficiency van de koelinstallatie, de airco's en het distributiesysteem, is enorm verbeterd. De totale besparing is 86%. 'We kozen bewust niet voor de nieuwste technologie. Gezien onze bedrijfsfilosofie en de klantenbelofte kunnen we ons immers geen kinderziektes veroorloven. We vroegen ons af: kopen we een kant en klaar product, of stellen we zelf een installatie samen die precies



voldoet aan onze wensen? We kozen dus voor het laatste omdat de koelinstallatie een kritische rol speelt in onze dienstverlening.'

Arjan Westerhoff, Datacenter Manager bij Schuberg Philis

Weerstand tegen innovatie en angst voor het onbekende

Dat gevestigde bedrijven in de markt nieuwe technologieën als bedreigend ervaren, is bekend. Veel geïnterviewde innovators komen dan ook weerstand tegen van zittende partijen. Het komt zelfs voor dat zij juridische wegen moeten bewandelen om met de nieuwe technologie de markt te mogen betreden. Bedrijven moeten ook wennen aan nieuwe technologie, zeker als deze geen 'oude technologie' vervangt, maar een innovatieve functie toevoegt die nog niet beschikbaar was, zoals de innovatieve warmtewisselaar Heatmatrix.

Marko Hekkert, head of Innovation Studies and Research Director of the Copernicus Institute, verwoordt het in zijn boek 'De Innovatiemotor' (2010) als volgt: *'Gevestigde bedrijven zijn niet in staat de nieuwe technologie zich snel eigen te maken. Bovendien concurreert het nieuwe product met hun technologie en zet hun marktaandeel onder druk. Gevestigde bedrijven proberen het de nieuwe technologie dan ook vaak moeilijk te maken, bijvoorbeeld door het uitvergrooten van de negatieve kanten van de nieuwe technologie en het beïnvloeden van beleidsmakers om bestaande regels vooral niet ten gunste van de nieuwe technologie aan te passen. Weerstand tegen verandering is op zich logisch als men zich realiseert dat de Oostenrijkse econoom Joseph Schumpeter innovatie vaak gelijkstelde aan creatieve destructie. De innovatie staat voor het creatieve, maar de gevolgen voor bestaande sectoren kunnen heel destructief zijn. Logischerwijs zitten bestaande partijen niet te wachten op een dergelijk verloop van het veranderingsproces en stellen ze alles in het werk om dit gevolg af te wenden.'*

De volgende citaten illustreren hoe geïnterviewden deze weerstand en drempels aan den lijve hebben ervaren:

'De zittende partijen, de zogenaamde 'incumbents', werkten ons tegen. Ze stelden onrechtmatige eisen aan ons. Niet-bestaande gevaren werden breed uitgemeten. We moesten de juridische weg bewandelen om groen gas te mogen invoeden in ons gasnet: de Nederlandse Mededingingsautoriteit moest ingrijpen. Hoe dat komt? Ik denk dat het met hun attitude te maken heeft, een zekere angst voor vernieuwing. Wellicht ook met jaloezie: waarom zijn de zittende partijen niet zélf de initiatiefnemer? We werden gedwongen om te procederen, we moesten ambassadeurs inschakelen om elk excuus weg te nemen. We kregen uiteindelijk voor de volle honderd procent gelijk van de NMA maar je verspilt zo wel veel geld, tijd en energie.'

Frederik Gast, mede-oprichter en directeur van BioGast Sustainable Energy BV

'De business case voor de olie en gaswereld is uitermate gunstig, maar ook hier is het vreselijk moeilijk om financiering te krijgen. Een mogelijke oorzaak is het grote cultuurverschil tussen composiet en staal. Doe je ogen dicht en denk aan een boorlocatie. Wat zie je? Stalen pijpen, mannen in blauwe, met olie besmeurde overalls die grote sleutels vasthouden. Denk nu aan composietbuizen. Wat zie je? Mannen met brillen en witte jassen in een lab. Er is veel onbegrip over composiet. Ik wil daarom een prototype en testmodel kunnen laten zien.'

Willem de Jong, General Manager en eigenaar van Acquit Business Development BV

'Als je een goed product hebt, moet je het natuurlijk nog bekend maken. Je moet eigenlijk naar alle grote fabrikanten toe om te pitchen, je moet op beurzen staan. Het is niet mijn sterkste punt, ik richt mijn aandacht liever op de technologie-ontwikkeling.'



De marktintroductie gaat zeker niet vanzelf, het is heel moeilijk om een fabrikant een innovatie te laten adopteren, zelfs bij een laag risico en een groot voordeel.

Gustave Corten, oprichter en eigenaar van CortEnergy

Belang van niet-technische aspecten voor innovatie

De vorige paragrafen maken al duidelijk dat het bij energie-innovaties niet alleen om de technologie draait. Succesvol innoveren heeft een belangrijke sociale component. Uit de interviews blijkt dat de complexe problemen die de innovators tegenkomen om multidisciplinaire oplossingen vragen. Er moeten dan ook diverse experts betrokken zijn om goede oplossingen te kunnen ontwikkelen: naast ingenieurs en technici ook economen, bedrijfskundigen, marketeers en sociale wetenschappers.

Zoals bekend, spreken experts uit verschillende disciplines verschillende talen. Van oudsher kijken bèta-specialisten met enige scepsis naar hun collega's uit sociale en economische vakgebieden. De 'harde' experimentele en cijfermatige benadering is vaak niet van toepassing op complexe sociale processen. De onzekerheid en ruime betrouwbaarheidsmarges van sociaal onderzoek, staan haaks op de precisie en controleerbaarheid van bètaonderzoek. Niet alleen de begrippen zijn anders, maar ook de cultuur, visie, manier van denken en paradigma's. Communicatie is daardoor moeilijk. En samenwerking al helemaal. Voor het slagen van de multidisciplinaire samenwerking is goede communicatie cruciale smeerolie. Innovators die hier veel aandacht aan-schenken, rapporteren succesvolle kruisbestuiving.

'We werkten met een multidisciplinair team: engineering ontwikkelt de technologie, operations bouwt de machine, de tweedelijns service zorgt voor de noodzakelijke opvolging in veld, inkoop verwerft onderdelen en verkoop weet wat de klant belangrijk vindt. Al deze functies moeten in harmonie opereren. Hoe krijg je dat voor elkaar? Zorg er voor dat je een gemeenschappelijke doelstelling hebt! Onze medewerkers kennen de markt en onze klanten. We zagen allemaal onze concurrentiepositie onder zware druk staan door de bedreiging van concurrenten. We zagen ons marktaandeel teruglopen, het water stond ons aan de lippen. We vroegen aan het team: snappen jullie de uitdaging waar we voor staan? Het antwoord was volmondig: 'ja!'

Michiel Snijder van Wissenkerke, directeur R&D van Goss Contiweb

De Harvard Business School nam het bedrijf Schuberg Philis op in het vak 'Organizational Behavior' omdat het bedrijf een compleet andere aanpak volgt dan gebruikelijk. Elke klant heeft direct contact met een toegewijd team van specialisten. De oprichters creëerden zodoende een cultuur van vertrouwen, waarin klant en medewerkers samen kunnen excelleren. Deze bedrijfscultuur is ook een bepalende factor voor de gevolgde aanpak bij het vervangen van de verouderde klimaatinstallatie van het datacenter: *'We zijn gewend om niet de markt te volgen, maar zélf goed te bedenken wat de beste oplossing voor ons is. Wil onze klant werkelijk wat hij vraagt? Of sluit een andere oplossing beter aan op zijn behoefte? We kijken wel naar buiten, maar vinden altijd onze eigen weg. Ook bij dit project stelden we zeer kritisch de vraag: Welke oplossing past het beste bij onze ambities? Onze manier van werken verrast externe partijen, keer op keer. Je ziet dat gaande weg de teamleden onze bedrijfscultuur omarmen en ook anders gaan samenwerken. Dat is de sleutel tot succes!'*

Arjan Westerhoff, Datacenter Manager bij Schuberg Philis



‘Je moet er voor waken om je op een eilandje terug te trekken. Je komt heel veel problemen tegen. Als je die in je hok oplost en pas weer naar buitenkomt met de oplossing, zul je zien dat andere partijen het niet accepteren. We hebben RVO.nl steeds betrokken bij het proces. Waar lopen we tegenaan? We hebben veel gehad aan de expertise van RVO.nl. We pasten de doelstelling en reikwijdte aan. Provincies en marktpartijen namen we ook mee in het proces. Je verovert een nieuw terrein en samen moet je de stappen begrijpen die nodig zijn. ‘Delen’ is daarbij het sleutelwoord. Ook al ben je bezig met nieuwe technologie, het succes is niet zozeer afhankelijk van de boutjes en moertjes maar net zo goed van goede communicatie. Zorg dat de partijen in het consortium goed op de hoogte zijn, de subsidieverstrekker betrokken is in het proces en dat de markt van de hoed en de rand weet.’

Folkert Linnemans, Business Development Manager van adviesbureau Ekwadraat

Betrek de eindgebruiker in een vroeg stadium

In de paragraaf over de ‘Valley of Death’ kwam het al aan bod: het betrekken van de eindgebruiker in een vroeg stadium. Niet alleen biedt dit perspectief om financiering voor de marktintroductie te krijgen, minstens zo belangrijk is dat hierdoor de energie-innovatie beter afgestemd wordt op behoeften en gebruikerseisen. Input van eindgebruikers verbetert het product, verhoogt de acceptatiegraad en baant de weg voor nieuwe partnerships. De volgende citaten illustreren hoe geïnterviewde innovators de meerwaarde van deze aanpak slim gebruiken:

‘Als je klanten enthousiast zijn, creëer je een sterke voortstuwende kracht. De drukkerijwereld is zeer overzichtelijk. Klanten kennen elkaar. Onze medewerkers hebben continu contact met klanten,

niet alleen sales maar ook de andere functies. We plaatsen prototypes bij onze klanten. Daardoor zijn zij ook toegewijd. In ons bedrijf is klantencontact cruciaal, voor engineers die nieuwe ontwerpen maken, voor service specialisten die upgrades uitvoeren van bestaande machines, alle functies zitten dicht op de klant. We vragen voortdurend aan onze relaties: zou dit idee iets zijn? Voor onze engineers is het begrip van de markt en de klantwensen cruciaal om onze machines te kunnen optimaliseren.’

Roeland van Veen, Product Group Manager Development bij Goss Contiweb

‘De grootste valkuil voor dit soort projecten is dat je geen buy-in hebt van de eindgebruikers. Je krijgt dergelijke marktveroveringen onmogelijk voor elkaar met alleen een technology push. Er is echt market pull vereist van eindgebruikers die het nieuwe materiaal willen benutten. Om hen over de streep te trekken heb je steekhoudende argumenten nodig. Zo toonde Coca-Cola in eerste instantie nauwelijks belangstelling voor onze ideeën. We moesten eerst met een prototype van de PEF-fles over de brug komen, die moesten we zelf maken van onze YXY bouwstenen. Pas toen we het eerste exemplaar ter wereld aan een tienkoppig gezelschap op het hoofdkantoor in Atlanta konden overhandigen, waren ze onder de indruk en was hun interesse gewekt. Coca-Cola heeft de eerste fles uitvoerig bestudeerd en aan een reeks rigoureuze testen onderworpen. Pas daarna kamen ze over de streep. Eerst zien, dan geloven.’

Ed de Jong, Vice President Development bij Avantium

‘In het begin was het voor de bewoners best moeilijk zich een beeld te vormen van hun nieuwe huis en wijk, maar op het moment dat de wijk vorm kreeg en de eerste woningen verschenen, kregen de mensen steeds meer vertrouwen in het nieuwe Velve-Lindenhof. Ze zagen op dat moment hun inbreng daadwerkelijk vorm krijgen.’

Marcel Besten, eigenaar Besten Bouwmanagement



‘Om acceptatie bij klanten te kunnen stimuleren, onderzocht het CLM (Centrum voor Landbouw en Milieu) wat de duurzaamheidsvoordelen zijn. De tuinders moesten hun klanten in het project meenemen. Als je dat niet doet, dan blijft alles bij het oude. De tuinders willen op lange termijn zowel de energiekosten als de afzet stabiliseren. Tuinders kunnen zich met aardwarmte onderscheiden, het biedt dus concurrentievoordeel. Dat gaat niet vanzelf: ‘Be good and tell it.’

We gebruikten de resultaten van het CLM-onderzoek voor de vermarkting van het product. We hebben klanten uitgenodigd voor een speciale bijeenkomst en presenteerden de resultaten. Met succes, restaurantketen La Place koos bijvoorbeeld daardoor voor komkommers die met aardwarmte zijn geproduceerd. Een belangrijke afnemer!’

Radboud Vorage, directeur bij Aardwarmtecluster 1 KKP BV

‘Wat het onderzoeksprogramma uniek maakt, is dat het vraaggestuurd is. Bedrijven geven aan welke richting ze uit willen. Niet alleen in de voorbereidingsfase, maar op dagelijkse basis. Daardoor krijg je resultaten die praktisch toepasbaar zijn. De bedrijven die participeren staan niet aan de zijlijn, maar leveren werk en data. Er is écht sprake van samenwerking. Een goed voorbeeld is dat we een dringende onderzoeksvraag moesten beantwoorden en meteen met een team naar de powerplant van Electrabel in Nijmegen gingen. We verrichtten daar metingen samen met E.ON, met het huislab van Electrabel (Laborelec) en met twee afdelingen van TNO. Waarom deden we dat? Omdat we allemaal een stukje van de puzzel hadden en het plaatje alleen met teamwork compleet konden krijgen. Deze manier van werken vraagt wel meer coördinatie en overleg. Je bent van elkaar afhankelijk, je weet wat de andere teamleden kunnen. Het is zo een heel hecht netwerk geworden.’

Earl Goetheer, Principal Scientist Gas Treatment bij TNO

Terugblik op conclusies 2013

In 2013 zijn drieëntwintig energie-innovatieprojecten bestudeerd (zie Innovators aan het woord 2013). De resultaten van het onderzoek in 2014 bevestigen de onderstaande conclusies uit 2013:

Goed idee en een heldere, behapbare eindbestemming

Er ligt altijd een sterk idee ten grondslag aan succesvolle innovaties, maar een goed idee leidt niet automatisch tot een succesvolle marktintroductie. Het einddoel van het project moet helder zijn. Als de eindbestemming leidend is voor beslissingen die het onderzoeksteam gedurende de rit neemt, is de kans op succes veel groter. Focus op basis van strategie en het project behapbaar houden zijn cruciaal. Een te hoge ambitie en het bewandelen van zijpaden staan succes soms in de weg.

Overtuiging en doorzettingsvermogen

Innovatieve ideeën ontmoeten ongeloof. Marktpartijen zijn vaak sceptisch. Ze zijn niet zomaar overtuigd van de beloften van een innovatie. De meeste markten zijn behoudend en mijden risico's. Er is daarom veel overtuigingskracht en doorzettingsvermogen nodig. Een demonstratieproject werkt soms goed om weerstand weg te nemen. Maar vaak is zelfs een demofabriek op commerciële schaal nodig om financiers en klanten over de streep te trekken.

Goed team en vertrouwen in partners

De kunst is om een team samen te stellen met de beste specialisten en er vervolgens voor zorgen dat ze hetzelfde doel nastreven. Ze moeten begrijpen dat ze een gezamenlijk belang hebben dat intensieve samenwerking vereist. Het team moet op één lijn staan, dezelfde visie delen. Het is minstens



zo belangrijk om met goede partners en leveranciers te werken die je kunt vertrouwen. Omdat dit type projecten veel inspanning vergt, is het van belang dat partners en teamleden sterk gemotiveerd zijn, sterker dan bij 'normale' projecten.

Veerkracht om tegenslag te overwinnen

Innovatief onderzoek vereist een flexibel plan en een flexibele begroting. Doordat onderzoekers nieuwe methoden testen, is het logisch dat er onverwachte resultaten zijn die om een andere aanpak vragen. Problemen zijn eerder regel dan uitzondering en kunnen zich op alle fronten voordoen: technisch, organisatorisch, juridisch, sociaal, financieel, bedrijfseconomisch, commercieel. Het is dus belangrijk om rekening te houden met tegenslag. En om gedurende de rit een open vizier te hebben voor creatieve oplossingen.

De praktijk is de beste leermeester

Om een innovatie met succes naar de markt brengen, is medewerking van fabrikanten onontbeerlijk. Het is belangrijk om naar de markt te luisteren nog vóór dat het projectplan wordt opgetuigd. Betrokkenheid van marktpartijen verhoogt de levensvatbaarheid van energie-innovaties sterk.

Overzicht projecten Energiebesparing industrie

Energiebesparing in de industrie



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Demonstratie van het tetratubes-concept: meer energie, minder emissievorming.	AVR-Afvalverwerking	mrt-05	jul-06	DEMO01007
Kraan met vliegwiel	Maja Stuwadoors Groep	feb-06	feb-10	DEMO02008
Happy Shrimp Farm	Happy Shrimp Farm B	jan-06	jan-09	DEMO02019
Energie-efficiënt ventilatieconcept voor varkensstallen	Maatschap Elshof - Huibert	dec-05	mei-07	DEMO04009
Pilotprojecten met het Octalix-systeem	Triodos bank	sep-06	mrt-10	DEMO06006
Flexioil Aero-Whizz® Fan - Whizz-Wheel®	Bronswerk® Heat Transfer	dec-06	jul-10	DEMO07001
Energiezuinige terugwinning van soda en zuiver water uit zouthoudend afvalwater met eutectische vrieskristallisatie (EFC).	AVR-Afvalverwerking	apr-07	sep-09	DEMO07008
RADIAX® Multi-Stage GasCompressors	Bronswerk® Heat Transfer	feb-07	jul-10	DEMO07009
IRTEX (Infra Rood Textiel)	Faber Vlagproductie	sep-07	aug-10	DEMO07013
Native Potato Protein	Solanic	feb-07	apr-09	DEMO07018
Micro Wave Bakery Process	Capway Systems	jun-07	jun-09	DEMO08027
Demonstratie van een nieuwe, energiezuinige conserveringstechniek voor halffabricaten van levensmiddelen	Koninklijke Coöperatie Cosun U.A.	nov-07	aug-09	DEMO09001
Energiezuinig pasteuriseren	Van den Burg Ei-producten	jan-08	dec-09	DEMO09042
Demonstratie doenzvriezer Vriescentrale	Vriescentrale Group	jul-09	okt-10	DEMO10001
Ephicas SideWing	Ephicas	jul-09	mei-11	DEMO10003
HT pervaporatie met een nieuw anorganisch microporeus membraan	Energieonderzoek Centrum Nederland	jul-05	sep-07	EOSLT01023
HiDryPEM; Hoge temperatuur Membraan voor de PEMFC	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-05	dec-07	EOSLT01024
Levensduurbepalende factoren voor een PEMFC	Energieonderzoek Centrum Nederland	jul-05	okt-07	EOSLT01029
Milde sterilisatie met elektronische pulsen	WUR Food & Biobased Research	jul-05	okt-11	EOSLT01044
Energie efficiëntie ammoniakproductie met behulp van keramische membranen	Energieonderzoek Centrum Nederland	okt-05	dec-08	EOSLT02014
Self-Assembled Nano gestructureerde elektrode voor de PEM Brandstofcel (SANE-PEMFC)	Energieonderzoek Centrum Nederland	nov-05	sep-10	EOSLT02025
OPTISORP	Energieonderzoek Centrum Nederland	jan-06	mrt-09	EOSLT02027
PEMFC-Efficiency	NedStack fuel cell technology BV	jan-06	mrt-09	EOSLT03006
Consortium EOS-Speerpunt 'Reforming koolwaterstoffen naar waterstof'	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-06	dec-07	EOSLT04004



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
EOS Consortium PEMFC, 2006	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-06	nov-07	EOSLT04005
Consortium Anorganische Membraantechnologie	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-06	dec-07	EOSLT04008
Thermo-akoestische systemen voor het opwaarderen van industriële restwarmte (TASOR)	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-06	dec-08	EOSLT04022
Pulsed compression technology: a breakthrough in high temperature processes	Universiteit Twente	jun-06	mei-10	EOSLT04025
Microwave-Enhanced Multifunctional Reactors	Technische Universiteit Delft	dec-06	mei-11	EOSLT04033
Membraanreactor voor energie-efficiënte industriële waterstof productie en dehydrogeneringen	Energieonderzoek Centrum Nederland	jan-07	dec-09	EOSLT05010
Consortium programma EOS Speerpunt Reforming van koolwaterstoffen naar waterstof	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-07	apr-08	EOSLT06004
EOS Consortium PEMFC, 2007	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-07	mrt-08	EOSLT06005
Consortium anorganische membraantechnologie	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-07	mrt-08	EOSLT06008
Development of Heat Integrated Distillation Column (HIDiC)	Energieonderzoek Centrum Nederland	jul-07	dec-10	EOSLT06019
Autotherme membraanreactor voor de productie van zuiver waterstof met CO ₂ -afvang	Universiteit Twente	nov-07	okt-11	EOSLT06032
EOS consortium PEMFC, 2008	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-08	mrt-09	EOSLT07005
Consortium Anorganische Membraantechnologie	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-08	sep-09	EOSLT07008
Restwarmte Opwaarderen met Sorptie en Akoestische technologie (ROSA)	Energieonderzoek Centrum Nederland	sep-08	nov-11	EOSLT07022
FERROSI	Energieonderzoek Centrum Nederland	jun-08	dec-10	EOSLT07036
EOS Consortium PEMFC, 2009	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-09	mrt-10	EOSLT08005
Consortium Anorganische Membraantechnologie	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-09	mrt-10	EOSLT08008
ECN Consortium PEMFC 2010	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-10	sep-11	EOSLT09005
Consortium Anorganische Membraantechnologie	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-10	mrt-13	EOSLT09006
HOT PAPER	Bumaga	jul-08	apr-09	KTOH01004
Haalbaarheidsstudie naar selectieve keramische emitters voor TPV'n	Ecoceramics	sep-08	okt-09	KTOH01005
Haalbaarheidsonderzoek naar een nieuw energiezuinig klimaatconcept op basis van een warmtepomp	Installatie Kunststof Techniek Boxmeer	aug-08	aug-09	KTOH01007
Haalbaarheid van de toepassing van DNPC op industriële processen	DOTX Control Solutions	jan-09	dec-09	KTOH01009



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Haalbaarheidsstudie Chemical Transistor - Doorbraak in Energiebesparing en Kostenbesparing bij Fischer-Tropische brandstofproductie	InSolutions	nov-08	jun-09	KTOH01013
Kunstmest uit digestaat	Colsen Adviesburo voor Milieutechniek	nov-08	okt-09	KTOH01015
Haalbaarheidsonderzoek HEZEPP op basis van HELP-SOFC	Hezepp Company	nov-08	okt-09	KTOH01027
Haalbaarheid van de MDR technologie voor afvalwaterstromen	Eqnomics	dec-08	sep-09	KTOH01035
Haalbaarheidsonderzoek naar de mogelijkheden een alternatief energiebesparend productieproces te ontwikkelen	Steenfabriek De Waalwaard	apr-09	okt-09	KTOH02004
Onderzoek naar de haalbaarheid van een nieuw efficiënt energieopwekkingconcept met behulp van een verbrandingsmotor	Tegema Eindhoven	feb-09	mei-10	KTOH02012
Orson Green Label	Orson Beheer	mrt-09	okt-09	KTOH02013
Haalbaarheidsonderzoek naar in-line ndo technieken voor de baksteenindustrie	Sijbers	jun-09	jul-10	KTOH02019
Energiezuinig concentreren en drogen	Goudsche Machinefabriek	okt-09	jun-10	KTOH02028
Waste Heat Regeneration Hybrid-Electric Turbo Compound	DTI Automotive Mechatronics	sep-09	dec-10	KTOH02030
De mogelijkheden voor elektriciteit uit geothermie in Nederland	IF Technology	jun-09	dec-09	KTOH02032
Whizz®-Wheel Marktverbreding	Bronswerk® Heat Transfer	jul-09	dec-10	KTOH02038
Onderzoek naar gebruik CSH deeltjes voor energiereductie kalkzandsteenproces	BMS Professional Text Design	okt-10	sep-11	KTOH03007
Energiebesparing in keramische processen door reductie van de baktemperatuur.	IBR Consult	sep-06	jun-07	NEOH01001
Haalbaarheidsonderzoek naar de mogelijkheden om fosfaatkorrels met behulp van bacteriën te produceren	Thermphos International BV	nov-06	jul-07	NEOH01004
Restwarmte Converter	Innecs	okt-06	apr-08	NEOH01005
CoolBoost	Hoffmann RD	jun-07	dec-08	NEOH02002
Novel heat-to-electricity converter	Energy Conversion Technologies	okt-07	sep-08	NEOH02004
Magnetisch elektrolyt	Winnox Combustion Systems	jan-08	jul-08	NEOH02015
Haalbaarheid compacte ontzilting met Miniflash	Ecofys Netherlands	nov-08	nov-09	NEOH03019
Haalbaarheidsstudie van een micro-stoom cyclus gekoppeld aan laagwaardige (rest)warmte	Heat Power	apr-09	mrt-10	NEOH04006



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Geoboiler: energiewinning uit geothermie met berging van regen- en oppervlaktewater in lege gasvelden	Holland Innovation Team	jan-10	dec-10	NEOH04022
Nieuwe hoge temperatuur brandstofcel membranen	MxPolymers	sep-06	nov-07	NEOT01001
Energiebesparing in het baksteenproces door reductie van het vormgevingswatergehalte	IBR Consult	nov-06	dec-08	NEOT01004
CADEX: Coupled adsorption-dryer exchange	Wageningen Universiteit	mrt-07	feb-09	NEOT01005
Energiezuinige Productie van Plantaardige Ingrediënten middels Elektrostatisch Scheiden	Food & Biobased Research	apr-07	okt-08	NEOT01009
Ontwikkeling van een alternatief (energiebesparend) proces voor de productie van kalkzandsteen	Holding De Hazelaar	feb-07	jul-08	NEOT01012
Schone hoge druk methaan voor decentrale energievoorziening	Wageningen Universiteit VVP	mrt-08	dec-08	NEOT03005
Cost effective, highly conductive proton exchange membrane prepared via a one step method	KEMA Nederland	jul-08	mrt-11	NEOT04013
PFAMEN (Porous Fuel Air Mixing Enhancing Nozzle)	Progression-Industry	sep-09	jun-11	NEOT06013
Nieuwe materialen in destillatie	Technische Universiteit Delft	jan-10	dec-10	NEOT07003
Reformate Enhanced Solid Oxide Electrolyzer	Hygear	aug-09	dec-10	NEOT07006
Hoogrendement Kunststof Modulaire Matrix Warmtewisselaar	HeatMatrix Group BV	okt-09	jul-11	SBIR 9308
Duurzaam warmte-koudenet (WOK) bedrijventerrein Schuttersveld	Gemeente Ede	dec-08	dec-10	UKP01013
Duurzaam energiebeheer bij inrichting nieuwe drukkerij Henk's Offset, Belfeld	Kurstjens Vastgoed	dec-08	nov-11	UKP01014
Stoomleiding Twence AkzoNobel Hengelo	AKZO Nobel Industrial Chemicals BV	jan-10	jun-11	UKP02001
ECO 2	Grondbezit AVI Moerdijk	jan-07	okt-08	UKR04006



Projecten Energiebesparing industrie afgerond 2012-2013:

Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Dieselelektrische voortstuwing in de binnenvaart	C.W. Ooms	2008	2012	DEMO09019
Optimalisatie energiehuishouding datacenter Schuberg Philis	Schuberg Philis	2009	2013	DEMO10004
Led Onderweg	Provincie Gelderland	2010	2012	DEMO10044
Brandstofcel op AWZI-vergistingsgas	Hoogheemraadschap van Delfland	2009	2012	DEMO10046
Smart Energy Glass vanuit gebruikersperspectief	Peer+ BV	2010	2012	DEMO11038
Hybride Adsorptie compressie voor Industriële Toepassingen (HYACINT)	Energieonderzoek Centrum Nederland	2009	2012	EOSLT08026
Haalbaarheid Stoompijp Botlek Zuid	Stedin BV	2010	2012	IWBH10018
Levering hernieuwbare restwarmte van Empyro aan AkzoNobel	Empyro BV	2010	2012	IWBT01001
Purified Terephthalic acid prod. in a microreactor	Process Design Center BV	2009	2012	KTOT01036
Ecoset Droger	Goss Contiweb BV	2008	2012	KTOT01042
The sustainable Glass Chain	Maltha Groep BV	2010	2012	KTOT03004
Procesintensificatie van het Epichloorhydrine (ECH) productieproces	Resolution Research Nederland BV	2010	2012	KTOT03006

Doelstelling

Het ontwikkelen van een nieuwe droger voor de drukindustrie die veel minder gas en elektriciteit verbruikt.

Michiel Snijder van Wissenkerke, directeur R&D

bij Goss Contiweb, aan het woord:

'De drukindustrie zit in zwaar weer. Wereldwijd schrappen uitgevers bladen. Consumenten en bedrijven stappen over op digitale media. Dat raakt ons direct. Om ons hoofd boven water te houden, moesten we een machine ontwikkelen die de concurrentiepositie van onze klanten flink verbetert. De kosten van drukwerk zijn daarvoor bepalend. En het gasverbruik voor het drogen beïnvloedt sterk de drukkosten. Onze ambitie was om een droger te bouwen die nauwelijks nog energie nodig heeft. Daar zijn we in geslaagd! Het is de zuinigste droger ter wereld.'

Technologie

In grote offsetdrukkerijen gaat relatief veel energie verloren bij het drogen van het drukwerk. Bij moderne machines verbrandt een naverbrander de oplosmiddelen uit de inkt, die als damp vrijkomen. Alleen zuigt de naverbrander ook veel lucht mee. En de luchthuishouding in de droger is verre van optimaal. Zo waren er nog een aantal factoren die voor verbetering vatbaar waren. De innovators hebben hier hun tanden in gezet.

Roeland van Veen, Product Group Manager Development bij Goss Contiweb, aan het woord:

'De luchthuishouding in de droger is essentieel voor de prestaties. Interne temperatuurprofielen in de droger waren niet gelijkmatig. Vergelijk het met een badkamer die je wilt verwarmen. Maar je wilt niet dat de spiegel beslaat. Dus ga je ventileren. Dat kost weer





energie. We maakten de productieruimte zo klein mogelijk, verwarmen lokaal met veel meer precisie en zuigen precies alleen daar lucht af, waar het nodig is.'

De innovators pasten de brander en branderregelingen aan. Via een onderdrukregeling heeft het droogproces minder luchtafzuiging nodig. Het bedrijf ontwikkelde een andere configuratie van de blaasmonden. Hierdoor blazen deze monden de lucht op een betere manier op het papier.

Het projectteam ontwierp ook een slimme nieuwe manier om het gebruik van siliconenolie te beperken. Met de nieuwe techniek fabriceren drukkers zelf het oliemengsel bij de druklijn met precies de juiste bestanddelen. De olie presteert hierdoor beter.

Toegevoegde waarde

Het verminderen van het gas- en elektriciteitsverbruik levert milieuwinst. Het gaat om een forse reductie van het gasverbruik, factor 3 in vergelijking met een conventionele droger met geïntegreerde naverbranding. Dat betekent een vermindering van 3.600 ton CO₂-uitstoot per machine. Voor de meeste drogers in Nederland valt die besparing nog hoger uit omdat de geïntegreerde naverbranding ontbreekt.

De verwachte vermindering van het elektriciteitsverbruik is 566 MWh per jaar per machine, dat is 3.000 ton CO₂ per jaar. Door de technologische aanpassingen vermindert de totale uitstoot van de machine gemiddeld met 50%. Dat geldt ook voor de uitstoot van NO_x en onverbrande koolwaterstoffen (C_{tot}).

Last but not least, verbetert de Ecoset droger de concurrentiepositie van klanten van Goss Contiweb. Drukkers besparen jaarlijks veertig- à honderdduizend euro per druklijn. Dat betekent dat Goss Contiweb haar positie op de markt enorm kan versterken.

Resultaten

Het projectteam slaagde er in om de droger op vele punten te optimaliseren. Ze produceerden een nulserie en installeerden dertig Ecoset drogers bij klanten. Deze eerste installaties in Europa verminderden het gasverbruik met 70 procent en bespaarden zo een uitstoot van 108.000 ton CO₂.

Michiel Snijder van Wissenkerke: *'Voor ons bedrijf betekent het project een enorme verbetering van onze concurrentiepositie. Vóór het project, stonden we door marktontwikkelingen in een lastig pakket met onze rug tegen de muur. Daarom waren we wél enorm gedreven om baanbrekende resultaten te halen.'*

Het kennisniveau van het bedrijf is door het project sterk verbeterd. **Roeland van Veen:** *'We hebben gigantisch veel geleerd. We verankerden de nieuwe kennis in ons bedrijf. We werken nu zelf met een CFD-pakket (Computational Fluid Dynamics). We verwierven veel nieuwe inzichten van de verbrandingskamer. Hoe werkt de kamer precies? Door de verbrandingskamer echt door en door te begrijpen, kun je de kamer optimaliseren. Zo hebben we alle belangrijke onderdelen stuk voor stuk aangepakt. We verbeterden ons software platform en tilden de regelkringen naar een hoger niveau. We hebben nu van alle facetten van de machine meer kennis.'*



Vervolgactiviteiten

Kaizen: Continuous and never ending improvement

Goss Contiweb verbeterde door het project haar eigen ontwikkelingsmethodiek om machines continu te optimaliseren. Er is bijvoorbeeld een methode ontwikkeld om de kostprijs van de machine tijdens een project te bewaken en te beïnvloeden. Ook leidde het project tot een nieuwe methode om structurele technische knelpunten op te lossen. De werkwijze die het bedrijf volgt lijkt op de Japanse filosofie 'Kaizen': het continu en blijvend verbeteren van processen en technieken door het 'uithalen en opnieuw in elkaar steken op een betere manier'. Het bedrijf onderzocht ook hoe zij de nieuwe kennis kan toepassen op oudere machines. Dat blijkt goed mogelijk te zijn.

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Van bedreigde positie naar marktleider

Het effect voor de markt is groot. Ecoset is nu de zuinigste droger ter wereld. Door de nieuwe technologie is de leverancier marktleider gebleven. Hierdoor is er ook weer structureel voldoende budget voor R&D beschikbaar. Innovatie en productverbetering blijven zodoende belangrijke peilers voor de toekomst van Goss Contiweb.

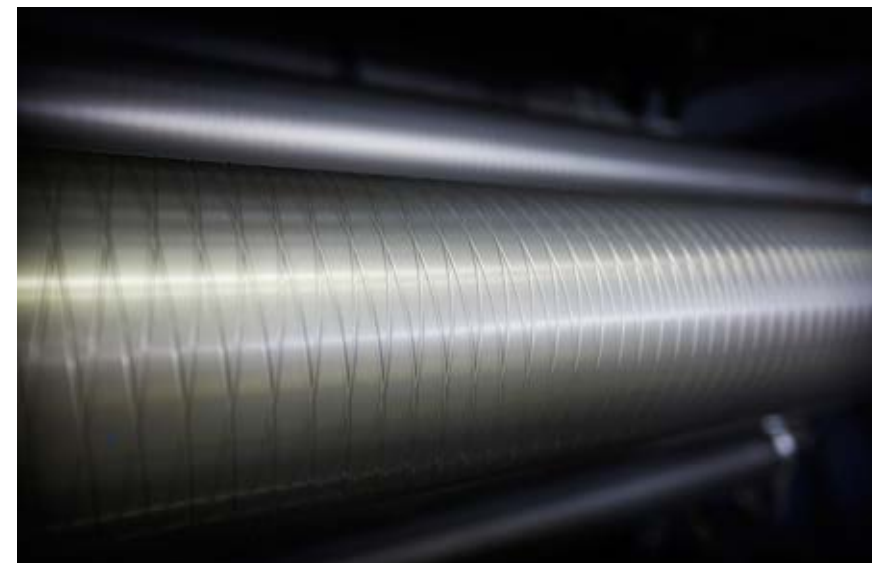
Uitbreiding en verbetering service

Als spin-off van het project is een nieuwe dienst gelanceerd. Het is mogelijk om het gasverbruik van de machines bij de klant continu op afstand te bewaken. Indien het gasverbruik een grenswaarde overschrijdt, ontvangt de klant onmiddellijk een email met tevens een diagnose van mogelijke oorzaken.

Dezelfde methode benut het bedrijf voor andere verbruikscomponenten als siliconenolie en elektriciteit. Het bedrijf doopte de nieuwe dienst PARS (ProActive Remote Service). Door continue monitoring, interventies en terugkoppeling leren de engineers de machines nóg beter tot in detail kennen.

Nieuwe dienst: verbeteren conventionele machines

Een andere spin-off is een nieuwe dienst met de naam Gas Reduction Enhancement. Het bedrijf voegt nieuwe Ecoset-technologie toe aan bestaande machines. Het gaat om onder meer om optimalisatie van regelstabiliteit, branderkamer en vlamstabiliteit. Klanten omarmen de upgrade. Er is een gigantisch potentieel om het bestaande machinepark een stap omhoog te tillen. Zelfs drogers van concurrenten maken met de nieuwe technologie een verbetersprong.





Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Complete upgrade technologie vraagt ontzettend veel capaciteit

Michiel Snijder van Wissenkerke: 'De grootste uitdaging was de hoeveelheid uren die nodig zijn om deze innovaties te volbrengen. Ons team werkte aan zeer veel verschillende technische uitdagingen tegelijkertijd. Je blijft modelleren en testen. Soms blijkt een bepaalde oplossing niet te werken en moet je opnieuw beginnen. Het helpt om dan vers bloed erbij te halen, om iemand er naar te laten kijken met een hele andere bril. Voor deze vernieuwingslag moet je écht out of the box kunnen denken, je moet de gebaande paden verlaten.'

Uitrol temporiseren

Wat zijn valkuilen die vermeden moeten worden?

Roeland van Veen: 'Pas goed op met de snelheid van de markt-introductie. Je ontwikkelt een aantrekkelijk product dat veel beter presteert. Bedrijven die er over horen, willen meteen ook een nieuwe machine. Dat is mooi, maar het ontwerp is nog niet uitgekristalliseerd. Het prototype draait goed, maar dat is geen garantie dat een nieuwe machine bij de klant storingsvrij is. Er is namelijk een enorme variëteit in gebruik, met functionele testen kun je dat niet nabootsen. Aan de ene kant moesten we heel snel schakelen, want we voelden de hete adem van de concurrentie in onze nek. Tegelijkertijd moesten we de onvermijdelijke storingen snel op kunnen lossen. De oplossing voor dit dilemma? We bepaalden samen met onze verkoopafdeling heel gericht welke klanten de eerste machines mochten testen. Geen klanten in de USA bijvoorbeeld, dat is te ver weg om snel storingen te verhelpen. We verbeterden elke volgende machine die we leverden. Nu kan iedereen de innovatie bestellen. Het loopt storm!'

Versterking en vernieuwing samenwerking

Niet alleen Goss Contiweb leerde van het project, ook de projectpartners zagen hun 'intellectual property' groeien. Dit versterkt de samenwerkingsrelatie. Nieuwe partner Hogeschool Fontys voerde met succes een afstudeeropdracht uit over de levensduur van de branderkamer.

Belang en rol van niet-technische aspecten

Bedrijfsbreed draagvlak

Het maken van een grote innovatiesprong, vergt een enorme inspanning. Dat lukt alleen als het hele bedrijf is betrokken: alle geledingen, alle functies moeten de schouders er onder zetten. **Michiel Snijder van Wissenkerke:** 'We werkten met een multidisciplinair team: engineering ontwikkelt de technologie, operations bouwt de machine, de tweedelijns service zorgt voor de noodzakelijke opvolging in veld, inkoop verwerft onderdelen en verkoop weet wat de klant belangrijk vindt. Al deze functies moeten in harmonie opereren. Hoe krijg je dat voor elkaar? Zorg er voor dat je een gemeenschappelijke doelstelling hebt! Onze medewerkers kennen de markt en onze klanten. We zagen allemaal dat onze positie onder zware druk stond door de bedreiging van concurrenten. We zagen ons marktaandeel teruglopen, het water stond ons aan de lippen. We vroegen aan het team: snappen jullie de uitdaging waar we voor staan? Het antwoord was volmondig: 'ja!'

Klantervaring en -enthousiasme stuwende kracht voor re- engineering

Roeland van Veen: 'Als je klanten enthousiast zijn, creëer je een sterke voortstuwende kracht. De drukkerijwereld is zeer overzichtelijk. Klanten kennen elkaar. Onze medewerkers hebben continu contact met klanten, niet alleen sales maar ook de andere functies. We plaatsen prototypes bij onze klanten. Daardoor zijn zij ook toegewijd. In ons bedrijf is klantencontact cruciaal, voor engineers



die nieuwe ontwerpen maken, voor service specialisten die upgrades uitvoeren van bestaande machines, alle functies zitten dicht op de klant. We vragen voortdurend aan onze relaties: zou dit idee iets zijn? Voor onze engineers is het begrip van de markt en de klantwensen cruciaal om onze machines te kunnen optimaliseren.'

Advies voor collega-innovators

Doorzettingsvermogen en durf

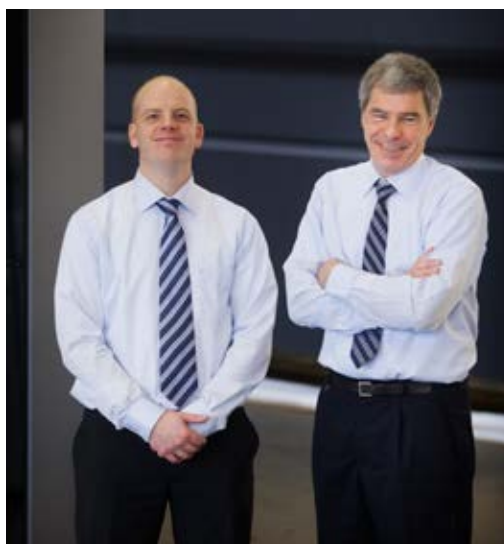
Michiel Snijder van Wissenkerke: 'Het project borduurde voort op ervaring die we al hebben. Onze concurrenten kunnen niet zomaar tien engineers in huis halen en dezelfde resultaten behalen. Je moet durf tonen. Elk idee heeft mitsen en maren, er zijn altijd beren op de weg. Je moet je bewust zijn van de schade die je kunt berokkenen, niet alle projecten zijn succesvol. Support van de hele organisatie is cruciaal want juist als het tegenzit, moet je doorzetten.'

Frontrunners en slipstream

Roeland van Veen: 'Zorg voor een goede samenstelling van het team. Sommige specialisten munten uit in het creëren van kansen, dat zijn de spitsen van het elftal, de frontrunners. Maar je hebt ook mensen nodig die heel goed zijn in het verzilveren van de kansen, mensen die in de slipstream de klus afmaken.'

Uitgelicht

- Goss Contiweb ontwikkelde in het project de zuinigste droger ter wereld en werd daardoor onbetwist marktleider.
- De nieuwe technologie is ook geschikt gemaakt voor bestaande machines, zelfs die van concurrenten.
- Een machine van 58 ton wordt verwarmd met een vlam van 3 m³/hr



Kerngegevens

Projectnummer:	KTOT01042
Projecttitel:	Ecoset Droger
Penvoerder:	Goss Contiweb BV
Partners:	Verhoeven Oss BV, Eclipse Combustion BV, TNO, Tegema Group BV, Ajilon BV, Akos Engineering Brabant BV
Geïnterviewden:	Michiel Snijder van Wissenkerke (directeur R&D bij Goss Contiweb) Roeland van Veen (Product Groep Manager Drogers bij Goss Contiweb)
Telefoon:	0485 597 153
E-mail:	Michiel.SnijderWissenkerke@gossinternational.com
Website:	www.gossinternational.com
Looptijd:	oktober 2008 – februari 2013



HeatMatrix, Hoogrendement Kunststof Modulaire Matrix Warmtewisselaar

Doelstelling

Het testen van een pilotschaal HeatMatrix rookgascondensor op de productielocatie van launching customer E.ON Benelux NV.

Robert Sakko, Director Technology van Heatmatrix, aan het woord:

'Rookgas is de vergeten restwarmte stroom. We blazen een gigantische hoeveelheid energie door schoorstenen de lucht in. Dat is doodzonde! In 2007 hebben we het eerste octrooi voor onze innovatie ingediend. In dit project toonden we met launching customer E.ON aan dat het werkt in de praktijk en dat het commercieel interessant is.'

Technologie

In rookgassen zit vaak zwavel. Dat verhindert warmteterugwinning omdat bij koelen van de rookgassen geconcentreerd zwavelzuur ontstaat. Daardoor roesten installaties. Reden voor de meeste bedrijven om waardevolle restwarmte van meer dan honderd graden Celsius de lucht in te laten verdwijnen. Dag in, dag uit. De heatmatrix is een kosteneffectieve hoogrendement warmtewisselaar die een oplossing biedt voor deze corrosieve, vervuilende en grote rookgasstromen in de industrie.

Het hart van de HeatMatrix warmtewisselaars is een matrix van kunststof buisjes. De buisjes zijn zo in elkaar geklikt dat ze elkaar over de hele lengte ondersteunen. Door die stevige structuur kunnen buisjes met een dunne wanddikte worden gebruikt. Hierdoor zijn de warmtewisselaars licht en compact. Het netwerk van buisjes -de matrix - kan zo groot of zo klein

worden gemaakt als nodig. Het materiaal is bestand tegen agressieve rookgassen. Daardoor kan de warmtewisselaar overal worden ingezet waar bedrijven industriële restwarmte de lucht in blazen. De innovators hebben de HeatMatrix technologie beschermd door vier octrooifamilies.

Toegevoegde waarde

Omdat HeatMatrix de wisselaars modulair opbouwt, kan het bedrijf ze in elke gewenste grootte leveren.

De warmtewisselaars zijn corrosieresistent en lichtgewicht. De kunststof is tien keer zo licht als metaal. Hierdoor zijn geen zware constructies nodig, dat scheelt in kosten en projectduur. De technologie is compact. Het specifieke oppervlak per volume van de HeatMatrix warmtewisselaar is $215 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Standaard metalen wisselaars halen slechts $100 \text{ m}^2/\text{m}^3$ en andere kunststof wisselaars nog minder. Hierdoor kunnen ook fabrieken met beperkte inbouwruimte toch een warmtewisselaar nemen.

Robert Sakko: *'Energie niet gebruiken, dat is het meest duurzaam. Het benutten van duurzame energiebronnen is volgens de IEA onvoldoende om onze ambities te realiseren. Besparing is dus cruciaal. Onze technologie is daar een uitstekend voorbeeld van. Overal waar je schoorstenen ziet, verdwijnt warmte onnodig in de atmosfeer. De HeatMatrix is drie keer efficiënter dan bestaande warmtewisselaars. We breken zodoende door een muur en ontsluiten een enorm toepassingsgebied. Het is een kwestie van tijd voor het gemeengoed wordt, daar ben ik van overtuigd.'*



Resultaten

Gezien de complexiteit, pakten de innovators het project gefaseerd aan. Voor de scouting fase bouwden en testten zij een aantal wisselaars met een diameter van circa 100 mm. Warmteuitwisseling tussen vloeistof-vloeistof en gas-vloeistof systemen zijn getest in een temperatuurbereik van 15 tot 110 graden Celcius.

De wisselaar voor de pilot fase is ontworpen conform de Europese Drukrichtlijn (PED97/23/EG). Na materiaalselectie is met een profielextrusiebedrijf tijdens een intensief traject de productie van de buisjes opgezet. In de bundel voor EON Benelux NV is maar liefst 3000 meter profiel verwerkt.

HeatMatrix construeerde de mantel en de pijpplaten van de wisselaar uit glasvezel versterkte kunststof. De wisselaar heeft een ontwerpdruk waterzijdig van 4 bar. Met een hydrostatische beproeving is de druk op 110 procent van de ontwerpdruk getest. De innovators concludeerden dat het project technologisch geslaagd is. Er is met de HeatMatrix technologie succesvol een innovatieve industriële warmtewisselaar ontworpen, ontwikkeld, gebouwd en getest.

Vervolgactiviteiten

Het bedrijf Heatmatrix bekijkt de mogelijkheden om de technologie op te schalen. Voor brede introductie is marktacceptatie van kunststof als constructiemateriaal cruciaal. De beste manier om koudwatervrees bij klanten te overwinnen, is er voor zorgen dat de technologie zich bewijst. De EON pilot is daarbij een belangrijke case.

Het bedrijf definieerde een portfolio van producten en plaatste met succes een Heatmatrix luchtvoorverwarming (LUVO) bij een aantal bedrijven. Dit product brengt warm rookgas in contact met koude verbrandingslucht. Met de HeatMatrix LUVO kan 2,5 tot 4 procent van de brandstofkosten bespaard worden en is daardoor al snel een aantrekkelijke investering. Bedrijven kunnen deze wisselaar op elke stoom-, biogas-, biomassa- of warmwaterketel installeren.

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Verreweg de grootste hoeveelheid restwarmte is te vinden in de industrie. Deze restwarmte is bovendien het eenvoudigst terug te winnen en te hergebruiken. De warmtewisselaars van HeatMatrix kunnen in elke rookgastoepassing worden ingezet.





Robert Sakko: 'We timmeren hard aan de weg. Voor het veroveren van de markt is tijd nodig. Succesvolle innovatie vergt 1 procent inspiratie en 99 procent transpiratie. We krijgen ontzettend veel enthousiaste reacties maar bedrijven stellen de aankoopbeslissing uit. Onze grootste concurrent is 'niets doen'. Als je nu niets doet, draait de wereld gewoon door en ben je vandaag goedkoper uit. Je bespaart voor de toekomst. Toch is de business case van ons erg aantrekkelijk omdat onze klanten hun kostenstructuur blijvend verbeteren. Dat betekent op termijn een betere concurrentiepositie. Bedrijven in Amerika plukken de vruchten van goedkoop schaliegas. Hun concurrenten in Europa en Azië moeten hier een antwoord op geven, daar kunnen wij bij helpen. Onze strategie is om zoveel mogelijk units aan de man te brengen op verschillende continenten in verschillende marktsegmenten. Zien is geloven. Één zwaluw geeft nog geen zomer, dus met één unit ben je er nog niet.'

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Niets doen is op termijn geen optie

Wat moet je bij een dergelijk project absoluut doen om succes te hebben? **Robert Sakko:** 'Je moet veel incasseringsvermogen hebben. En veel geduld. Toen ik begon, dacht ik: dat hebben we zo gedaan. Ons product heeft immers grote voordelen. Maar het blijkt een enorm gevecht. Het is een relatief nieuwe markt. Onze innovatie biedt geen alternatief voor een bestaande oplossing, maar is helemaal nieuw. We merken dat veel bedrijven uiteindelijk over de brug komen. Het is niet de vraag of we er in slagen om de markt te veroveren, maar wanneer. Daarom proberen we zo breed mogelijk de markt binnen te dringen. We kijken ook strategisch naar multinationals, daar zit grote potentie door het multiplier effect. Je ziet in de olie, chemie en voedingsmiddelen dat ze het op één plant uitproberen en daarna uitrollen. Grote bedrijven zijn als olietankers. Veranderingen gaan traag. Maar als ze hun koers eenmaal ombuigen, zit je goed.'

Als er één schaap over de dam is, volgen er meer

Robert Sakko: 'We hebben de meeste kans op succes in landen waar de gasprijzen hoog zijn. We hebben daarom agents in Denemarken en Scandinavië. De terugverdientijd is daar maar één tot anderhalf jaar, in Nederland is dat circa twee jaar. Het huidige investeringsklimaat vindt dat al lang! We zijn ook actief in Italië, Tsjechië, China, Japan, Maleisië en Indonesië. Zo rollen we het tegelijkertijd uit op meerdere continenten en in verschillende markten. We zetten het nu neer bij 'early adopters'. Bedrijven willen bij wijze van spreken tegen de autoband aan kunnen schoppen, het met eigen ogen zien bij een vergelijkbaar bedrijf. Het spreekwoord 'als er één schaap over de dam is, volgen er meer', klopt echt. Gelukkig komt er wet- en regelgeving die een stok achter de deur is. In Taiwan is al wettelijk bepaald dat rookgassen kouder moeten zijn dan 170 graden. En kijk naar China waar ze hun eigen nest vervuilen met smog, daar zie je de tendens dat de overheid premies betaalt als een bedrijf minder vervuult. Met onze innovatie winnen bedrijven 60-70 procent van hun restwarmte terug. Bij droogprocessen is de energiebesparing maar liefst 20 procent.'

Belang en rol van niet-technische aspecten

Van alle markten thuis

Het is niet eenvoudig om met nieuwe technologie succesvol te zijn op de wereldmarkt. **Robert Sakko:** 'Je moet op veel borden tegelijkertijd schaken als technostarter. Je moet van legio zaken verstand hebben: techniek, commercie, productie, fabricageprocessen, ga zo maar door. Het vergt hele andere expertise om de stap te maken van een succesvol prototype naar commerciële industriële massaproductie. Daar hebben we tijdens het door de RVO.nl gesubsidieerde project al rekening mee gehouden. Regeren is vooruitzien. We hebben bijvoorbeeld vanaf de start gewerkt aan ons ISO kwaliteitssysteem. Door consistente werkwijzen en procedures, reduceren we de kans op fouten. We hebben Duitse investeerders.



Ondernemen begint en eindigt in Duitsland met kwaliteit, daar draait alles om. Ook al zijn we nog maar een kleine speler, de informatie-stromen zijn complex. We werken bijvoorbeeld samen met zo'n vijftientwintig partners en toeleveranciers.'

Respect en geen lange lange tenen

Wat zeker helpt, is dat de vijf oprichters van Heatmatrix ieder al minimaal vijftien jaar in de industrie actief zijn.

Robert Sakko: 'Als je vers van de universiteit komt, dan snap je nog niet hoe het reilt en zeilt. We innoveren, dus 'First time right' blijft ook voor ons een utopie. Maar door onze kennis en ervaring, nemen we wel steeds de juiste stappen. We hebben vanaf de start brede expertise in huis: chemisch ingenieurs, veteranen in research, een industrieel ontwerper met veel kennis van kunststoffen en maaktechnieken en een MBA die al verschillende start-ups met succes begeleidde. De combinatie van expertises geeft ons kracht!'

Hoe kunnen projectleiders er voor zorgen dat de multi-disciplinaire samenwerking goed verloopt? **Robert Sakko:** 'Je moet elkaars zwaktes en sterktes respecteren, dat is de sleutel tot succes. We voeren discussies en hebben meningsverschillen. Dat is alleen maar goed! We houden het vloeibaar, we kunnen tegen een stootje. Niet alle oprichters werken full time aan de onderneming, dus we houden een frisse kijk. We draaien de onderneming met een heel klein team. Zo beheersen we de kosten. Maar we hebben onder-tussen wel een wereldwijd bereik! Het aantal prospects groeit. We selecteren onze partners zorgvuldig. Ons kwaliteitssysteem werkt goed. Het vliegwiel draait!'

Advies voor collega-innovators

Continu vinger aan de pols voor het vinden van 'sweet spots'

Robert Sakko: 'Het is belangrijk om je innovatie zo snel mogelijk te testen. Je moet ervaringen op doen en héél veel met de markt communiceren. Waar ervaren klanten problemen? Je moet steeds checken of je ideeën kloppen. De markt verandert snel. Om trends te volgen en 'sweet spots' te vinden, moet je continu een vinger aan de pols houden.'

Fouten zijn richting aanwijzers

Wat zou je anders doen, als je het project opnieuw zou kunnen uitvoeren? **Robert Sakko:** 'Één ding is zeker: niets is zeker. Ik zou in een andere locatie met een andere product-markt combinatie van start gaan. We hadden een ander beeld van de markt. Ondanks al je ervaring, begin je als een ongeschreven blad, je kent niet alle ins en outs. We leren nog elke dag! Dus in 'hindsight' zou je in een andere markt moeten beginnen maar dat telt niet, dat kun je niet weten van te voren. Dat geldt eigenlijk voor alles. Fouten zijn richtingaanwijzers! Je ziet daardoor waar je het niet moet zoeken. Dan moet je beslissen om van het uitgestippelde pad af te wijken. Je moet flexibel zijn. Slechts één ding staat vast: het gaat niet zoals je het hebt bedacht!'

Uitgelicht

- In Nederland gaat bijna de helft van de winbare restwarmte verloren via schoorstenen. De HeatMatrix warmtewisselaars zijn veel compacter, lichter, bestand tegen agressieve stoffen, ongevoelig voor vervuiling, modulaair en eenvoudig opschaalbaar. Klanten winnen 60-70 procent van hun restwarmte terug.
- Het Oranje Handelsmissie Fonds koos HeatMatrix als winnaar. Dit fonds inspireert MKB bedrijven om te exporteren. Heatmatrix kwam volgens de jury als beste uit de bus na een selectie op grond van ambitie, omzet en innovatiekracht.
- In 2012 stond de warmtewisselaar HeatMatrix op de tweede plaats in de MKB Innovatie top 100. Het Innovatiecentrum, NL Octrooiencentrum, Mercedes Benz en NRC Handelsblad organiseren deze ranglijst.



Kerngegevens

Projectnummer: SBIR 9308
 Projecttitel: Hoogrendement Kunststof Modulaire Matrix Warmtewisselaar
 Penvoerder: HeatMatrix Group BV
 Partners: Universiteit Gent, TU Eindhoven, Gas und Wärme Institut Essen, KH Engineering, Femto Engineering, Lloyds, Exova, NewP – New Product Development, SABIC Innovative Plastics, Solvay Advanced Polymers, Evonik, Profielextrusiebedrijven, Romar Voss, Mavom, Huntsman, Ashland, Digion, Eriks, Verstedden Leidingsystemen, E.ON Benelux, De Kleyn Energy Consultancy, Verkerk, Klip

Geïnterviewde: **Robert Sakko**, Director Technology van Heatmatrix
 Telefoonnummer: 06 154 840 31
 E-mail: robert.sakko@heatmatrixgroup.com
 Website: www.heatmatrixgroup.com
 Looptijd: oktober 2009 – juli 2011

Optimalisatie van de energiehouding van het datacenter van Schuberg Philis

Doelstelling

Het drastisch verbeteren van de energie-efficiëntie van het datacenter door het vervangen van de oude koelinstallatie zonder down-time zodat dienstverlening niet wordt beïnvloed.

Arjan Westerhoff, Datacenter Manager bij Schuberg Philis, aan het woord:

‘Uitgangspunt van dit project was om niet meer energie te creëren, transporteren en verbruiken dan nodig. Daarnaast moeten de gevonden oplossingen onze extreem hoge beschikbaarheidseisen ondersteunen. Voor onze klanten zijn ICT diensten namelijk cruciaal in hun bedrijfsvoering.’

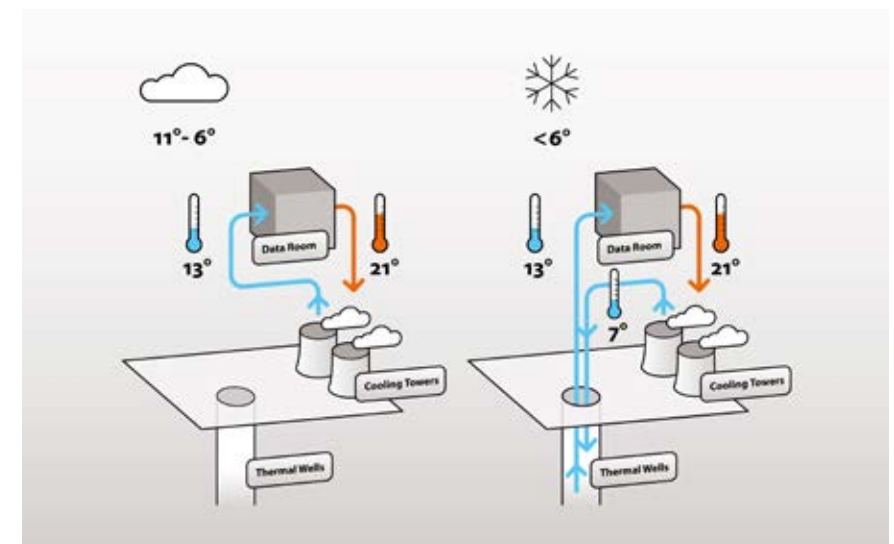
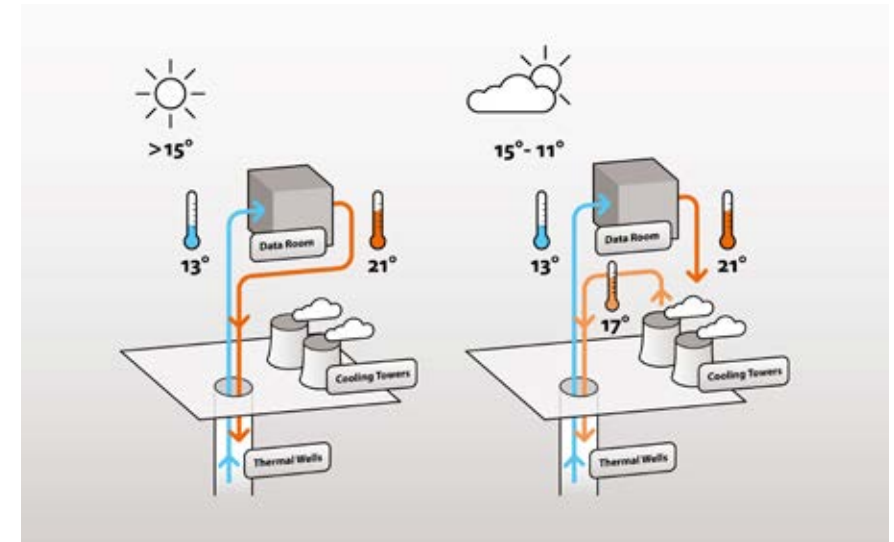
Technologie

Koelinstallaties

De innovators kozen voor een combinatie van koeltorens en warmte- en koudeopslag. Afhankelijk van de buitentemperatuur, wordt gebruik gemaakt van vrije koeling met de koeltorens of van opgeslagen koeling in de bronnen. Bij lage temperaturen wordt het datacenter gekoeld met de koeltorens. Als de buitentemperatuur laag genoeg is wordt niet alleen het datacenter gekoeld maar wordt ook koude opgeslagen voor gebruik tijdens warme dagen.

Server ruimte

Moderne servers kunnen beter tegen hoge temperaturen. Voorheen werden servers gekoeld met lage temperaturen en hoge luchtsnelheden, dat is nu precies het tegenovergestelde. Er zijn plafonds en deuren aangebracht om koude en warme lucht strikt te scheiden.



Koelinstallaties van Schuberg Philis



Uitgangspunt was om waar mogelijk componenten en infrastructuur van de oorspronkelijke installatie te benutten. Het team reviseerde de oude airco's met succes om de gewenste prestaties te realiseren.

Distributiesysteem

Arjan Westerhoff: 'Het originele leidingensysteem stond in de oude installatie onder hoge druk, nu staat het onder lage druk. Als je de druk verlaagt, kunnen lekkages ontstaan. Daar hielden we rekening mee. Er stond een team in de startblokken voor noodreparaties. Ook stond er extra nood-koelcapaciteit klaar. Gelukkig was het niet nodig en hebben we succesvol de druk kunnen verlagen in ons leidingensysteem.'

Frequentie geregelde pompen vervangen de oude energieverslindende pompen. De koelbehoefte van het datacenter stuurt de pompen aan. Een nieuw gebouwmanagementsysteem geeft realtime inzicht in het energieverbruik.

Arjan Westerhoff: 'De vorige pompen hadden maar twee standen: aan en uit. Een frequentie geregelde pomp verbruikt véél minder energie. We besparen maar liefst 99 procent op het energieverbruik van het distributiesysteem. Er worden nog vaak pompen geplaatst met een (veel) te grote capaciteit, men denkt hiermee zekerheid in te bouwen, maar bereikt het tegenovergestelde. Verkeerd gekozen pompen slijten namelijk sneller en verbruiken veel meer energie.'





Maximale innovatie met 'proven technology'

Schuberg Philis wist met bewezen technologie en bekende componenten een zeer innovatieve installatie te bouwen.

Arjan Westerhoff: *'We kozen bewust niet voor de nieuwste technologie. Gezien onze bedrijfsfilosofie en de klantenbelofte kunnen we ons immers geen kinderziektes veroorloven. We vroegen ons af: kopen we een kant en klaar product, of stellen we zelf een installatie samen die precies voldoet aan onze wensen? We kozen dus voor het laatste juist omdat de koelinstallatie een kritische rol speelt in onze dienstverlening.'*

Stapsgewijze aanpak

Arjan Westerhoff: *'Over een periode van zes weken hebben we ons datacenter overgezet van de oude installatie naar de nieuwe installatie. Omdat bij Schuberg Philis alles dubbel is uitgevoerd, konden we stap voor stap alle onderdelen overzetten.'*

Toegevoegde waarde

Belangrijk pluspunt van de gevolgde aanpak is dat Schuberg Philis de verouderde installatie heeft vervangen en vernieuwd terwijl het datacenter bleef draaien. **Arjan Westerhoff:** *'Nieuwe datacentra gebruiken de laatste tijd steeds vaker een nieuwe techniek: directe en indirecte luchtkoeling. Dat vraagt veel extra ruimte voor onder andere luchtkanalen en dus flinke bouwkundige ingrepen. Daarom is deze techniek heel lastig toe te passen in bestaande datacentra. Wij kozen er voor om zoveel mogelijk gebruik te maken van de infrastructuur die reeds beschikbaar was. Onze aanpak biedt datacentra handvatten om retrofit enorme besparingen te boeken!'*

Andere voordelen zijn:

- De installatie is niet klimaatgevoelig zoals conventionele chillers. Die leveren bij hogere temperaturen minder vermogen en hebben een grotere kans op uitval.

- Met het gebouwbeheersysteem kan de installatie veel beter ingeregeld worden. Het hele systeem is veel intelligenter. De kans op uitval is daardoor ook veel kleiner.

Resultaten

De resultaten zijn ronduit verbluffend. De energie-efficiency van de koelinstallatie, de airco's en het distributiesysteem, is enorm verbeterd. De totale besparing is 86 procent. Dat betekent dat nu relatief veel extra vermogen beschikbaar is voor nieuwe servers.

Arjan Westerhoff: *'Voordat we de resultaten bekend maakte, vroeg ik aan de teamleden om een schatting te geven van de gerealiseerde besparing. De meesten kwamen op ongeveer een derde, één adviseur schatte 50 procent. Toen ik vertelde dat we 86 procent besparing realiseerden, viel iedereen van zijn stoel. We zijn er met recht trots op.'*





Vervolgactiviteiten

Het team van specialisten finetunede de installatie met slimme feedback van het gebouwbeheersysteem. De innovators blijven zoeken naar mogelijkheden voor optimalisatie.

Arjan Westerhoff: *'Je hoort zo vaak dat eindgebruikers nieuwe installaties niet optimaal inregelen. Na oplevering draaien de componenten in de zogenaamde dode modus; finetuning is er niet bij. Wij blijven aan de knoppen draaien voor nóg beter resultaat. Bij ons waren de externe specialisten ook na oplevering bereid om te zoeken naar mogelijkheden voor optimalisatie. We praten dan over de zaak waar het écht om draait: de techniek. Dat is leuk, dat is goed en het heeft direct effect! De resultaten koppelen we terug.'*

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Inmiddels vindt het toepassen van deze combinatie van technieken steeds meer navolging bij andere datacentra. Ook bedrijven in andere sectoren die veel koeling nodig hebben, kunnen lessen trekken uit de praktijkcasus.

Arjan Westerhoff: *'Veel marktpartijen kwamen een kijkje nemen. Ik heb goede relaties met managers van andere datacentra. We delen onze kennis en ervaring graag. Laten we alsjeblieft afstappen van de ouderwetse gedachte om elkaar als concurrent te zien. Als onze klanten op bezoek komen, leiden we ze rond in ons bedrijf. Dan zien ze hoe we werken, proeven ze onze bedrijfscultuur en ervaren ze aan den lijve hoe onze server ruimtes tot in detail zijn geperfectioneerd.'*

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Vermijd onnodige complexiteit

Arjan Westerhoff: *'Keep it simple, is voor mij belangrijk een uitgangspunt. Het heeft naast lagere kosten een scala aan positieve effecten. Als je minder componenten gebruikt, heb je meer overzicht en minder kans op uitval. Vraag je steeds af: is dit nu écht nodig of is dit iets wat ik alleen maar graag wil. Denk aan bepaalde opnemers, kleppen, extra controles, extra vermogen. Je moet er voor waken om je installaties te chique uit te voeren. Dat is inderdaad verleidelijk maar contraproductief.'*

Stel een sterk team samen

Arjan Westerhoff: *'Je kunt deze prestaties alleen realiseren met bekwame mensen, met de juiste mentaliteit. Dat geldt zowel intern als extern. Teamgeest is essentieel. We vroegen volledige betrokkenheid van alle teamleden. We voerden veel gesprekken, we overlegden vaak. Het ging niet alleen om de vraag: 'Wanneer is het klaar? Wat kost het?' Je moet ook complimenten geven en interesse tonen. Het gaat er om dat je een relatie opbouwt. Je wilt elkaar vertrouwen. Daardoor geven teamleden potentiële problemen en risico's meteen aan, ook op andermans vakgebied. Dat is ongebruikelijk. De externen in het team, hadden dit nog niet eerder zo direct meegemaakt.'*



Belang en rol van niet-technische aspecten

Bedrijfscultuur sleutel tot succes

De Harvard Business School nam het bedrijf Schuberg Philis als business case op in het vak 'Organizational Behavior' omdat het bedrijf een compleet andere aanpak volgt dan gebruikelijk. Elke klant heeft direct contact met een toegewijd team van specialisten. De oprichters creëerden zodoende een cultuur van vertrouwen, waarin klant en medewerkers samen kunnen excelleren. Deze bedrijfscultuur is ook een bepalende factor voor de gevolgde aanpak bij het vervangen van de verouderde installatie. **Arjan Westerhoff:** *'We zijn gewend om de markt niet te volgen, maar zélf goed te bedenken wat de beste oplossing is. Wil onze klant werkelijk wat hij vraagt? Of sluit een andere oplossing beter aan op zijn behoefte? We kijken wel naar buiten, maar vinden altijd onze eigen weg. Ook bij dit project stelden we zeer kritisch de vraag: Welke oplossing past het beste bij onze ambities? Onze manier van werken verrast externe partijen, keer op keer. Je ziet dat gaande weg de teamleden onze bedrijfscultuur omarmen en ook anders gaan samenwerken. Dat is de sleutel tot succes!'*



Advies voor collega-innovators

Spreek elkaars taal

Als specialisten van verschillende vakgebieden met elkaar praten, is Babylonische spraakverwarring eerder regel dan uitzondering. **Arjan Westerhoff:** *'Je moet voortdurend checken of je elkaar begrijpt. Hebben we het over hetzelfde? Als je zaken niet expliciet maakt, treedt gegarandeerd begripsverwarring op. Je moet ervoor zorgen dat je dezelfde taal spreekt, dat gaat zeker niet vanzelf.'*

Gebruik vertrouwde samenwerkingsrelaties

Arjan Westerhoff: *'Maak gebruik van je huidige netwerk. Kies voor partijen die je al vertrouwt, waar je al succesvol mee samenwerkt. Zij hebben ook weer partners waar ze goed mee over weg kunnen. Dat biedt een stevig fundament voor een sterk team.'*





Uitgelicht

- Het bedrijf Schuberg Philis is een business case op de Harvard Business School. www.schubergphilis.com/our-dna
- De innovators boekten maar liefst 86 procent energiebesparing. Zonder enige concessies te doen, bouwden ze een slimmere en robuustere installatie terwijl het datacenter in de lucht bleef.
- Schuberg Philis was in 2013 finalist voor de Green Enterprise IT award van het Uptime Institute.
- Schuberg Philis behaalde voor het zevende jaar op rij de hoogste klanttevredenheidsscore in het Garte Outsourcing Performance Survey, de jaarlijkse benchmark van de Nederlandse it-outsourcingmarkt.



Kerngegevens

Projectnummer: DEMO10004
Projecttitel: Investering in de optimalisatie van de energiehuishouding van het datacenter van Schuberg Philis
Penvoerder: Schuberg Philis
Partners: De Vlieg Techniek
Contactpersoon: **Arjan Westerhoff**, Datacenter Manager
Telefoonnummer: 020 750 65 00
E-mail: awesterhoff@schubergphilis.com
Website: www.schubergphilis.com

Overzicht afgeronde projecten Energiebesparing bouw



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Onderzoek naar en realisatie van een energiebesparend en duurzaam wooncomplex met energienoviteiten	Woningstichting De Woonplaats	mei-05	okt-09	DEMO01013
Duurzaam IFD-Bouwen in Heerhugowaard	Gemeente Heerhugowaard	apr-05	okt-07	DEMO01014
Breathing Window	Fiwihex	mrt-05	mrt-09	DEMO01015
ICS Zonneboilers	Ecostream	apr-05	mrt-07	DEMO01026
Passieve huizen (Zweeds model) in de Noorderland te Groenlo	Bouwfonds Ontwikkeling BV	sep-09	dec-11	DEMO01027
Clusterproject demonstratie innovatieve ventilatiesystemen	Stichting DEPW	dec-05	dec-10	DEMO02005
Duurzame koeling aan de Zuidas uit de Nieuwe Meer	N.V. NUON Warmte	jun-05	dec-07	DEMO02022
Nieuwbouw Haagse Hogeschool te Delft	Haagse Hogeschool	nov-05	aug-10	DEMO03017
Demonstratieproject voor grondwarmtewisselaars in negen vrijstaande woningen in Nijeveen (gemeente Meppel)	J.E. Stork Air	jan-06	dec-09	DEMO03019
Demonstratie kosteneffectieve zonneboiler	Solesta	mei-06	jul-08	DEMO04020
Innovatieve bouw- en installatie-elementen voor het Passief Huis	Aramis Alleewonen	mei-06	mrt-10	DEMO05020
Gezond slim en energiezuinig ventileren	Itho	okt-06	okt-09	DEMO06011
Demonstratie van het Tropendak	Planet Safe	aug-06	dec-08	DEMO06018
Warmtepomp / CV combinatie voor verwarming bestaande en nieuwbouw: ELGA	Warmtepomp Techniek Nederland	okt-06	dec-09	DEMO06025
Demonstratieproject HRe-ketel voor huishoudens 2007-2009	Remeha	okt-07	okt-09	DEMO06029
Grootschalige demonstratie vacuümbuis collectoren	ENECO Warmtenetten	feb-07	jan-10	DEMO07020
Hybride warmtepomp met een energiedak als warmtebron	Koning Willem I College	jan-08	jan-11	DEMO09017
Lake Source Cooling Eesermeer	UR Cool	feb-08	feb-12	DEMO09020
Project DIRT (aarde)	Verkleij Telecommunicatie- & Kabelwerken	mrt-08	sep-11	DEMO09037
De wijk van morgen	Hogeschool Zuyd	mei-08	dec-13	DEMO09046
Ecolab 2050: Hoogrendement-warmtekoudeopslag toegepast in integraal duurzaam gebouwconcept	Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW)	jun-08	jun-11	DEMO09052
Dry to Cool airco (D2C)	Optimair	apr-06	mrt-08	IS073001 DEMO10006



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Duurzame en innovatieve renovatie Boostenwijk Maastricht	Servatius Ontwikkeling	jan-08	sep-10	DEMO09063
Demonstratie dynamische LED sportverlichting	LEDexpert	apr-10	dec-11	DEMO11027
Energiezuinige toneelverlichting	Vereniging voor Podiumtechnologie	aug-10	mrt-11	DEMO11033
Geïntegreerde exergetische conceptvorming voor duurzame regionale en stedelijke ontwikkeling	Technische Universiteit Delft	jan-06	dec-11	EOSLT03029
MJP energie in de Gebouwde Omgeving	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-06	apr-07	EOSLT04006
RENEWABLE COOLING for the Long Term Energy Research Strategy LT-EOS	Food & Biobased Research	jul-06	dec-09	EOSLT04013
WAEELS III: Woningen als energie leverend systeem	Energieonderzoek Centrum Nederland	mrt-06	sep-08	EOSLT04020
RIGOREUS	Energieonderzoek Centrum Nederland	sep-06	aug-09	EOSLT05001
MJP energie in de Gebouwde Omgeving	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-07	mrt-08	EOSLT06006
MJP energie in de Gebouwde Omgeving	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-08	mrt-09	EOSLT07006
MJP energie in de Gebouwde Omgeving	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-09	apr-11	EOSLT08006
Haalbaarheidsstudie HRe	Itho Daalderop Operations	nov-08	okt-10	KTOH01012
Mini-WKK op frituurolie	Cornelissen Consulting Services	jan-09	sep-10	KTOH01030
Onderzoek haalbaarheid led verwarming	Led-Heating	jan-09	dec-09	KTOH01036
Haalbaarheidsonderzoek naar Geprefabriceerde Geïntegreerde Elementen voor de gebouwschil voor grootschalige woningverbetering	Projectgroep DEPW	feb-09	jul-10	KTOH02003
Darklight	De Beijer RTB	mrt-09	okt-10	KTOH02009
Haalbaarheidsstudie ClimaRad Active Cool (CAC)	ClimaRad Holding	mrt-09	dec-10	KTOH02015
Goede ventilatie, energieneutraal	Qlima	mei-09	apr-10	KTOH02016
Intelligente Stooklijn Regeling	Zowel Energy Technologies	mei-09	dec-09	KTOH02026
Koeling Blijft Hot!	Avions Voisin	jan-10	jun-10	KTOH02034
AeroTech: hoog presterende, laagmassa isolatieproducten gebruikmakende van aerogel- en nanotechnologie	Bluedec	mrt-10	okt-10	KTOH03003
NEPHI: slimme interactieve monitoring voor het totale energiegebruik van woningen	PC Data	jul-10	okt-11	KTOH03006
Barriers and Light Extraction in Structured Substrates for OLED lighting (BLESS)	Om&T	okt-09	sep-11	KTOT02049
Ergieneutrale prefabwoning met betonkern activering	CRH Structural Concrete	jul-09	jul-11	KTOT02059



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Warmteterugwinning en zonnewarmte, Recusol	Innovy	dec-06	dec-07	NEOH01006
Magnificent - een efficiency revolutie in verwarmen en koelen	New-Energy Works	okt-07	feb-09	NEOH02008
Haalbaarheidsonderzoek energie organiser samen met centrale multipurpose warmte en koude opwekking in woningen	Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs	okt-07	okt-09	NEOH02011
Energiebesparing door lokale klimatisering	MODINT Ond.org. mode, inter, tapijt & textiel	okt-07	dec-08	NEOH02013
Actieve groene koel- en ventilatiewand	Arup	jun-08	dec-09	NEOH03001
Solar Power, heating and cooling device	Entry Technology Support	okt-08	jun-11	NEOH03011
Schakelbaar Isolierend Systeem S.I.S.	PBM Holding Veldhoven	sep-09	dec-10	NEOH04014
Onderzoek naar Smart Energy Glass	Peer +	okt-08	okt-09	NEOT04009
Concentratie - transport - distributie van (dag) licht	TNO Bouw en Ondergrond	jun-09	jul-10	NEOT06012
Metaaloxideoppervlakken als modelsystemen voor watersplitsing met zonlicht	FOM Instituut voor Plasmafysica Rijnhuizen	jan-10	dec-11	NEOT07005
Realisatie meest energiezuinige gemeentehuis van Nederland in Bronckhorst	Gemeente Bronckhorst	dec-08	apr-10	UKP01033
Ketendoorbraak door een duurzame COP garantie WP-installaties op aardwarmte	Itho Daalderop Nederland	dec-08	dec-11	UKP01034
Aardwarmtenetwerk Pijnacker	Ammerlaan Real Estate	nov-09	jul-11	UKP02028
Duurzaam, duurzamer, duurzaamst	Basisschool de Regenboog	aug-09	feb-10	UKPNH01005
Leren en besparen?	Basisschool De Wheele	aug-09	feb-10	UKPNH01006
Renovatie kantoorgebouw Triodos bank Utrechtseweg	Triodos bank	jul-09	okt-09	UKPNH01007
Duurzame scholen in Amsterdam Noord	De Hypotheker Amsterdam Noord	jul-09	dec-09	UKPNH01008
Haalbaarheidsstudie naar Klimaatneutraal stadskantoor Hengelo	Am Real Estate	sep-09	feb-10	UKPNH01009
Fris en energieneutraal	Onderwijsstichting Arcade	aug-09	okt-09	UKPNH01010
Haalbaarheidsstudie naar CO ₂ -neutrale nieuwbouw voor het kantoor van de Triodosbank te Utrecht	Ipmmc Vastgoed	sep-09	feb-10	UKPNH01011
Odyzeeschool op weg naar energieneutraal: passief bouwen en frisse school	Stichting Emergis, centrum voor ggz	jul-09	nov-09	UKPNH01012
Haalbaarheidsstudie CO ₂ -neutraal kantoor Imtech Kerkrade	Imtech Nederland	jul-09	jan-10	UKPNH01013
4 ^e Gymnasium Houthavens	Sier Projectmanagement & Advies	jul-09	dec-09	UKPNH01014
Naar energieneutrale Wageningse basisscholen	Gemeente Wageningen	jul-09	nov-09	UKPNH01017



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Onderzoek naar energie besparings- en verduurzamingsmogelijkheden 'Mandelelaan 39-43, Rotterdam'	Vastned Offies / Industrial	aug-09	jan-10	UKPNH01019
Onderzoek naar energie besparings- en verduurzamingsonderzoek 'De Rode Olifant'	De Rode Olifant	aug-09	nov-09	UKPNH01020
Duurzame Tempel	Aurelius Monumenten	jul-09	sep-09	UKPNH01022
Groene Toren	Ing Real Estate Investment Management	jul-09	nov-09	UKPNH01023
Nieuwbouw praktijkgericht onderwijs Heerhugowaard	Gemeente Heerhugowaard	aug-09	nov-09	UKPNH01024
Renovatie gemeentehuis Venray	Gemeente Venray	jul-09	dec-09	UKPNH01025
Nieuwbouw en verbouw CSG Liudger, locatie Splitting en Raai	CSG Liudger	aug-09	feb-10	UKPNH01028
Haalbaarheidsstudie community center Ru Paré	Woonstichting de Key	aug-09	dec-09	UKPNH01029
Energieconceptstudie voor een campus in Sint Annaparochie	Gemeente Het Bildt	sep-09	feb-10	UKPNH01030
Haalbaarheidsstudie energieneutrale gebouwen gemeente Wageningen	Gemeente Wageningen	jul-09	dec-09	UKPNH01033
Nieuwbouw Nutsschool Woonstede te Den Haag	Haagse Nutsscholen	aug-09	nov-09	UKPNH01034
Villa Flora	WGR Venlo Greenpark	aug-09	sep-09	UKPNH01036
Van Lodensteincollege naar energieneutraal	Stichting voor Onderwijs op Reformatorische Grondslag	jul-09	sep-09	UKPNH01039
Haalbaarheidsstudie naar verregaande energie- en CO ₂ -reductie voor het nieuwe schoolgebouw voor Talenstad te Zwolle	Ipmmc Vastgoed	aug-09	feb-10	UKPNH01040
Haalbaarheidsstudie naar duurzame ontwikkeling CBS oud en Zeswegen, Heerlen	Ipmmc Vastgoed	sep-09	mrt-10	UKPNH01041
Haalbaarheidsstudie naar verregaande CO ₂ -reductie voor het BelleVue Complex	Ipmmc Vastgoed	sep-09	dec-09	UKPNH01042
Haalbaarheidsstudie naar verregaande CO ₂ -reductie WTC gebouw, Utrecht	Ipmmc Vastgoed	aug-09	jan-10	UKPNH01043
Haalbaarheidsstudie naar verregaande CO ₂ -reductie WTC gebouw, Breda	Ipmmc Vastgoed	aug-09	dec-09	UKPNH01044
Haalbaarheidsstudie CO ₂ -neutraal kantoor Imtech Den Haag	Imtech Nederland	jul-09	jan-10	UKPNH01061
Micro WKK	Nederlandse Gasunie	nov-04	jul-07	UKR01002
Warmtetransitie woningbouw	ENECO Warmtenetten	mei-05	jun-10	UKR01006



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Energiebesparingsproject in de wijk Wielenpolle te Leeuwarden	Nieuw Wonen Vastgoed	mei-05	sep-07	UKR01017
Gesloten VBWW voor slechte bodemgesteldheid en grote vermogens	Cogas Infra en Beheer	mrt-06	nov-07	UKR03010
Thermodynamica in transitie, toekomst wordt werkelijkheid	Kennis en Energie	jun-06	jun-10	UKR03015
Polderweggebied: op maat voor duurzame herstructurering	Stadsdeel Amsterdam-Oost	apr-06	dec-09	UKR03016
Poldergas voor Polderwijk	Essent Warmte	mrt-06	dec-11	UKR03017
Warmtelevering Marssteden	Twence Afvalverwerking	jan-08	aug-11	UKR06001
Project energie uit wisselingstation KW voor kantorenpark Diepenvoorde	Brabant Water	sep-07	mei-10	UKR06016
Duurzame energievoorziening Rembrandtflat	Woningstichting Openbaar Belang	apr-08	jun-09	UKR07017
Duurzaam en comfortabel wonen	Woningbouwvereniging 'Bergopwaarts'	mei-08	dec-12	UKR07024
Duurzame renovatie 85 woningen Biddinghuizen Centrumplan Zuid	Stichting Oost Flevoland Woondiensten	jun-08	dec-09	UKR07029



Projecten Energiebesparing Gebouwde omgeving afgerond 2012-2013

Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Lokale duurzame energievoorziening en comfort voor (huur)woningen en zorgvoorzieningen in Vaartsche Hoek	Deva BV	2009	2012	UKP02039
<u>SolabCool: Koelen met warmte</u>	<u>De Beijer RTB</u>	2008	2012	DEMO09016
Nieuwe generatie warmtelevering Forum Reeshof Tilburg (vh Nieuwe generatie warmtelevering Hoge Vucht Breda)	Stichting WonenBreburch	2010	2013	UKP02056
Energie neutraal comenius lyceum Amsterdam	Amarantis Onderwijsgroep	2010	2012	UKPNT01026
Tweede huis, Nieuwbouw Ballast Nedam IPM	Ballast Nedam IPM BV	2009	2013	UKPNT01029
Provinciehuis Noord Holland	provincie Noord-Holland	2009	2012	UKPNT01047
Energie neutraliteit voor het Huygens College en De Polsstok	Gemeente Heerhugowaard	2010	2013	UKPNT01051
Kantoorgebouw Zeswegen Heerlen	Ipmmc Vastgoed	2010	2012	UKPNT01073
Besparen en benutten	AMA ONROEREND GOED BV	2008	2013	DEMO09065
<u>Optimalisatie energiehuishouding datacenter Schuberg Philis</u>	<u>Schuberg Philis</u>	2009	2013	DEMO10004
PCM's in nonwovens voor de gebouwde omgeving	Lantor BV	2010	2012	KTOH03017
Duurzame projectontwikkeling gebaseerd op duurzaam bouwen, renoveren en wonen na 2015	Stichting DEPW	2005	2012	EOSLT03001
Transitie in Energie en Proces voor een Duurzame Gebiedsontwikkeling (TRANSEP-DGO)	Stichting DEPW	2008	2012	EOSLT07051
<u>Transformatie van de wijk Velve-Lindenhof</u>	<u>De Woonplaats</u>	2005	2013	UKR 07014
De Koningsvrouwen van Landlust	Woningstichting Eigen Haard	2008	2012	UKR07028
Warmte voor Delft, fase 1	Warmtebedrijf Eneco Delft BV	2008	2012	UKR06009

Doelstelling

Het uitvoeren van een praktijkexperiment met prototypen van de SolabChiller: een thermochemische warmtepomp die woningen en kantoren koelt met restwarmte en met water als koelvloeistof. De technologie werkt op warmte van 65-90 °C dat via een warmtenet, zonne-energie of warmtekrachtkoppeling wordt geleverd.

Henk de Beijer, eigenaar van SolabCool BV, aan het woord: *'In veel woningen en kantoren wordt het door goede isolatie in de zomer te warm. Bewoners en bedrijven kiezen dan ook steeds vaker voor comfortkoeling. Ze plaatsen noodzakelijke airco's. Hierin zitten vaak koelmiddelen die de ozonlaag aantasten. Onze innovatie gebruikt water als koelvloeistof en restwarmte om te koelen, warmte die leveranciers in de zomer anders 'weggooien'. We slaan dus twee vliegen in een klap!'*

Technologie

SolabCool zet warmte van 65-90 °C via een vaste stof sorptiekoelmachine om in koud water, dat via radiatoren of vloerverwarming de ruimtes koelt.

De thermochemische warmtepomp bestaat uit twee cilindervormige kamers. In elke kamer zit een reactor, een condensor en een verdamper. Om koeling te kunnen leveren is een proces van laden en ontladen nodig. In het begin van het proces is de silicagel verzadigd met water. In het laadproces wordt de restwarmte gebruikt om het water er uit te drijven (te verdampen). Het condenseert in de andere kamer. Vervolgens onttrekt het systeem van SolabCool warmte aan de woning of kantoor om het weer te laten verdampen. De silicagel neemt deze damp weer op. Dit proces herhaalt zich telkens.

De opbouw van het SolabCool systeem maakt dat er eenvoudig een cascade mee gebouwd kan worden dat grotere koelvermogens levert. Dat maakt deze innovatie geschikt om er ook kantoren en andere gebouwen mee te koelen.

Toegevoegde waarde

Door gebruik te maken van warmte die normaal verloren gaat, boekt de innovatie veel milieuwinst. Het systeem is compact en geschikt voor woningen en kantoren. Installateurs kunnen het systeem eenvoudig aansluiten op radiatoren en vloerverwarming.





Resultaten

Rendement

De SolabChiller van SolabCool is in een aantal woningen geïnstalleerd. Het projectteam analyseerde regelmatig de data om inzicht te krijgen in de prestaties van het systeem. Op basis van bewonersfeedback zijn de instellingen van de koeler geoptimaliseerd.

De meetresultaten geven over het geheel een positief beeld. Het praktijkexperiment toonde aan dat het koelvermogen en rendement overeenkomt met de prestaties in het laboratorium.

Henk de Beijer: *‘Adsorptie koelmachines hebben altijd een rendement lager dan 1. Het rendement van onze innovatie is 0,6. Dat is een hele goede technische prestatie, het is bijna het maximaal haalbare rendement.’*

Tevredenheid gebruikers

De meerderheid van de gebruikers is tevreden over de koeling van hun woning. Bij woningen met een hoge zoninstraling geven de bewoners een neutraal oordeel over de koeling. Dat komt door gebruikersgedrag: de geteste versie van de SolabChiller moet handmatig in- en uitgeschakeld worden. Bewoners zetten de koeling pas aan als het te warm is, dan is de zoninstraling vaak het grootst. De koeler slaagt er dan alleen nog maar in om de temperatuur constant te houden. Een van de lessen van het praktijkexperiment is dat een automatische kamerthermostaat nodig is om het koelcomfort het beste in te zetten.

Vervolgactiviteiten

Optimalisatie product

Op grond van het praktijkexperiment, verbeterden de innovators het product. Henk de Beijer: ‘We leerden veel over de installatie, de instellingen en het gebruik. Die kennis vertaalden we in een verbeterd product. De koeler is nu veel compacter en levert twee keer zoveel vermogen. Ook daalde de kostprijs van het systeem, een essentiële stap voor commercieel succes. We moeten immers de concurrentiestrijd met goedkope Chinese airco’s kunnen winnen. Door meerjarige testen zullen we het gebruik en regelstrategie nog verder verbeteren.’

Eerste fabriek

Henk de Beijer: *‘De eerste fabriek bouwen we zelf. De productie is nu nog kleinschalig zodat we een hoge kwaliteit kunnen waarborgen. We willen met grote spelers bewijzen dat het ook in de kantorenmarkt loont. AVR koelt nu haar kantoor in Duiven met onze technologie.’*

Lessen uit het verleden: betrek de installateurs

Welke vervolgvragen hebben projectpartners genomen?

Henk de Beijer: *‘We werken samen met Hollander techniek. Zij leerden door het praktijkexperiment om het systeem goed te installeren. Deze kennis krijgen hun installateurs nu mee in de opleiding. Dat is een bewuste keus. Er is vaak nieuwe technologie gelanceerd terwijl installateurs nog niet van de hoed en de rand wisten. Dan krijg je kinderziekten en dat schaadt de reputatie. Er moet een organisatie zijn die de installateurs bij de hand neemt en hen goed instrueert. Daar hebben we dus voor gezorgd!’*

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Het mes snijdt aan twee kanten

De nieuwe technologie is veelbelovend. **Henk de Beijer:** 'We zijn nu bezig om onze innovatie naar de markt te brengen. Grote marktpartijen hebben zich al gemeld. Ze zijn sterk geïnteresseerd in de nieuwe technologie. We krijgen aanvragen uit verschillende hoeken, ook bijvoorbeeld van corporaties die behoefte hebben aan koeling maar geen airco willen omdat die de EPC verhoogt. Leveranciers van warmte zien mogelijkheden om hun businessmodel te verbeteren. In de zomer kunnen ze maar 10 procent van hun capaciteit gebruiken en moeten ze veel warmte weg koelen, dat kunnen ze nu verkopen. Hun rentabiliteit neemt daardoor enorm toe. Er is meer dan genoeg warmte in Nederland. Amsterdam en Almere zijn bijvoorbeeld voor warmtelevering aan elkaar gekoppeld met een enorme pijp. Alleen al de leiding kostte tientallen miljoenen euro's. Dat doen deze steden en de energieleverancier heus niet omdat ze het leuk vinden, maar omdat het loont.'

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

De kost gaat voor de baat uit

De innovatie zit niet alleen in de technologie. Ook het in serie commercieel produceren in een eerste kleine fabriek, vergt veel innovatie. En juist deze stap is erg kostbaar. Wie gaat dat betalen? **Henk de Beijer:** 'Voor kleine bedrijven is het ongelooflijk moeilijk om het traject van technologie-ontwikkeling tot kleinschalige serieproductie financieel rond te krijgen. Voor SolabCool kost dit traject bijvoorbeeld circa vijf miljoen euro. De grote spelers willen dit zo goed als nooit financieren. Commerciële marktpartijen in Europa nemen de technologie meestal pas over als deze zich één à twee jaar heeft bewezen in de markt. Voor de technologie-ontwikkeling krijgen

we nog wel wat subsidie. Maar voor de ontwikkeling van de eerste serieproductie ben je aangewezen op private investeerders. Die willen zekerheid dat ze de investering binnen enkele jaren terugverdienen. Maar het succes van innovaties is per definitie onzeker. Daarom financieren we het grootste deel van het traject zelf.'





Is het in samenwerking met grote spelers ontwikkelen van nieuwe technologie en de eerste productiefaciliteit geen optie? **Henk de Beijer:** *'Mijn ervaring is dat dat niet goed werkt. Je krijgt meteen met vijf of tien kwaliteitsmanagers te maken. Die stellen veel meer vragen dan je kunt beantwoorden. Wij hebben er maar één, en die werkt ook nog aan andere projecten. Dan kom je dus niet meer vooruit, dan staakt de ontwikkeling. Ontwikkeling van nieuwe technologie is gewoon lastig voor hen. Ze zijn er niet op ingericht, ze hebben er niet de structuur en cultuur voor. Hun ontwikkelafdelingen zijn alleen bezig om producten met reeds bewezen technologie compacter en goedkoper te maken, en eenvoudiger te installeren. En daar zijn ze juist enorm goed in!'*

Kleine fabriek vergroot kans dat productie in Nederland blijft
In plaats van de technologie klaar te stomen voor de markt-introductie, zouden de innovators het ook kunnen verkopen aan een buitenlandse marktpartij. Dan hoeven ze de dure eerste fabriek niet zelf te bouwen. Hier kleven echter grote nadelen aan, meent **Henk de Beijer:** *'Als wij niet zélf de eerste fabriek ontwikkelen waar we met twintig à veertig man de productie verzorgen, pakt de buitenlandse koper de technologie en testfaciliteiten op, en bouwt een fabriek in het buitenland. Het is niet slim om in Nederland technologie-ontwikkeling te subsidiëren om die vervolgens aan het buitenland te verkopen. De overheid wil juist dat we de producten ook in Nederland of de EU produceren. Ik zie vaker dat innovators de met behulp van subsidie ontwikkelde technologie, verkopen aan bijvoorbeeld China. Daar moeten Nederlandse fabrikanten vervolgens mee concurreren. Dat is toch niet logisch! Een fabriek pak je niet zomaar op, want er zit veel kennis en kunde in. Door de eerste fabriek zelf te bouwen, voorkom je dus dat de maakindustrie uit Nederland verdwijnt.'*

Belang en rol van niet-technische aspecten

De expertises die innovators moeten beheersen om een goed product te bouwen, zijn zeer divers en vragen een multi-disciplinaire aanpak. **Henk de Beijer:** *'Ik heb specialisten om me heen verzameld op het gebied van marketing, financiën, organisatie, inkoop en van elektrotechniek tot thermodynamica. Marketeers geven aan wat in het programma van eisen moet komen vanuit het perspectief van de klant. Onze financiële man begrijpt wat consumenten en zakelijke klanten bereid zijn om te betalen. Als je pas aan deze aspecten werkt nadat het product klaar is, ben je te laat: je moet tegelijkertijd op al deze gebieden aan de slag. Om er voor te zorgen dat de samenwerking goed loopt, ontwikkelen we een businessplan en activiteitenplan. Wekelijks hebben we teamoverleg, bespreken we de voortgang en stemmen we met elkaar af.'*

Advies voor collega-innovators

Calculeer hele traject en zorg voor partners

Welk advies zou u geven aan een collega die een vergelijkbaar project start? **Henk de Beijer:** *'Maak een kostencalculatie van het hele traject tot en met kleinschalige marktintroductie. Daar committeer je je aan. Bespreek met RVO.nl de kosten van het hele traject en bespreek ook wie je partners zijn: welke marktpartijen gaan het product grootschalig in de markt zetten. Veel innovators zeggen dan: 'dat doen we zelf'. Maar dat kan helemaal niet! Als je niet over de afzetmarkt en distributiekanaal beschikt, is dat veel te kostbaar. Een gemiddelde beurs kost een ton, en dan heb je nog niets verkocht terwijl je productieproces nog veel te duur is.'*



Zo snel mogelijk naar marktintroductie

Een ander advies is om voor snelheid te zorgen. **Henk de Beijer:** *'Het is funest als je te langzaam bent, dan verlies je de strijd om de markt. Concurrenten halen je links en rechts in met vergelijkbare technologie. Je bent nooit de enige die er mee bezig is. Helaas dwingt schaarste aan financiële middelen je er juist vaak toe om je er langer over te doen. Subsidiegevers committeren zich niet aan het hele traject, maar telkens aan een klein stukje: een haalbaarheidsonderzoekje, vervolgens een praktijkexperiment. Dat is jammer. Je moet steeds achter je geld aanrennen, dat is te gek voor woorden. Als klein bedrijf met vijftien man heb je eigenlijk onvoldoende kracht voor de ontwikkeling van nieuwe technologie. Mijn advies is dan ook om ervoor te zorgen dat je bedrijf groter wordt. Met zo'n honderdvijftig werknemers heb je veel meer investeringskracht.'*

Uitgelicht

- De vraag naar comfortkoeling groeit en zal in de toekomst nog verder toenemen. SolabCool koelt woningen met restwarmte die bedrijven nu niet benutten. Vergeleken met energievervlindende airco's levert dat een enorme besparing.
- Het systeem is eenvoudig aan te sluiten op de vloerverwarming of radiatoren, ook in de bestaande bouw.
- Door de nieuwe EU-wetgeving over F-gassen zullen nieuwe technieken zoals SolabCool toegepast moeten worden.



Kerngegevens

Projectnummer:	DEMO09016
Projecttitel:	Demonstratie van een vaste stof adsorptie koelmachine
Penvoerder:	De Beijer RTB
Partners:	Hollander Techniek
Geïnterviewde:	Henk de Beijer , eigenaar van SolabCool BV
Telefoonnummer:	026 318 88 32
E-mail:	henk.debeijer@solabcool.com
Website:	www.solabcool.com
Looptijd:	augustus 2008 – december 2012

Transformatie van de wijk Velve-Lindenhof

Energiebesparing in de gebouwde omgeving



Doelstelling

Het realiseren van tachtig Passiefhuis woningen in de wijk Velve-Lindenhof te Enschede, als onderdeel van een duurzame wijkontwikkeling. Samen met de gemeente Enschede is hard gewerkt aan de wijk. In totaal zijn er 5 HuurWensWoningen gerealiseerd, 25 woningen gerenoveerd en 211 duurzame nieuwbouw gebouwd. Van de 211 nieuwbouwwoningen zijn er 105 huurwoningen en 106 koopwoningen gebouwd. Daarnaast is ook de openbare ruimte van de wijk flink onder handen genomen. Wie na al die jaren weer een kijkje gaat nemen, kent de wijk dan ook niet meer terug. Er werden driehonderd verouderde woningen van De Woonplaats gesloopt.

De resultaten van deze grote herstructurering zijn vastgelegd in het WijkActiePlan (WAP), dat loopt van 2007 tot 2017. Hierin staan alle afspraken tussen de gemeente Enschede, woningcorporaties Ons Huis, Domijn en De Woonplaats, het rijk, bewoners, organisaties en andere betrokkenen. Een ambitieus plan, dat verder kijkt dan de fysieke herstructurering van de wijk en met een sterk sociaal karakter. De bouw van 211 nieuwbouwwoningen is een deelproject van De Woonplaats van het WijkActiePlan.

Wijk met toekomst

De nieuwbouwwoningen in Velve-Lindenhof, die De Woonplaats heeft gerealiseerd in samenwerking met bouwcombinatie Goossen Te Pas Bouw uit Enschede en De Groot Vroomshoop Groep (beide onderdeel van VolkerWessels) en Beltman Architecten hebben allemaal het A++ energielabel. 82 Woningen zijn gebouwd volgens het Passiefhuis-principe, waarvan nog eens 5 woningen energieneutraal zijn geworden door de toevoeging van PV-panelen. Dat maakt Velve-Lindenhof het

grootste Passiefhuis nieuwbouwproject van Nederland, met als neveneffect het ontsluiten van kennis voor medewerkers, collega-corporaties en marktpartijen.

Marcel Besten, projectmanager realisatie van woningcorporatie De Woonplaats, aan het woord: *‘Het was een oude wijk met naoorlogse Airey-woningen’. Deze woningen bouwde men met geprefabriceerde bouwonderdelen om de bouw goedkoper en sneller te maken. Het is een lichte constructie; heel summier en doelmatig. De bedoeling was dat de Airey-woningen vijftien jaar zouden blijven staan, dat werd dus zestig jaar. Er moest écht wat gebeuren: er moest geïnvesteerd worden in zowel de woningen als de bewoners. Ten aanzien van de woningen had De Woonplaats de ambitie om huizen te ontwikkelen die voldoen aan de duurzaamheidseisen van nu én de toekomst. Het was een spannende uitdaging, omdat er weinig kennis in het land voor handen was voor zo’n grootschalig project.’*



Technologie

De Woonplaats koos voor houtskeletbouw. Houtskeletbouw heeft als voordeel dat het een lichte constructie is die snel met prefab elementen gebouwd kan worden. **Marcel Besten:** 'We bouwden één woning per dag.'s Morgens kwam de vrachtwagen voorrijden.'s Avonds stond er een complete casco woning, wind- en waterdicht. Een indrukwekkend tempo!'

Bovendien zijn de woningen luchtdicht, optimaal geïsoleerd en door de gunstige ligging wordt er slim gebruik gemaakt van de zonoriëntatie. De woningen hebben een isolatiepakket van veertig centimeter dik, de geïsoleerde kozijnen hebben driedubbele beglazing. Samen is dit goed voor een Rc-waarde van tien. Deze maatregelen leveren voor de bewoners een besparing op in de woonlasten.





Minimaliseren gebruik techniek

Marcel Besten: 'We pasten bewust weinig techniek toe zodat de woningen gebruikersvriendelijk zijn. De boiler en PV-systemen werken automatisch, alleen het gebruik van de warmteterugwinningunit vergt enige aandacht. De focus op bouwkundige kwaliteit in plaats van op installaties is ook slim uit het oogpunt van rendement: de thermische schil heeft een langere levensduur.'

dit een besparing van ruim tachtig procent. **Marcel Besten:** 'In de eerste plaats de bewoners, maar ook de bouwers waren aangenaam verrast door het extreem gunstige energieverbruik. Het energiebedrijf belde sommige bewoners om te vragen of zij wel de juiste meterstanden hadden doorgegeven. Maar het waren de correcte resultaten. Dit was het beste compliment, dat we konden krijgen. Ronduit verbluffend!'

Samenwerking

Door het innovatie concept dat De Woonplaats toepaste, was het nodig dat alle toeleveranciers en mensen die op de bouw werkten uitgebreid geïnstrueerd werden. Ook medewerkers van De Woonplaats kregen scholing. **Marcel Besten:** 'Ik ben zelf ook twee keer naar de fabriek geweest. Het bouwconcept luistert heel nauw. Het is een nieuw product, dus veel is nog niet bekend. Door de goede instructie en door het enthousiasme voor dit innovatieve project, waren alle betrokkenen bereid om de oude kennis los te laten en te investeren in een vernieuwende werkwijze. Ook intern stond samenwerking hoog in het vaandel. Er werd intensief samengewerkt vanuit de verschillende afdelingen zoals wonen, verkoop, projecten en vastgoed, participatie en communicatie. Hierdoor waren er altijd korte lijnen, vonden de mensen elkaar snel en was het prettig werken.'

Besparing

Een passiefwoning verbruikt -bij goed gebruik van de woning- jaarlijks maximaal vijftien kilowattuur per m². Een passiefwoning verbruikt -bij goed gebruik van de woning- jaarlijks maximaal vijftien kilowattuur per m². Het verbruik was in de oude situatie zo'n 3.000 m³ gas (inclusief gasverbruik voor warm water en om te koken). Dat daalde bij een aantal woningen zelfs naar circa 250-300 m³ voor de verwarming van de woning. Vergeleken met een conventionele woning is





Conform plan kregen 82 woningen het Passief Bouwen Certificaat. De overige woningen hebben een epc van 0,4 en energielabel A++. Door renovatie werden 25 woningen naar energielabel A+ en A++ getild. Voor monitoring en als aanspreekpunt voor de bewoners, heeft De Woonplaats een energieconsulent aangesteld. Deze medewerker geeft de bewoners advies op maat voor een optimaal gebruik van de woning op het gebied van duurzaamheid.

Investeren in bewonersparticipatie

De bewoners werden in een zeer vroeg stadium betrokken bij het project. Zo werden er woonwensenonderzoeken en ontwerpbijspraken georganiseerd. Als klap op de vuurpijl mochten de bewoners zelf kiezen voor sloop-nieuwbouw of renovatie per woonblok. Door de bewoners goed te informeren en ze continu te betrekken bij het proces, koos 90 procent op blokniveau voor een nieuwbouwwoning. De bewoners werden ook betrokken bij het ontwerp van de openbare ruimte. In verschillende workshops konden zij hun wensen en voorkeuren aangeven. Het resultaat is een nieuwe, groene wijk met brede straten en veel ruimte.

Marcel Besten: *‘In het begin was het voor de bewoners best moeilijk zich een beeld te vormen van hun nieuwe huis en wijk, maar op het moment dat de wijk vorm kreeg en de eerste woningen verschenen, kregen de mensen steeds meer vertrouwen in het nieuwe Velve-Lindenhof. Ze zagen op dat moment hun inbreng daadwerkelijk vorm krijgen.’*

Advies voor collega-innovators

Voorbeeldfunctie

De Woonplaats ontving gedurende het project bijna duizend bezoekers die Velve-Lindenhof met eigen ogen wilden zien. De nieuwe aanpak, zowel fysiek als op het gebied van bewonersparticipatie, stond sterk in de belangstelling in Nederland. Er werd veel informatie gedeeld en kennis en ervaring uitgewisseld. **Marcel Besten:** *‘Elk project is gebaat bij een grote betrokkenheid van bewoners, bouwers en stakeholders. De techniek bepaalt maar voor een klein deel het succes. Het enthousiasme van alle betrokkenen en het innovatieve karakter van het project, zijn minstens zo belangrijk.’*

Aanwezigheid in de wijk is een plus

Wat goed gewerkt heeft, was de zichtbare aanwezigheid van De Woonplaats in de wijk vanaf het allereerste begin in 2005. Door huisbezoeken, spreekuren, informatieavonden, en de aanwezigheid van een projectbureau midden in de wijk, waren medewerkers makkelijk en snel aanspreekbaar voor de bewoners, zowel tijdens de bouw als na de ingebruikname van de woningen.

Marcel Besten: *‘In het projectbureau, waar bewoners altijd binnen konden lopen, zaten de technische medewerkers om meldingen van bewoners op technisch gebied snel af te handelen. Daarnaast was er een showroom ingericht, waar bewoners hun keuzes ten aanzien van de afwerking van hun woning konden maken. Ook de makelaars gebruikten het projectbureau als uitvalsbasis. Een groot voordeel van deze aanwezigheid in de wijk was een grote klanttevredenheid. We konden zo eventuele misverstanden over bijvoorbeeld de bouw of planning bij bewoners wegnemen.’*



Uitgelicht

- Grootste Passiefhuis nieuwbouwproject van Nederland.
- Bewoners kiezen!
- Innovatieve woningen, met een minimale toepassing van technische installaties.
- Goede interne samenwerking door Projectmatig Samenwerken en goede externe samenwerking door korte lijnen met bewoners, bouwers en stakeholders.
- Zichtbare aanwezigheid in de wijk.
- Diversiteit in de wijk door zowel huur- als koopwoningen te realiseren.



Kerngegevens

Projectnummer: UKR 07014
Projecttitel RVO.nl: Duurzaam Velve-Lindenhof met Passiefhuis
Penvoerder: De Woonplaats
Partners: Gemeente Enschede, Saxion Hogescholen, Goossen Te Pas Bouw en De Groot Vroomshoop Groep (beide onderdeel van VolkerWessels), Beltman Architecten
Geïnterviewde: **Marcel Besten**, projectmanager realisatie van De Woonplaats
Contactpersonen: **Bart Jonker**, projectmanager fysiek van De Woonplaats
Johan Oude Breuil, projectmanager participatie van De Woonplaats
Website: www.de-woonplaats.nl
Looptijd: 2005 – 2013 (van planvorming tot en met realisatie)

Overzicht afgeronde projecten Windenergie

Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Torendemper voor windturbines	Mecal Applied Mechanics	jan-06	dec-08	DEMO04018
Demonstratie van een HCO-systeem in een gasturbine	Sloe Centrale	feb-07	feb-10	DEMO07034
Rotorflow-1	Energieonderzoek Centrum Nederland	sep-05	dec-11	EOSLT02016
INNWIND	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-06	apr-07	EOSLT04001 EOSLT06001 EOSLT07001
Haalbaarheidsonderzoek naar de ontwikkeling van een nieuwe techniek om offshore windmolenparken te plaatsen	Rolldock	jan-09	okt-09	KTOH01042
De Archimedes	De Archimedes	okt-06	mrt-07	NEOH01002
Superwind	Technische Universiteit Delft	okt-07	okt-08	NEOH02010
Grenslaagafzuiging voor windturbinebladen	Actiflow	mei-08	feb-09	NEOH03003 NEOT06002
Kosteneffectieve buigmomentarme windturbine, Balanced force turbine	Innovy	jun-09	jun-10	NEOH04010
Kleinschalige windturbine met venturi en geluidsdemper	DonQI Quandary Innovations	apr-08	jun-09	NEOT04003

Projecten Windenergie afgerond 2012-2013

Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Sustainable control. A new approach to operate wind turbines	Energieonderzoek Centrum Nederland	2006	2012	EOSLT02013
Vortex Generator Airfoil	CortEnergy	apr-10	dec-12	NEOT08001

Vortex Generator Airfoil

Doelstelling

Het ontwerpen van profielen voor windturbinebladen die samen met vortex generatoren als één geheel zijn geoptimaliseerd.

Gustave Corten, oprichter en eigenaar van CortEnergy, aan het woord:

'De normale werkwijze is dat men in een windturbineblad gladde profielen toepast en die afzonderlijk optimaliseert. Als de bladen achteraf onvoldoende blijken te produceren, past men vaak vortex generatoren toe. Dit zijn kleine vinnen op de turbinebladen. Ze vergroten de lift: de kracht die de windturbine aandrijft. Ik heb in dit project het gebruikelijke uitgangspunt – dat een glad profiel optimaal is – losgelaten. In plaats daarvan optimaliseerde ik de combinatie van een profiel en een vortex generator als één geheel. Het resultaat hebben we VG-airfoil gedoopt. Op basis van de nieuwe VG-Airfoils kwam CortEnergy tot een ontwerp van het turbineblad met ongeveer 2 ½ procent hogere opbrengst en tegelijkertijd lagere kosten.'

Technologie

Windturbines zijn duur omdat ze extreme krachten moeten opvangen. De conventionele manier om optimale aerodynamische profielen te ontwerpen, loopt tegen grenzen aan. Er zijn fundamentele denkstappen nodig om het rendement van windturbines verder te verhogen. **Gustave Corten**: 'Eén zo'n denkstap was de introductie van slanke bladen in 2006 door CortEnergy tegelijkertijd met Vestas. Deze bladen hebben ongeveer 5 à 6 procent meer opbrengst dan conventionele ontwerpen zonder enige complexiteitstoename. In die tijd was het idee van het optimaliseren van de profiel-vortex generator combinatie nog niet geboren. Met dit project hebben we de ontwikkeling van slanke bladen met een fundamentele denkstap weer verder geholpen!'

De nieuwe technologie maakt het mogelijk om met een buitengewoon dik profiel toch een goede aerodynamische prestatie te halen. **Gustave Corten**: 'Bij het ontwerpen van turbinebladen via de conventionele methoden heb je te maken met het conflicterend belang van een sterke constructie en een aerodynamische vorm. Vanuit constructie gedacht, wil je het liefst een ronde dikke pijp als vorm: dat is sterk. Vanuit het perspectief van aerodynamica, wil je juist een dun profiel. We ontwierpen een enigszins driehoekvormig profiel dat erg sterk is en aerodynamisch bijzonder goed presteert in combinatie met vortex generatoren. We halen er zelf een liftcoëfficiënt mee van 2,5 vlak bij de steel. Dat is een enorme verbetering want conventionele bladen hebben daar een liftcoëfficiënt van nul.'



Toegevoegde waarde

Voor een grote commerciële windturbine is met de nieuwe profielen een meeropbrengst van ongeveer 2,5 procent mogelijk en tegelijkertijd een bladmassa reductie van ongeveer 3 procent. Bovendien kan de fabrikant ze achteraf aerodynamisch optimaliseren door verplaatsing van de vortex generatoren.

Een extra voordeel van de VG-airfoils is dat de bladen minder gevoelig zijn voor vervuiling in vergelijking tot conventionele profielen. Schoonmaken is bij grote turbines zeer kostbaar, zeker bij windparken op zee.

De fabrikant krijgt al deze voordelen zonder toename van kosten of complexiteit. Voor een windturbine van 5MW is de meerwaarde ongeveer 200.000 euro. A als de turbine op zee staat, zelfs anderhalf tot twee maal maar zo veel.

Resultaten

De innovator slaagde er in om een serie dikke profielen met vinnen te ontwerpen die aanmerkelijk beter presteren. De innovator gebruikte voor het project speciaal geoptimaliseerde vortex generatoren. Marktpartijen passen de vinnen al twintig jaar toe maar deze zijn doorgaans van inferieure kwaliteit.

Gustave Corten: *‘Meestal zijn het stukjes plastic die niet goed hechten aan het blad en die niet tegen zonlicht kunnen. Als ze niet na een paar maanden wegwaaien, maakt de zon er wel korte metten mee. Daarom ontwierp ik in een voorbereidend project, grotendeels zelf gefinancierd, een compleet nieuw type vortex generator van ander materiaal, met een andere vorm en gehecht met hele andere lijm.*

Dit ontwerp blijkt uit testen in een verouderingsmachine twintig jaar stand te houden. Je verdient het in enkele maanden terug. Ongeveer 6.000 exemplaren draaien nu twee jaar rond op windturbinebladen en niet één exemplaar heeft gefaald.’

Vervolgactiviteiten

Windturbinefabrikant Suzlon heeft op grond van het ontwerp inmiddels een plug gemaakt die de basis is voor een matrijs. Tevens werkt CortEnergy nu samen met fabrikant Lagerwey Wind aan een blad volgens de nieuwe technologie.

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Gustave Corten: *‘Je hebt de aansluiting met de fabrikant keihard nodig. Ik hield dan ook Suzlon en Lagerwey Wind tijdens het project steeds op de hoogte. Het effect van dit soort nieuwe bladontwerpen is buitengewoon groot. De slanke bladen technologie samen met de VG-Airfoils uit dit project leveren ordegrootte 7-8 procent meer opbrengst bij gelijkblijvende kosten. Als je daar als fabrikant niet in meegaat, en dus hetzelfde percentage achterop komt ten opzichte van je concurrenten, is het de vraag of je het nog redt.’*

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Beter ten halve gekeerd dan ten hele gedwaald

Het oorspronkelijke plan was om met een klein aantal CFD-berekeningen (Computational fluid dynamics), een combinatie van een profiel en vortexgenerator te ontwerpen en om die vervolgens te testen in een windtunnel.

Maar gedurende het project, besepte Gustave Corten dat als het model in de windtunnel niet goed zou presteren, het budget verbruikt zou zijn zonder mooi resultaat. Het wijzigen van een windtunnelmodel is namelijk kostbaar. Daarom heeft de innovator het budget voor de windtunnelmetingen ingezet voor een veel uitgebreidere CFD-campagne. Hij voerde maar liefst duizend CFD-berekeningen van elk vier uur uit.

Gustave Corten: ‘Met de oorspronkelijke aanpak hadden we maar één profiel met vortex generator uitvoerig kunnen testen. Dit ontwerp was niet optimaal geweest en de testresultaten zouden dan ook niet zo uitzonderlijk goed zijn geweest. Er zou dan dus ook geen reden zijn geweest om toekomstige rotorontwerpen aan te passen. Die reden is er nu wel, want het resultaat is fantastisch! De toegevoegde waarde van de windtunnelmeting is de laatste jaren afgenomen. In de tunnel zijn allerlei zaken niet representatief voor een echte windturbine: in de tunnel draait het blad niet, het bladmodel is meestal te perfect, de turbulentie is te laag en de tunnelwanden beïnvloeden de resultaten. Daardoor kun je tegenwoordig niet meer hard maken dat tunnelmetingen de betrouwbaarheid van de resultaten serieus verhogen. De uitgebreide CFD-campagne maakte het mogelijk om honderd verschillende vormen te testen, zoiets is in een windtunnel onmogelijk. Alleen door deze koerswijziging hebben we betere VG-airfoils kunnen vinden.’

Waar twijfel is, is waarheid

Gustave Corten: ‘Mijn ervaring is dat als je precies volgens plan werkt, dat je je doel niet bereikt. In elk project kom je namelijk onverwachte obstakels tegen. De kunst is om niet vaste koers te houden in een zee met ijsbergen, maar om er behendig tussendoor te laveren en zo je doel te bereiken. Ik waardeer het dan ook zeer dat RVO.nl flexibel was. Ik kreeg toestemming om van het plan af te wijken zodat we de ijsbergen konden ontwijken. Daardoor bereikten we het doel: windenergie is weer 2,5 procent goedkoper!’

Belang en rol van niet-technische aspecten

In het project is met name kennis van constructie en aerodynamica benut. Als het product klaar is om te produceren en te vermarkten, is kennis van marketing en gebruikersacceptatie belangrijk. **Gustave Corten:** ‘Als je een goed product hebt, moet je het natuurlijk nog bekend maken. Je moet eigenlijk naar alle grote fabrikanten toe om te pitchen, je moet op beurzen staan. Het is niet mijn sterkste punt, ik richt mijn aandacht liever op de technologie-ontwikkeling. De marktintroductie gaat zeker niet vanzelf, het is heel moeilijk om een fabrikant een innovatie te laten adopteren, zelfs bij een laag risico en een groot voordeel.’



Belangrijke vraag is: waarom pakt een fabrikant een innovatie met groot voordeel zo moeilijk op? **Gustave Corten:** 'Ik heb het volgende proces meermalen meegemaakt: De CEO, de beslissing-nemer van een grote fabrikant, kan de innovatie zelf niet beoordelen en vraagt zijn experts van R&D om advies. En dan gaat het fout. De expert die zelf bladontwerpen voor de fabrikant maakt, heeft veel moeite om te verklaren dat een bladontwerp van een andere partij beter is. Zijn werkgever zou misschien wel aan hem gaan twijfelen. Hij vreest zelfs voor zijn eigen positie. Waarom is hij zelf niet met het idee gekomen? Daarom verklaart hij dus dat de innovatie niets waard is. Hij zaait twijfel en stelt allerlei voorwaarden. Er ontstaat vaak echte tegenwerking. Dit is een normaal menselijk proces. Je ziet het op veel plaatsen bij de transitie naar een duurzame energie. De tegenwerking zal overigens niet slagen is mijn ervaring. Een goede innovatie komt uiteindelijk wel op de markt, maar meestal met vijf tot tien jaarodeloze vertraging. Duurzame energie is ook niet meer te stoppen, hoe hard 'de fossielen' ook oppositie voeren.'

Advies voor collega-innovators

Gustave Corten: 'Voorkom dat een CEO de innovatie laat beoordelen door zijn vakexperts, dat heeft namelijk geen zin. Zorg ervoor dat de eindklant, degene die het voordeel heeft van je innovatie, de CEO adviseert. Die eindklant kan de koper van de windturbine zijn, maar ook de aandeelhouder van de fabrikant. Je moet je realiseren dat juist de R&D afdeling een technische innovatie op eigen terrein niet kan beoordelen. Dat geldt natuurlijk niet voor elke R&D-er, want zeker één op de twintig komt wel met een eerlijk oordeel.'

Uitgelicht

- Windturbinebladen mét vortex generatoren winnen het wat betreft opbrengst, kosten en vervuilingsgevoeligheid van windturbinebladen zónder vortex generatoren.
- Vortex generatoren op windturbines dienen van begin af aan onderdeel van een ontwerp te zijn en niet achteraf te worden aangebracht als problemen zich voordoen.



Kerngegevens

Projectnummer:	NEOTo8001
Projecttitel:	Vortex Generator Airfoil
Penvoerder:	CortEnergy
Partners:	Lagerweij Wind
Geïnterviewde:	Gustave Corten , oprichter en eigenaar van CortEnergy
Telefoonnummer:	06 244 038 58
E-mail:	gustave@cortenergy.nl
Website:	www.cortenergy.nl
Looptijd:	april 2010 – december 2012

Sustainable Control: duurzame bedrijfsvoering van windturbines

Doelstelling

Het leveren van de ‘Proof of Principle’ van een nieuwe aanpak om de bedrijfsvoering van offshore windturbines te optimaliseren. Vier innovatieve regelmethoden – die de innovators tezamen de naam ‘Sustainable control’ gaven – moeten leiden tot een hogere betrouwbaarheid en efficiency.

Stoyan Kanev, projectmanager bij ECN, aan het woord: *‘De kostprijs van offshore windenergie moet omlaag. Daarom is het noodzakelijk dat de beschikbaarheid van de turbines sterk omhoog gaat. Ze moeten blijven draaien onder extreme weersomstandigheden. Het is immers zeer kostbaar als molens stil staan. Ook als er sprake is van kleine mankementen, moeten molens kunnen doordraaien. Ongepland onderhoud is namelijk heel duur. De fel begeerde hogere betrouwbaarheid en beschikbaarheid kun je bereiken door onder andere slimme regeltechnieken.’*

Technologie

Moderne windturbines zijn gebaseerd op het zogenoemde ‘geregelde windturbine concept’. Hiermee kun je bladen verstellen en het rotortoeental variëren. Dit biedt uitstekende mogelijkheden voor lagere turbinebelastingen, aanpassing van het turbinebedrijf bij sterk wisselende omstandigheden en continuering bij kleine gebreken. Met Sustainable Control wilden de innovators optimale bedrijfsvoering van offshore windturbines realiseren met de volgende regelmethoden:

‘Optimized Feedback Control’

Deze regelmethode leidt tot minder turbinekosten en minder opschalingbeperking dankzij lagere turbinebelastingen onder

normale bedrijfscondities. **Stoyan Kanev:** *‘Met deze methode worden de bladen zodanig geregeld dat de trillingen van belangrijke componenten worden gereduceerd, wat leidt tot minder vermoeiing. Daardoor krijgen molens een langere levensduur, dalen de onderhoudskosten en kan de elektriciteitsproductie omhoog door langere bladen te gebruiken.’*





‘Fault Tolerant Control’

Deze methode voorkomt onnodige stilstand door integratie van zelfaanpassende regelingen en detectie van component-degradatie. **Stoyan Kanev:** ‘Conventionele molens staan vaak stil doordat er een klein mankement is. Denk bijvoorbeeld aan het uitvallen van niet-kritische software. Of een sensor die stuk gaat. Het is doodzonde dat een gigantische molen dan meteen stilstaat totdat het peperdure onderhoudsteam kan uitrukken. Vaak vallen componenten juist uit bij slecht weer en dan blijven de onderhoudsdiensten aan wal. We ontwikkelden een methode die mankementen vroegtijdig detecteert en vervolgens de regelsoftware aanpast. Dan draait de molen door met gereduceerd vermogen. Dat is veel beter dan stilstaan!’

‘Extreme Event Control’

Zoals de naam al zegt, verlaagd deze methode de turbine-belastingen onder extreme bedrijfscondities. **Stoyan Kanev:** ‘Als het enorm stormt en er zijn hele harde vlagen, schakelen molens vaak ter bescherming automatisch uit. Dat kun je voorkomen door hierop te anticiperen. Hele harde vlagen komen namelijk niet uit de lucht vallen maar bouwen geleidelijk op. Het duurt even voordat het maximum is bereikt. In de tussentijd kan slimme regeltechniek de bladen in de juiste positie zetten zodat te harde vlagen probleemloos passeren.’

‘Optimal Shut-down Control’

Deze regelmethode voorkomt dat schade zich opstapelt bij een ernstig mankement aan de turbine door conditiespecifieke regeling naar stilstand. **Stoyan Kanev:** ‘Als het elektrische net uitvalt, moeten de molens stoppen. Als dat toevallig gebeurt tijdens een hele harde windvlaag kan dat leiden tot extreme belastingen, bijvoorbeeld bij de torenvoet. Nu stoppen molens door de bladen snel te stellen naar de vaanstand. De molen buigt eerst naar achter door de snoeiharde wind, plotseling verandert dan de positie van

de bladen als noodoplossing. Daardoor veert de molen naar voren. Dat betekent een forse belasting van de torenvoet. Door de bladen langzamer van positie te veranderen, kun je dat voorkomen. Dat pakt veel beter uit voor de torenvoet. Door deze innovatieve manier om molen stil te zetten, zijn goedkopere molens mogelijk die ook nog langer meegaan. Door de verlaagde belastingen kan de toren lichter worden gemaakt, dat scheelt weer in materiaalkosten.’

Toegevoegde waarde

Kostprijs en zekerheid van levering zijn de belangrijkste uitdagingen voor offshore windenergie. Energieopbrengst, onderhoudskosten en beschikbaarheid zijn hierin sleutelfactoren. Dit project heeft op al deze factoren een positieve invloed.

Resultaten

In de eerste fasen zijn de innovatieve regelmethode theoretisch uitgewerkt en zijn experimentele modellen ontwikkeld. Vervolgens voerden de innovators experimenten uit met prototypes van turbines van Mitsubishi Heavy Industries om het ‘Proof of principle’ te leveren. Dat is gelukt.

Stoyan Kanev: ‘We ontwikkelden eerst oplossingen op basis van computersimulaties. Dat was de basis. Vervolgens bekeken we of het in de praktijk ook echt werkt zoals voorspeld. We moesten er her en der een mouw aan passen om onze concepten te implementeren, maar dat is normaal. Op het moment dat je theorie toepast, zul je altijd zien dat bepaalde oplossingen van de tekentafel niet werken. Uiteindelijk toonden we flinke belastingreducties aan, zowel wat betreft vermoeiing onder normale omstandigheden als bij extreme belasting. Onze partners zijn ontzettend blij met de resultaten. En daar zijn wij weer trots op!’

Vervolgactiviteiten

Stoyan Kanev: ‘We implementeerden de nieuwe kennis en resultaten in een software tool. Zo maken we de kennis beschikbaar voor de markt. Fabrikanten experimenteren er al mee en voeren meetcampagnes uit. We werken samen met een fabrikant om met onze tool hun regelaars sterk te verbeteren. Dat lukt! We leveren dus nieuwe diensten, nieuwe software en ontwerpen superieure nieuwe regelingen: al met al een sterk vervolg.’

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Stoyan Kanev: ‘Het project heeft belangrijk effecten voor de markt. Je ziet aan de geregelde turbines dat de meeste fabrikanten onze kennis niet hebben. Daarom ontwerpen ze te zware en te dure molens en kampen met obstakels voor opschaling. Met onze software kunnen we betere regelingen ontwerpen voor windturbinefabrikanten. Het vergemakkelijkt het proces, en geeft Marktpartijen toegang tot ‘cutting edge’ technologie, met een hoge prijs-kwaliteit verhouding.’

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Niet op één paard wedden

Stoyan Kanev: ‘Een tegenvaller was het terugtrekken van onze partner Nordex. Zij zouden experimenten ondersteunen. Personeelsgebrek en erg strakke time-to-market schema’s voor hun nieuwe ontwikkelingen waren daar debet aan. Gelukkig pakte dit uiteindelijk goed uit want Mitsubishi was juist verheugd om de rol van Nordex te kunnen overnemen.’

Belang en rol van niet-technische aspecten

Stoyan Kanev: ‘Door de hechte samenwerking met Mitsubishi leerden we veel over de Japanse bedrijfscultuur. We weten nu dat Japanners formeel en strikt zijn, keihard werken volgens de afspraken en dat je altijd precies op tijd moet opleveren. En ze zeggen zo veel mogelijk met zo min mogelijk woorden. Je moet to the point zijn, anders haken ze af. Het was even wennen, maar door ons aan te passen, ontwikkelden we een uitstekende samenwerkingsrelatie met topresultaten. Dat is heel belonend, want we werken inmiddels ook voor andere Aziatische partijen.’

Advies voor collega-innovators

Veel communiceren

Stoyan Kanev: ‘Welk advies zou ik geven aan een collega die een vergelijkbaar project start? Zorg er voor dat je veel contact hebt met alle teamleden en partners. Kom vaak bij elkaar, praat vaak met elkaar. Als een teamlid of partner een tijdje niets hoort, is hij zijn belangstelling in ‘no time’ kwijt. Ook als een partner in een bepaalde fase geen concrete rol heeft, moet je het contact warm houden. Dat hebben we aan den lijve ervaren. De eerste twee jaar hadden we nauwelijks contact met Nordex, dat was niet zo slim want het heeft er zeker aan bijgedragen dat ze hun interesse verloren. Het was ook slim geweest om met RVO.nl vaker contact te hebben. Zo bleek na oplevering van het eindrapport dat ze liever een minder technisch verslag hadden ontvangen. Door de subsidiegever vaker uit te nodigen bij voortgangsvergaderingen kun je verwachtingen beter managen.’

Uitgelicht

De innovators slaagden er in om een pakket van nieuwe regeltechnieken te ontwikkelen en te testen waarmee de kosten van windenergie flink kunnen dalen. De kennis is beschikbaar voor marktpartijen en kan leiden tot een revolutie in regeltechniek bij offshore windparken wereldwijd.



Kerngegevens

Projectnummer: EOSLT02013
Projecttitel: Sustainable Control: duurzame bedrijfsvoering van windturbines
Penvoerder: ECN
Partners: TU-Delft, Mitsubishi Heavy Industry, ALSTOM Wind, Nordex, Gerrad Hassan
Geïnterviewde: **Stoyan Kanev**, projectmanager bij ECN
Telefoonnummer: 0224 564 821
E-mail: kanev@ecn.nl
Website: www.ecn.nl
Looptijd: januari 2006 – juni 2012

Kleinschalige windturbine met venturi en geluidsdemper

Doelstelling

Het leveren van een ‘proof of concept’ van een kleinschalige windturbine met venturi en geluidsdemper.

Robert Snijder, mede-oprichter van donQi, aan het woord: *‘We wilden met het nieuwe bedrijf donQi de wereld veroveren. We maakten kleine windmolens die op daken van huizen en kantoren goed presteren. Doelstelling van het project was om de praktische toepasbaarheid aan te tonen. Wat is de opbrengst? Hoe kunnen we de molen het beste neerzetten? Hoe kunnen we aan vergunnings-eisen voldoen? We onderzochten het geleverde vermogen, de robuustheid, de veiligheid, de effectiviteit van de geluidsdemping en de inpassing in de gebouwde omgeving. Op alle vragen vonden we antwoord, helaas niet allemaal positief.’*

Technologie

Traditionele windmolens zijn vanwege hun formaat en geluid niet geschikt voor de gebouwde omgeving. De donQi Urban Windmill is een compacte windturbine die door gebruik te maken van venturi en geluidsdemping wél goed zou moeten presteren op daken van woningen en kantoren.

Een venturi – ok wel diffuser genoemd – is een vernauwing in een stromingkanaal. De wind krijgt door de vernauwing een snelheidsverhoging en drukverlaging: het ‘venturi effect’, genaamd naar de Italiaanse natuurkundige die het ontdekte. De venturi van donQi richt turbulente wind ook beter op de bladen met het oog op rendement.

DonQi gebruikte een speciaal ontworpen en zeer kleine 2 kW generator. De inverter had een innovatieve besturing. Met slechts één elektronische schakelaar zette de windmolen de generator-wisselstroom om naar hoog-voltage gelijkstroom.

Robert Snijder: *‘De geluidsdemping bevindt zich in de venturi. De venturi zuigt de wind in de molen en verhoogt de windsnelheid. De innovatie levert zo een hogere opbrengst met minder geluids-overlast en een mooie vormgeving.’*

Toegevoegde waarde

Om de torenhoge duurzame ambities van overheden in de woningbouw te realiseren, zijn energiebesparing en gangbare decentrale opwekkers als zonne-energie waarschijnlijk onvoldoende. DonQi wilde daarom windenergie geschikt maken voor de bebouwde kom. De combinatie van een hoger rendement met een minimaal geluid en mooie vormgeving moest dat mogelijk maken. De hoge zichtbaarheid van de donQi Urban Windmill biedt voor bedrijven bovendien een mogelijkheid om zich als duurzaam te profileren.

Resultaten

Het theoretisch CFD (computational fluid dynamics) model berekende een grotere versnelling van de wind en andere stromingspatronen door de venturi dan donQi in de praktijk realiseerde.

Het geluid vormde, subjectief gezien, geen probleem door de geluidsdemper in combinatie met de regeling van het toerental. De molen maakt geluid van 1 à 2 decibel boven omgevingsgeluid.

De deelontwerpen en de samenhang van de deelontwerpen bleken in de praktijk helaas problematisch te functioneren. De constructie met venturi, wieken, generator en omvormer was onvoldoende robuust. De molens bleken niet bestand tegen de dynamische krachten die in het veld optreden. In windrijk gebied waaiden ze stuk, de wieken vlogen er af. In windluw gebied presteerden ze onvoldoende. Ook slaagde donQi er niet in om efficiency en kostprijs in balans te brengen.

Robert Snijder: *‘Zowel de techniekontwikkeling als marktontwikkeling voldeden niet aan onze verwachtingen. We hebben vier verschillende molens op het politiebureau gemonteerd in Rotterdam, maar de werking was telkens net iets anders dan gedacht. De wieken braken daardoor af. Of de motor liep vast. We leerden zo wel heel veel van het gedrag van wind om een gebouw. Dat was dus anders dan de modellen ons voorrekenden. De optimale opstelling van de molen zochten we nog: op welke plek van het gebouw, op welke hoogte en met welke hoek. We waren ook nog bezig met de inpasbaarheid in vergunningen. Het beleid is nog niet duidelijk; logisch want het gaat om nieuwe technologie. De discussies gaven wel meer helderheid.’*

Vervolgactiviteiten

Het onderzoek leverde nieuwe inzichten om kleinschalige windturbines voor de bebouwde kom verder te ontwikkelen. DonQi werkte samen met partners aan de verbetering van

de prijsprestatie-verhouding door kostprijsverlaging van de turbine en door vergroting van de diameter. Samen met de TU Delft werkten de innovators aan de verbetering van de venturi, de wieken, de constructie en het geluidsniveau. In een vervolgproject (EFRO) onderzocht donQi samen met de TU Delft en regionale partners de ideale opstelling en de plaatsingsmogelijkheden van de windturbine.

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Helaas moest donQi surseance aanvragen twee jaar na afronding van het project dat RVO.nl ondersteunde. Het bleek een brug te ver om tegelijkertijd een nieuwe technologie, een nieuw product en een nieuwe markt te ontwikkelen. Een faillissement was onvermijdelijk toen de kosten fors onderschat en de inkomsten flink overschat bleken te zijn. Een nieuwe financier haakte af op het ‘moment suprême’. De realiteit dwong de innovators vervolgens om de handdoek in de ring te gooien.

Robert Snijder: *‘Het hele avontuur is niet voor niets geweest. Er zijn partijen die nog van de nieuwe technologie profiteren. Enkele partners gebruiken de nieuwe kennis voor productontwikkeling. De uitvinder van donQi is in dienst genomen door de TU Delft. In 2013 nam een Engels bedrijf het ‘Intellectual Property’ over om de technologie verder te ontwikkelen. Het lijkt op een processie van Eternach: twee stappen vooruit en één stap terug. Uiteindelijk bereik je zo wel de eindbestemming. Helaas voor ons in de rol van toeschouwer.’*

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

First things first

Robert Snijder: 'We startten dit project om te bewijzen dat onze technologie werkt in de praktijk. Daarin zijn we niet geslaagd, is de koude constatering. We zijn met een product de markt op gegaan dat nog niet marktrijp was. Als ik het opnieuw kon doen, zou ik me eerst volledig richten op de technologie-ontwikkeling. Vervolgens pas op de product-ontwikkeling. En daarna had ik mijn pijlen gericht op de marktontwikkeling. Belangrijke les is om met marketing en sales te wachten tot je product af is. Start met kleine aantallen en schaal daarna pas op. Wij hebben honderden molens verkocht die nog niet goed genoeg waren, dat veroorzaakte enorm veel problemen. Je moet deze fasen in de juiste volgorde uitvoeren. Voor het hele traject heb je zeker tien jaar nodig. Het vergt een lange adem en krachtige financiering.'

Reputatie komt te voet en gaat te paard

Robert Snijder: 'Een veel gemaakte fout van innovators is om in het laboratorium te blijven steken. De techniek kan immers altijd nóg beter. Maar wij hebben de sprong naar de markt juist te vroeg gemaakt. We waren te optimistisch. Goede timing is cruciaal. De berichten over falende windmolens waren funest voor het vertrouwen van marktpartijen en klanten: 'Doet de Urban Windmill het wel in mijn situatie? Kloppen de cijfers van donQi over het rendement?' Zo beschadigden we zelf de reputatie die we met moeite opbouwden. Het bleek heel lastig om de juiste balans te vinden.'

Multidisciplinaire samenwerking

DonQi had zelf de kennis in huis van de technologie, van management en van marketing en sales. Wat miste was projectmanagement expertise en ondernemerservaring.

Robert Snijder: 'Terugkijkend denk ik dat we te veel werkten op basis van trial en error. Door vanuit projectmanagement duidelijk fasen te identificeren en die van elkaar te scheiden met zogenaamde 'gates', krijg je meer grip op het proces. Je kunt dan met financiers beter afstemmen over deelprojecten en steeds 'go-no go' beslissingen nemen op basis van gate reviews.'

Advies voor collega-innovators

Samen sta je sterk

Wat moet je bij een dergelijk project absoluut doen om succes te hebben? **Robert Snijder:** 'Het was slim geweest om eerder een strategisch partner in de arm te nemen. Dan hoef je niet én de techniek, én het product én de financiering én de markt zelf te ontwikkelen. Dan heb je al een sales- en distributienetwerk. Wij deden alles zelf. En alles voor de eerste keer. Dat bleek een te moeilijke opgave.'

Time out

'We creëerden geen ruimte om te reflecteren en een time out te nemen. De subsidie van het Europees fonds voor regionale ontwikkeling (EFRO) duwt je in een strak keurslijf om mijlpalen te halen. Het zou goed zijn als de subsidieverstrekker kritisch naar de timing kijkt als het moeilijk blijkt te gaan. Maar je moet dus zelf op de rem trappen. En dat deden we niet. Het is een belangrijke les: als je voelt dat het niet gaat, geef dat duidelijk aan en kijk samen met financiers en partners naar de mogelijkheden om het proces te vertragen en oplossingen te zoeken.'

Ondernemen is een vak apart

Om als MKB een nieuwe markt te ontginnen met nieuwe technologie is heel moeilijk. **Robert Snijder:** *'Ik bouwde mijn expertise op bij grote bedrijven. Daar vind je voor goede ideeën wel voldoende financiering. We zijn onvoldoende creatief omgegaan met geld door meteen groot te denken. Als MKB ondernemer moet je juist stapje voor stapje het product en de markt ontwikkelen. Het was mijn eerste ondernemersavontuur. Ik heb wel veel tips van andere technostarters gehad, maar dat was niet voldoende. Je herkent de problemen pas als je ze zelf ervaart. Daarom had ik graag een ervaren ondernemer aan mijn zijde gehad. Bijvoorbeeld als coach.'*

Uitgelicht

- De innovators richtten zich niet alleen op de Nederlandse markt, maar verkochten ook windmolens in Spanje, Portugal, Duitsland, Frankrijk, Zuid-Afrika en Mexico.
- Het Financieel Dagblad koos donQi als wereldveroveraar en volgde het bedrijf. Dat leverde veel publiciteit op.



Kerngegevens

Projectnummer: NEOTO4003
Projecttitel: Onderzoek en ontwikkeling voor een kleinschalige windturbine met venturi en geluidsdemper
Penvoerder: DonQi
Partners: TU Delft, NLR, Van Karmann Institute, Betronic, Elsto, Magnetic Innovations, Creussen Motor Technology, PIAK, VDL Wientjes, Light Weight Structures, AWA Molding, HES Silicones BV
Geïnterviewde: **Robert Snijder**, mede-oprichter van donQi
Telefoonnummer: +32 (0)473 852 174
E-mail: Robert.Snijder@eur.bosal.com
Website: www.donqi.nl
Looptijd: april 2008 – december 2010

Overzicht afgeronde projecten Zon-PV



Titel	Aanvrager Naam	Start	Einde	Referentie
Innovatief renoveren met pvt	Stichting Woonwaard Noord-Kennemerland	nov-06	dec-09	DEMO01018
<u>Flexibele zonne-energie</u>	<u>Helianthos</u>	<u>aug-07</u>	<u>dec-11</u>	<u>DEMO07015</u>
Czeers MK1: Compromisloze duurzaamheid	Czeers Solarboats	mei-07	nov-11	DEMO08024
Hi-Rase (High-Rate deposition of Amorphous Silicon using RF modulated Expanding thermal plasma)	Technische Universiteit Delft	jun-05	feb-10	EOSLT01006
Ultra low cost PV	Energieonderzoek Centrum Nederland	mei-05	feb-09	EOSLT01013
High deposition rate micromorph cell in a powder free regime on a large area	Universiteit Utrecht	aug-05	mei-10	EOSLT01035
Silicon base superlattices with spectrum selective absorbers (SELECT)	Technische Universiteit Delft	jan-06	feb-11	EOSLT02028
QC Passi (Quantum Cutting and Passivation for Back-Contacted Hetero-junction Cells)	Energieonderzoek Centrum Nederland	jan-06	dec-09	EOSLT03011
Zonnecellen van Organische Multi-juncties met hoog EnergieRendement (ZOMER)	Rijksuniversiteit Groningen	aug-06	aug-10	EOSLT03026
Zeldzame-aard gedoteerde silicium nitrides: een nieuwe klasse spectrale conversie materialen t.BV rendementsverhoging van silicium zonnecellen	Technische Universiteit Eindhoven	jan-06	jun-10	EOSLT03028
AURORA	Scheuten Solar Holding	apr-06	mrt-08	EOSLT04027
Light management in thin-film solar cells (LIGHT-IN)	Technische Universiteit Delft	jan-07	aug-11	EOSLT04029
Thin Film Solar Cells on Paper	Universiteit Utrecht	jul-06	jul-10	EOSLT04030
Efficient areal organic solar cells via printing (PowerPlastic)	Technische Universiteit Eindhoven	jul-08	dec-10	ERAPV01005
In-line depositie oven	Smit Ovens	nov-08	mei-10	KTOH01031
Hoger rendement zonnecellen door efficiënt gebruik van licht	Solar-Excel	jun-09	mei-10	KTOH02029
De Zink Waterstof Peroxide Zonnecel	Dr. Ten	jul-09	dec-09	KTOH02042
Kunststoffen voor Zonnepanelen	Solinso	jun-10	apr-11	KTOH03009
PV-GIDS	Solar Electricity Development	okt-10	mei-11	KTOH03012
Hoog efficiënt en goedkope amorf silicium zonnecellen	Om&T	okt-08	sep-11	KTOT01028
PVTE hybride: verhoging van het rendement van fotonische modules door toepassing van thermoelektrische materialen	Universiteit Utrecht	okt-07	jun-08	NEOH02007
Import van Duurzame Energie uit de Sahara (IDES)	KEMA Nederland	jan-09	dec-09	NEOH03017
Low cost solar panel using Micro Line Concentrator	M.H. Mensink Beheer	jul-09	jul-10	NEOH04002
A new design concept for Static Concentrated PV	Gelanus	jul-09	dec-09	NEOH04011



Titel	Aanvrager Naam	Start	Einde	Referentie
Testopstelling SunCycle	SunCycle Technology	sep-06	sep-07	NEOT01002
Onderzoek Small Bandgap Oxides voor betere benutting lichtspectrum bij fotokatalytische watersplitsing	Spyke Solar Cells	okt-06	jun-08	NEOT01003
CIS-FEC	Advanced Surface Technology	jan-07	mei-08	NEOT01007
A novel 3-dimensional solar cell design with self-aligned, ordered Carbon Nanotubes in combination with a Dye	Universiteit Utrecht	sep-07	okt-09	NEOT01017
Onderzoek zonnecel met geïntegreerde energieopslag voor decentrale energieopwekking in bebouwde omgeving	Nano Energy Europe	sep-07	dec-08	NEOT02012
Onderzoek verhoging rendement zonnecellen door up- conversion van energie uit zonlicht in Multi Intermediate Bandgap zonnecel (MIB-UC)	Advanced Surface Technology	jul-07	dec-08	NEOT02013
Reversed electron transfer for organic photovoltaic devices	Technische Universiteit Delft	okt-08	dec-09	NEOT03013
Onderzoek naar TiO ₂ -nanotube-gestructureerde PV zonnecellen: zeer snelle afvoer van gevormde elektronen en gaten (nanotubebed zonnecel-project)	Advanced Surface Technology	nov-07	apr-09	NEOT03018
An elegant enhancement scheme for thin-film solar cells	Universiteit Utrecht	sep-08	aug-10	NEOT04002
Nieuwe Elektrochemische Silicium Depositie-technologie: een oplossing voor goedkoop silicium en dunne laag zonnecellen	Dr. Ten	jan-09	jun-11	NEOT05010
Onderzoek naar Transparante CIS zonnecellen voor toepassing op daken kassen	Thin Film Factory	nov-08	okt-10	NEOT05011
Nano-concentrator zonnecellen	Technische Universiteit Eindhoven	aug-09	jul-11	NEOT06003

Projecten Zon-PV afgerond 2012-2013

Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Haalbaarheid van een nieuw dakgeïntegreerd zonne-energieconcept	Gebr. Kooy BV	2010	2012	KTOH03013
Multi Solar +	Roth & Rau BV	2009	2012	KTOT02060
Onderzoek naar nieuw concept voor Hot Carrier zonnecel	Thin Film Factory BV	2010	2012	NEOT08017

Flexibele en lichtgewicht zonne-energie

Zon-PV



Doelstelling

Het demonstreren dat innovatieve dunne film zonnecelfolie voldoet aan eisen en installatiemogelijkheden en aantonen dat de technologie een acceptabele opbrengst levert.

Technologie

Helianthos, een voormalige dochter van Nuon, ontwikkelde in eerdere fasen dunne film zonnecelfolie. Het team werkte daarbij samen met toonaangevende partners als de TUDelft. Het nieuwe flexibele materiaal bevat ultradunne actieve lagen van amorf en micro-kristallijn silicium.

Het demonstratieproject startte met de productie van flexibele zonnecellaminaten. Het projectteam installeerde vervolgens het product en testte het op gebruikaspecten en prestaties.

Toegevoegde waarde

De kostprijs van zonne-energie is nog te hoog. Dit komt met name door de productiekosten van de zonnecelpanelen. Daarnaast zijn de meeste panelen zwaar door de gebruikte glasplaten. Dat beperkt de toepassingmogelijkheden.

Productie van flexibele modules in de vorm van dunne folie is op industriële schaal goedkoper dan de productie van zonnecelpanelen op basis van mono- en polykristallijn silicium. De folie is veel lichter. Doordat de folie onbreekbaar is, is het bijzonder geschikt voor integratie in bouwmaterialen en andere producten. Kortom: een scala aan voordelen maakt het een geduchte concurrent van conventionele systemen.

Pieter Veltman, CEO van Hyet Solar aan het woord:

‘Door integratie in andere producten benutten we de sales en distributiekkanalen van andere partijen. Zo liften we mee op de kracht van andere aanbieders. We gebruiken alleen standaardmaterialen: silicium, tin, aluminium, zink. Geen exotische materialen waar concurrerende technologieën mee werken. Het is dus ook ecologisch gezien een heel gunstig product.’

Resultaten

Het project toonde aan dat de zonnecelfolie zowel voldoet aan de veiligheidseisen als aan de prestatie-eisen. Ook slaagde het nieuwe product voor de verouderingstests. Ervaren dakdekkers beoordeelden de installeerbaarheid als uitstekend. Dat is een belangrijke succesfactor: veel producten falen bij de marktintroductie omdat er voor cruciale spelers nadelen aan kleven. Als één van de schakels in de keten het niet ziet zitten, blijft een innovatie doorgaans op de plank liggen.

Vervolgactiviteiten

Net toen het project de afrondingsfase naderde, besloot Nuon om Helianthos af te stoten. Er brak een onzekere tijd aan voor de innovators. Gelukkig bood het demonstratieproject munitie om partijen te vinden om de doorstart te financieren. Sinds HyET het roer overnam, richt het team zich op het ontwikkelen van nieuwe productietechnologie. Het maken van prototypes op kleine schaal is immers een compleet andere exercitie dan commerciële massaproductie. De innovators willen sneller, efficiënter en goedkoper het product kunnen maken.

Jos Lenssen, Chief Operations Officer van Hyet Solar aan het woord:

'Ik was op huwelijksreis aan de andere kant van de wereld toen ik het nieuws kreeg dat Nuon de stekker uit Helianthos trok. De rest van mijn Honeymoon zat ik aan de telefoon. Het was pittig. Ik maakte met Edward een nieuw businessplan. Gelukkig waren we met zijn tweeën: we vingen elkaar op en steunden elkaar want je krijgt wel klappen in zo'n proces. Financiering krijgen is ontzettend lastig. Als je bij banken aanklopt, zeggen ze: 'Je hebt alleen een prototype, er is nog geen verkoop, dat zien we niet zitten'. Daarom zochten we een investeerder die gelooft in onze technologie. Met het demonstratieproject konden we laten zien dat we één vogel in onze hand hebben in plaats van tien vogels in de lucht!'

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Pieter Veltman: *'We gaan in onze eerste grote fabriek tweehonderd hectaren folie per jaar produceren. Dat is slechts een 0,5 procent van de markt. Je leert heel veel van de productie op commerciële schaal. De tweede, derde en vierde fabriek zullen nog niet de helft kosten van de eerste. Je kunt dan met minder processtappen en compactere machines veel sneller en goedkoper produceren.'*

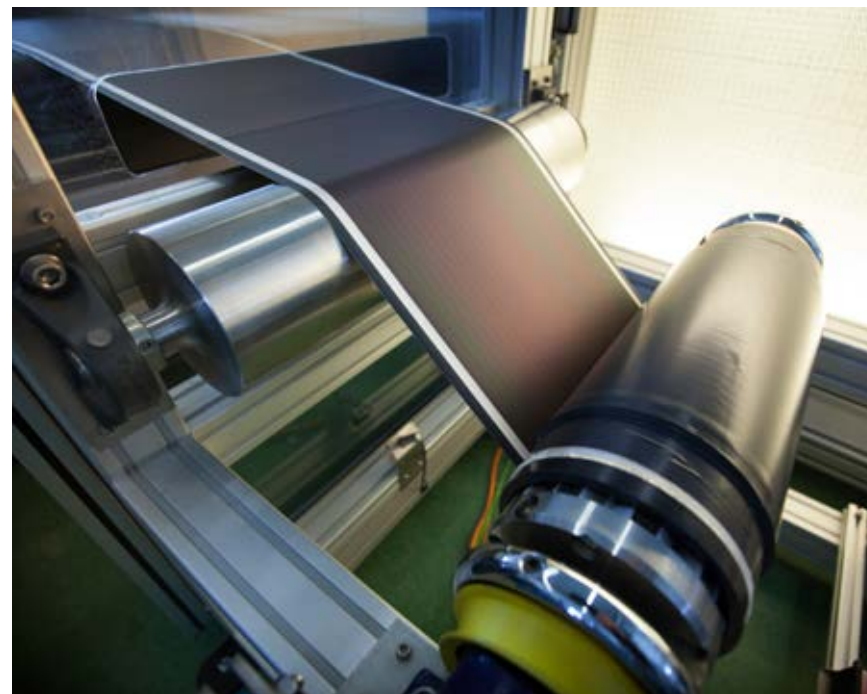
Edward Hamers, Chief Technology Officer van Hyet Solar aan het woord:

'Op termijn gaat onze innovatie de markt op zijn kop zetten. Ik weet zeker dat flexibele technologieën de markt zullen veroveren. Het is goedkoper, makkelijker en er zijn veel meer toepassingsmogelijkheden. Je kunt het makkelijk op rol transporteren. We integreren het met bijvoorbeeld met bitumen dakbanen. Dat betekent dat je tegelijkertijd een dak kunt bedekken én zonnepanelen aanleggen. Dat is veel efficiënter.'

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Geen zout in de zee strooien

Het was een uitdaging om aan normen en eisen te voldoen omdat ze bedoeld zijn voor glazen panelen. **Pieter Veltman:** *'We voerden veel gezonde technische discussies met keurende instanties. Je hebt bij een glazen paneel bijvoorbeeld de fameuze eikenbladtest. De cellen zijn geschakeld en je moet voorkomen dat als je één cel met een blad bedekt, de hele serie het niet meer doet. Bij onze technologie speelt dat helemaal niet. We hoeven niet te voldoen aan normen die geen enkele praktische waarde voor onze technologie hebben. Zo is een windtest van 140 km/h voor onze folies ook niet relevant.'*





Wie gauw gelooft, is gauw bedrogen

Het vinden van geschikte partijen om mee samen te werken, is een lastige klus. **Pieter Veltman:** 'Allerlei mensen benaderen ons. Ze willen met ons praten, komen langs en beloven gouden bergen. Er zitten veel charlatans tussen. Die moeten we er uit zien te filteren. Hoe slimmer de charlatan, hoe lastiger het is om hem te herkennen. We moeten dus echt op onze hoede zijn. Je hebt technuten met een inhoudelijke drive die continu willen zoeken naar mogelijkheden om het nog nèt iets beter te maken. En je hebt de goudzoekers; die zien alleen dollartekens. Maar er komen ook duo's bij ons langs: een technut die samen met een charlatan-goudzoeker opereert. Goudzoekers zijn gevaarlijk omdat zij niet begrijpen dat het vele jaren kost om de productietechnologie en markt serieus te ontwikkelen. Ze willen gewoon snel veel geld verdienen en voegen niets toe.'

Hoe hebben de innovators de 'charlatan-valkuil' vermeden? **Jos Lenssen:** 'Door zeer selectief te zijn. Je moet goede vragen stellen. Welke partijen kunnen echt iets inbrengen? Welke bewezen expertise heeft een machinebouwer? We gaan pas in zee met partijen als we antwoord op die vragen hebben. We gaan altijd zelf kijken bij de bedrijven. We vragen om referenties. Ons eigen oordeel is het belangrijkste. We hebben nu tientallen partnerships: met leveranciers, ontwikkelpartners, machinebouwers en onderzoeksinstituten. Goede selectie is een cruciale stap.'

Tunnelvisie vermijden

Jos Lenssen: 'Onze nieuwe financier gelooft heilig in de markt voor ons product. Opeens zagen we mogelijkheden in veel marktsegmenten. We hielden eerder krampachtig vast aan één type product. Door onze tunnelvisie misten we kansen. Logisch, je stelt targets, het staat zwart op wit. Sinds de doorstart hebben we zoveel geleerd over de keuze van materialen en het beperken van verliezen in de productie. Die lessen leer je niet in het lab.'

Belang en rol van niet-technische aspecten

Goede samenwerking door respect en openheid

Pieter Veltman: 'Wat is het geheim van een goede samenwerking? We blijven open naar elkaar, respecteren elkaar en beseffen ons dat elke discipline zijn eigenaardigheden heeft. Het helpt dat we een klein team hebben met één gezamenlijk doel. We creëerden een cultuur waarin iedere mening telt, waarin mensen de ruimte krijgen, waarin iedereen zijn bijdrage kan leveren. Je hoeft het niet eens te zijn met elkaar. We moeten vaak beslissen, snel beslissen en kunnen weinig fouten maken. Als CEO moet ik kunnen inschatten wanneer het oordeel van een ander wijzer is.'

Overleven 'Valley of Death'

De Valley of Death is de fase waarin een start-up er keihard aan werkt om de technologie commercieel te produceren, maar inkomsten nog ontbreken. Het neerzetten van de eerste fabriek is een dure grap, het is de meest kostbare stap van het hele innovatietraject. Financiers in Nederland investeren graag in de ontwikkeling van technologie. Maar de ontwikkeling van productiecapaciteit laat iedereen links liggen, daar moeten marktpartijen zelf maar voor zorgen.

Pieter Veltman: 'De Nederlandse overheid investeert enorm in technologie-ontwikkeling. Vervolgens ontbreekt kapitaal om de sprong naar de markt te maken. Dat is zonde! In Amerika kunnen bedrijven een 'loan guarantee' krijgen van de overheid. Hier niet. In onze fabriek hebben we straks proces operators nodig, dat betekent hoogwaardige en structurele werkgelegenheid. Waar gaan we deze fabriek bouwen, hier in Nederland of elders? We zien in andere landen buiten de EU dat overheden wél bedrijven helpen om technologie commercieel te produceren. Juist de stap van technologie naar commerciële massaproductie heeft aandacht nodig.'



Jos Lenssen: ‘De innovatieketen is in Nederland niet gesloten. De overheid ondersteunt kennisontwikkeling, maar om die kennis te borgen, moet je de technologie op commerciële schaal produceren. Als je de kennis verkoopt en de productie aan een ander overlaat, vervliegt het. Het productieproces en de terugkoppeling van alle fouten en successen levert waardevolle inzichten voor de volgende stappen.’

Advies voor collega-innovators

Laat ‘goed’ niet de vijand zijn van ‘perfect’

Innovators staan voortdurend voor de keuze tussen ‘verder perfectioneren’ of ‘de markt betreden met een suboptimaal product’. Te vroeg de markt op gaan is dodelijk; in het lab blijven steken eveneens. **Pieter Veltman:** ‘We kijken steeds kritisch naar plannen om de technologie te optimaliseren. Is een bepaalde stap noodzakelijk? Het kan namelijk altijd nog beter. Maar laat goed niet de vijand zijn van perfect. Als een suboptimale versie voor klanten goed genoeg is, moet je het diepe in. De kunst is om op het juiste moment te kiezen voor een ‘design freeze’. Je bewaart goede ideeën dan voor de volgende versie. Bij Helianthos wachtten we te lang met de sprong naar de markt. In 2005 bereikten we al een efficiency waar marktpartijen in 2011 nog jaloers op waren.’

Edward Hamers vult aan: ‘Na de doorstart beseften we ons dat we kansen hebben gemist. De eerste processtap leverde al veel eerder een sterk halffabrikaat op: een mooie dunne transparante geleidende folie. Het was jarenlang een frontrunner voor wat er in displays mogelijk was. Als we dit halffabrikaat op de markt hadden gebracht, was dat een succes geweest. Dan tilden we dit deelproces al naar industrieel niveau en waren de kopzorgen voor andere processtappen veel minder geweest. Grijp dus die kans om een spin-off van je innovatie te vermarkten als die zich voordoet.’

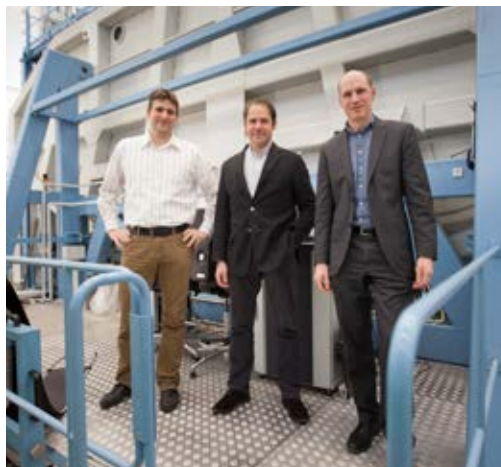
Liever kleine stappen dan een grote sprong

Edward Hamers: ‘De grootste valkuil is om té innovatief te willen zijn. Dan moet je al je processen, materialen en machines tegelijkertijd uitvinden. Je kunt voor high risk – high potential gaan. Of je kunt de markt zo snel mogelijk bestormen en vervolgens de innovatie met kleine stappen verbeteren. Dat laatste heeft meer kans op succes.’



Uitgelicht

- De folie is geschikt voor allerlei producten en nieuwe toepassingen. De innovators bekijken bijvoorbeeld of de innovatie geschikt is voor het afdekken van vuilstortplaatsen.
- Een dakbedekkingproducent gaat het integreren in zijn product. Er is een enorm potentieel van platte daken wereldwijd die niet geschikt zijn voor conventionele systemen maar waar de folie uitstekend presteert. Ikea testte een proefopstelling.
- Een groot staalbedrijf doet trials met dak- en gevel-elementen bedekt met de folie.
- Het materiaal is ideaal om te integreren op afdekfolies van waterbassins, met name een belangrijke markt in het Midden-Oosten.
- Een Italiaanse firma doet trials om snelweg geluidswallen te bedekken, de energie gaat naar verkeersapparatuur en verlichting.
- Er worden proeven gedaan om de folie te integreren in tenten van vluchtelingenkampen. Elektriciteit maakt het leven een stuk aangenamer en verlichting vergroot de veiligheid.



Kerngegevens

Projectnummer: DEMO07015
Projecttitel: Flexibele zonne-energie
Penvoerder: Helianthos BV (nieuwe bedrijfsnaam: Hyet Solar)
Partners: KEMA, KIWA en TUeV Rheinland
Geïnterviewden: **Pieter Veltman** (CEO), **Edward Hamers** (CTO), **Jos Lenssen** (COO)
Telefoonnummer: 026 362 39 44
E-mail: pieter.veltman@hyetsolar.com
Website: www.hyetsolar.com
Looptijd: augustus 2007 – december 2011

Doelstelling

Met een testopstelling aantonen dat een nieuwe manier om zonlicht te concentreren, met een roteerbare lens en een roteerbare spiegel, in de praktijk werkt en voldoende elektrische en thermische opbrengst heeft. Een tweede doelstelling was om inzicht te krijgen in de kostprijs van het systeem.

Peter Penning, mede-oprichter van SunCycle, aan het woord:

‘Op zich is de concentrortechneek niet nieuw. In zonnrijke gebieden passen marktpartijen het soms al toe, maar de systemen zijn te groot om op daken te plaatsen. Bovendien moet de energie vaak over grote afstanden getransporteerd worden naar de eindgebruiker. Ons systeem is plat en functioneert zowel op platte als schuine daken. Met dit project wilden we de weg effenen voor grootschalige productie. Daar zijn we in geslaagd!’

Technologie

Het SunCycle zonnepaneel concentreert zonlicht met behulp van een intern bewegingssysteem. Het grote voordeel daarvan is dat het systeem dus zelf niet hoeft te draaien waardoor de mogelijkheden om het te installeren enorm toenemen. Een paneel bevat een prisma om het licht af te buigen en een paraboolvormige spiegel die het licht bundelt naar een zonnecel. Bij bijna alle standen van de zon, concentreert deze techniek het zonlicht door rotatie van de lens en van de spiegel.

De innovators gebruikten III-V concentratorcellen. Deze zonnecellen uit de lucht- en ruimtevaart hebben het hoogste rendement. Ze zijn duur maar door het zonlicht te concentreren is er veel minder zonnecel nodig: slechts één vierkante centimeter per duizend vierkante centimeter zonnepaneel.

De cellen genereren met het geconcentreerd zonlicht niet alleen duizend keer zoveel stroom als een gewone zonnecel. De SunCycle-zonnepanelen leveren ook thermische energie om water te verwarmen.

Toegevoegde waarde

Het rendement van SunCycle-zonnepanelen ligt veertig procent hoger dan de conventionele zonnepanelen. Omdat de panelen ook thermische energie produceren is er nog maar één systeem nodig om een huishouden van elektriciteit en warm water te voorzien. Dat is uniek.

Doordat de innovatieve panelen plat zijn, is de technologie breed inzetbaar. Voor het oog is de installatie onbeweeglijk. De fysieke technologie blijft eenvoudig, alle complexiteit zit in de aansturing. Dat minimaliseert de kans op storingen en verhoogt de levensduur.

De hoge kostprijs van conventionele systemen is een gevolg van de kostprijs van halfgeleiders. De hoeveelheid halfgeleidermateriaal, nodig voor een SunCycle-zonnepaneel, is 99,9 procent lager vergeleken met gewone panelen. In plaats daarvan komen goedkope materialen als kunststof en aluminium. Het gebruik van de milieubelastende stoffen zoutzuur en trichlorosilaan wordt zo ook vermeden.

Resultaten

Het paneel functioneerde in de praktijk zoals was berekend. Bij alle zonstanden, met uitzondering van lage zon, kan zonlicht worden geconcentreerd. Ook bleek dat de kosten op het verwachte niveau liggen.



Peter Penning: ‘We hebben heel veel geleerd van het project. We toonden aan dat de technologie werkt. Ook verkregen we inzicht in de kostprijs en de mogelijkheden om die laag te houden. Samen met de Radboud Universiteit leerden we hoe je dit soort panelen kunt testen en hoe je goede metingen kunt doen. Het is namelijk moeilijk om evenwichtige zonnestrallen na te bootsen in het lab. We gebruikten een zonnebundel van zestig bij zestig centimeter om tests mee uit te voeren. Die staat nog op de universiteit voor vervolgonderzoeken.’

Vervolgactiviteiten

De resultaten waren dermate positief, dat de tijd rijp was om te werken aan de voorbereiding van massaproductie. De innovators ontwikkelden samen met partners de productie-technologie. Het bedrijf kreeg daarbij steun van het Pieken in de Delta-programma. Hierop aansluitend startte SunCycle met een Europees innovatieproject. Een internationaal consortium werkt nu hard aan een volautomatische massa-productielijn voor het SunCycle-paneel.

Peter Penning: ‘Na het succes van het demoproject onderzochten we hoe we de componenten van onze panelen kunnen produceren. We zagen in dat ons systeem eigenlijk een omgekeerde koplamp is. Immers, in plaats van licht uit één punt om te zetten in een bundel, zoals een koplamp, richt onze technologie het licht uit een bundel op één punt. Wie kan het beste koplampen maken? De auto-industrie! We verdiepten ons ook in de vraag hoe je er voor kunt zorgen dat een systeem met bewegende kunststof delen twintig jaar probleemloos blijft functioneren. Welke plastics kunnen hier goed tegen en zijn bestand tegen zonlicht? Ook op deze vragen weet de auto-industrie bij uitstek het antwoord. We waren dan ook blij dat we een partner in deze bedrijfstak vonden: het Oostenrijkse bedrijf Voestalpine. Stap voor stap verzamelden we zo de munitie om samen met industriële partners onze panelen commercieel te kunnen produceren.

We slaagden er in 2012 in om alle componenten met massaproductie te maken. In 2013 werkten we aan de assemblage. In 2015 is de volautomatische massaproductielijn operationeel.’

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Het effect voor de markt op termijn kan groot zijn. Al in 2015 kunnen er jaarlijks één miljoen SunCycle-panelen worden geproduceerd. Ondertussen zitten de innovators niet stil, maar werken hard aan de verhoging van de efficiency van de panelen en verlaging van de kostprijs. Daarbij lift het bedrijf mee op de voortschrijdende ontwikkeling van de efficiency van het type III-V-zonnecellen, dat nu al op 45 procent ligt. In deze ontwikkeling hoeft SunCycle zelf niet te investeren.

Peter Penning: ‘We geloven er heilig in dat zonne-energie de belangrijkste energiebron zal zijn in de toekomst. Waarom? Het ligt voor het oprapen, in één uur komt er genoeg zonne-energie op onze planeet om de hele wereldbevolking een jaar lang van energie te voorzien. Er wordt veel in geïnvesteerd. Chinese leveranciers domineren de markt. In de USA en EU zijn zware klappen gevallen, veel bedrijven hebben het loodje gelegd. De prijzen zijn sterk gedaald en panelen verschijnen op ontzettend veel plekken. Maar er wordt nog steeds maar een fractie van de zonne-energie gebruikt, gelukkig is er plaats voor veel systemen. Onze kracht is dat we zowel elektriciteit als warmte produceren voor een lage prijs. Dat opent allerlei nichemarkten zoals bijvoorbeeld de agrarische sector. De opgewekte warmte kan daar benut worden voor mestverwerking. Met de eerste miljoen panelen veroveren we slechts 0,1 procent van de markt, maar je moet niet harder rennen dan je aankunt. Waar zijn we als organisatie toe in staat? Dat moet je goed op je netvlies hebben. De verwachtingen voor de toekomst zijn hoog gespannen, er is bijvoorbeeld veel interesse uit het Midden Oosten. We rollen de marktintroductie en de opschaling



van de productie stap voor stap uit. Wij zien onszelf als doorontwikkelaars van de technologie. De tweede generatie is in zicht en met het SunCycle-paneel 3.0 is al een start gemaakt.'

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Economisch zwaar weer leidde tot vertraging

De economische recessie maakte het moeilijk. **Peter Penning:** 'Alle technische obstakels konden we oplossen. Maar de recessie gooide roet in het eten. Banken en financiers zijn veel kritischer geworden. Het was lastig om investeerders te vinden, het kostte veel tijd en het vertraagde onze plannen. Nederlandse investeerders haakten af. Gelukkig bood een Canadese partij uitkomst. Ook onze Oostenrijkse partner uit de auto-industrie twijfelde lange tijd door de malaise in de zonne-energiemarkt. Ze zijn uiteindelijk toch met volle overtuiging aan boord gestapt zodat we nu de massaproductie kunnen klaarstomen.'

Valley of Death

Wat zijn andere valkuilen die vermeden moeten worden?

Peter Penning: 'Je moet rekening houden met de 'Valley of Death'. Voordat je een goed idee op de markt kan brengen, is er een forse investering nodig terwijl je nog niets verdient. Je bent afhankelijk van mensen die in je technologie geloven. We hadden toezeggingen van banken maar die konden ze niet nakomen toen in 2008 de crisis intrad. Door de focus van het bedrijf helder en realistisch te houden en door te roeien met de riemen die we hebben, overleefden we deze moeilijke fase. Het hielp ons om partners te zoeken die goed zijn op gebieden die niet onze specialiteit zijn. We hanteren een samenwerkingsmodel: SunCycle focust op de technologie-ontwikkeling, maar de ontwikkeling van de productietechnologie en de verkoopkanalen laten we over aan partijen die daar in uitblinken.'

Belang en rol van niet-technische aspecten

Multidisciplinaire samenwerking lukt als het klikt

Peter Penning: 'Het project dat RVO.nl subsidieerde was puur technologisch gedreven. Maar in 2010 verrichtten we al marktonderzoek en ook in het EU-project speelde marktonderzoek een belangrijke rol. Welke nichemarkten zijn er, met welke partijen kunnen we de markt betreden, welke strategie is effectief? Nu we dicht bij de marktintroductie komen, hebben we ook commerciële en financiële mensen in dienst. Het vinden en binden van partners en klanten is een vak apart. We hebben de verantwoordelijkheden helder verdeeld. Wekelijks sluiten we het kort, dan zitten we rustig om de tafel om alles goed door te spreken en af te stemmen. Je moet er voor zorgen dat je de kennis in huis hebt, maar minstens zo belangrijk is dat het klikt tussen de specialisten.'

Advies voor collega-innovators

Schoenmaker blijf bij je leest

Peter Penning: 'Welk advies zou ik geven aan een collega die een vergelijkbaar project gaat starten? Schoenmaker, blijf bij je leest! Met het demoproject wilden we bewijzen dat het werkt in de praktijk. Wij hebben als technische specialisten de neiging om in alle randgebieden te duiken. Je krijgt veel 'aha-momenten' en dan wil je dolgraag verder onderzoek doen. Maar soms moet je je even terugtrekken en het doel weer helder voor ogen krijgen. Zijn we nu met een omzwerping bezig? Moet dat echt nú? Of kan het ook later? Zonder focus komt het product nooit op de markt. Ik raad ook aan om in een vroeg stadium heel concreet te kijken welke elementen er in je technologie zitten. Er zijn meestal al partijen die in bepaalde bouwstenen zijn gespecialiseerd, daar kun je beter meteen mee samenwerken. Dan hoeft je het wiel niet uit te vinden. We hadden dus eerder een partnership met de auto-industrie kunnen zoeken.'



Maar innovatie zal altijd een kwestie van vallen en opstaan blijven, je kunt het niet in één keer goed doen. Zorg daarom voor voldoende uithoudingsvermogen!

Uitgelicht

- SunCycle heeft een zonnepaneel gemaakt met een zeer hoge efficiency en lage productiekosten. SunCycle is het eerste systeem dat tegelijkertijd elektriciteit als warmte produceert.
- SunCycle was in 2012 een van de genomineerden voor een Dutch Solar Award in de categorie Industry Development.



Kerngegevens

Projectnummer: NEOT01002
Projecttitel: Testopstelling SunCycle
Penvoerder: SunCycle Technology BV
Partners: Radboud Universiteit, Institute for Materials and Molecules, BTU Technology, Penning Beheer
Geïnterviewde: **Peter Penning**, mede-oprichter van SunCycle
Telefoonnummer: 040 800 19 20
E-mail: peter.penning@SunCycle.nl
Website: www.SunCycle.nl
Looptijd: september 2006 – september 2007

Overzicht afgeronde projecten Smart Grids

Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Geïntegreerde micro wkk's als Virtual Power Plant	Nederlandse Gasunie	okt-05	dec-06	DEMO03021
Efficient areal organic solar cells via printing (PowerPlastic)	Oxxio Nederland	sep-07	mrt-11	DEMO08014
Flexibele elektriciteitsnetten voor de integratie van hernieuwbare energiebronnen (FLEXIBEL)	ECN	jun-05	mrt-09	EOSLT01021
Stabiliteit en beheersbaarheid van het toekomstige elektriciteitsnet	Technische Universiteit Delft	sep-05	dec-10	EOSLT01059
<u>Kwaliteit van de spanning in toekomstige infrastructuur (KTI)</u>	<u>Technische Universiteit Eindhoven</u>	<u>okt-06</u>	<u>apr-11</u>	<u>EOSLT04024</u>
Derde generatie Redox flow system	KEMA Nederland	nov-06	apr-11	EOSLT05003
TREIN - deel I en deel 2	Technische Universiteit Eindhoven	jan-07	okt-09	EOSLT05017 EOSLT08032
Intelligent E-Transport Management ITM	KEMA Nederland	jan-07	feb-10	EOSLT05024
<u>Grid-Con</u>	<u>DNV GL</u>	<u>jul-07</u>	<u>jul-10</u>	<u>EOSLT06028</u>
SmartProofS	Humiq	dec-10	sep-07	IS074001
Ontwikkeling van supergeleidende kabels voor elektriciteitsnetwerken	Alliander N.V.	jan-09	dec-10	KTOT01019
Intelligente interface voor afstemming van elektriciteitsvraag op -aanbod	Stichting Hanzehogeschool Groningen	jan-08	jun-08	NEOH02014
Sodium Sulfur redox flow battery. Energy storage for the future	KEMA Nederland	sep-08	feb-10	NEOH03008
Slimme Gebruikers	Hoffmann RD	jun-09	mei-10	NEOH04003

Projecten Smart Grids afgerond 2012-2013

Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
De nieuwe generatie slimme meters cq smart grid.	Smart Dutch BV	2010	2012	KTOT02066
<u>SINERGIE</u>	<u>TU Delft</u>	<u>juni-07</u>	<u>mei-13</u>	<u>EOSLT04034</u>

Doelstelling

Het vinden van een maatschappelijk economisch optimale oplossing voor Power Quality problemen in de toekomstige elektrische infrastructuur.

Sjef Cobben, hoogleraar Power Quality aan de Technische Universiteit Eindhoven, aan het woord:

'De kwaliteit van spanning en stromen in ons elektriciteitsnet staat onder druk. Nieuwe decentrale opwekkers als zonne- en windenergie en vermogenselektronica vervuilen de mooie sinusvormige spanning. Tegenwoordig zit er vermogenselektronica in alle apparaten. We hebben ook steeds meer apparaten. Bij sterke vervuiling van spanning en stroom gaan apparaten van consumenten eerder stuk. Ook de levensduur van componenten in het net als transformatoren krijgt een flinke deuk. En het kwaliteitsverlies heeft negatieve effecten voor de industrie. De kans dat processen plotseling uitvallen, neemt bijvoorbeeld toe door grotere gevoeligheid voor spanningsdips. De grote vraag is: hoe lossen we dat op? Aan elke oplossing hangt een prijskaartje. Wie gaat dat betalen? We hebben in dit project gezocht naar het maatschappelijk optimum.'

Technologie

De ontwikkeling van technologie was niet het hoofddoel van het project, maar het verwerven van inzichten. Drie deelonderzoeken maakten deel uit van het project:

- Een deelonderzoek was gericht op de kwaliteit van de huidige infrastructuur, de kosten van Power Quality en de verantwoordelijkheden rondom dit aspect van de elektriciteitsvoorziening.

- Het tweede deelonderzoek analyseerde de invloed van niet-lineaire belastingen en opwekkers en hun invloed op de harmonische stromen en spanningen in installaties en het net.
- In het derde deelonderzoek is wél technologie ontwikkeld: een vermogenselektronische oplossing voor een stabiele netspanning in de installatie en voor ondersteuning van de netkwaliteit.

Sjef Cobben: *'We ontwikkelden in het derde deelonderzoek een vermogenselektronische inverter die de kwaliteit van stroom en spanning verbetert. Je kunt het apparaat bijvoorbeeld plaatsen bij gevoelige apparatuur of vervuilende apparatuur. De inverter verhoogt in dit laatste geval de kwaliteit van de opgewekte stroom dan naar een wenselijk niveau.'*

Toegevoegde waarde

Dat vervuiling van het elektriciteitsnet zal optreden staat buiten kijf. De toegevoegde waarde van het onderzoek is inzicht in de mate waarin dit problemen zal opleveren, de mogelijke oplossingen hiervoor en de bijbehorende kosten en verantwoordelijkheden.

Sjef Cobben: *'We maakten helder wat de rol van de verschillende partijen kan zijn om te zorgen voor voldoende Power Quality. Wat is de invloed van klanten, van fabrikanten van apparatuur en van netbeheerders? De toegevoegde waarde van het onderzoek is dat we het geweten vormen voor de normcommissies. Die krijgen de benodigde inzichten om te beslissen welke regelgeving wenselijk is. En dat is weer een cruciaal instrumentarium voor de toezichthouder. Die heeft zo handvatten om knopen door te hakken.'*

Resultaten

Er zijn drie onderzoekers gepromoveerd op de drie deel-onderzoeken. De proefschriften beschrijven de resultaten gedetailleerd.

Op twintig specifieke locaties in Nederland zijn Power Quality metingen uitgevoerd. Daarnaast is gebruik gemaakt van metingen van Netbeheer Nederland in het kader van een landelijk Power Quality meetprogramma. Op deze wijze is een goed beeld gevormd van de huidige kwaliteit van de spanning in de Nederlandse netten.

Er is inzicht gekregen in de invloed van een toename van niet-lineaire gebruikers en decentrale opwekkers. Daarnaast is inzicht gekregen in de invloed van het aantal toestellen

op de kwaliteit van stroom en spanning op een overdrachtpunt. Er zijn namelijk wel eisen voor toestellen en installaties, maar niet voor de hoeveelheid toestellen en installaties op een aansluitpunt. **Sjef Cobben:** *‘Je kunt prima één PV-systeem in een huishouden aansluiten, maar als je tien PV-systemen aansluit kun je toch problemen krijgen. Je ziet steeds vaker dat er op één aansluiting heel veel computers, spaarlampen en andere vermogens-elektronica is aangesloten. Dan krijg je dus problemen met kabels en transformatoren, die raken dan overbelast en oververhit.’*

Het onderzoek levert munitie om de verantwoordelijkheden van de partijen die betrokken zijn bij goede power quality -fabrikanten, netbeheerders en aangesloten klanten- goed te kunnen wegen. De onderzoekers deden voorstellen voor de aanpassing van normen.



De onderzoekers analyseerden de consequenties van het harmonische gedrag van elektronische toestellen in het net. Wat zijn de effecten voor het net als er steeds meer van deze toestellen zijn? Hoe kunnen harmonische stromen en spanningen verminderd worden? Ideeën voor oplossingen zijn getest en in pilots geïmplementeerd.

De onderzoekers ontwikkelden tot slot een apparaat dat een vermogenslektronische buffer kan zijn tussen het net en de aangesloten installatie. Het apparaat kan zorgen voor een stabiele en goede laagspanning voor de aangesloten installatie en kan de kwaliteit van de netspanning ondersteunen.

Vervolgactiviteiten

Er zijn nog diverse hiaten. Er ontbreekt regelgeving voor de kwaliteit van spanning en stroom op het overdrachtspunt: hoeveel vervuiling mag één klant veroorzaken? Ook voor de kwaliteit van het net is regelgeving wenselijk: het vereiste spanningsniveau en regels over dips in de spanning.

Sjef Cobben: 'Als er een kortsluiting plaatsvindt in het net, leidt dit tot een korte dip in de spanning van bijvoorbeeld één seconde. Dan zie je thuis de lampen even flikkeren of de wekkerradio gaat even uit, maar het kan er ook toe leiden dat een proces bij een industrieel bedrijf plotseling stopt. Zoals je begrijpt kost zo'n storing veel geld. We hebben dus eisen nodig waaraan het net en installaties moeten voldoen.'

Om de hiaten te dichten zijn drie nieuwe promotieonderzoeken gestart, gefinancierd door netbeheerders. Het onderzoek is gericht op regelgeving, op de invloed van nieuwe technologie op de kwaliteit van de spanning en op de effecten hiervan in het laagspanningsnet.

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Sjef Cobben: 'Het project was een groot succes. Het kwaliteitsprobleem speelt niet alleen in Nederland maar in heel Europa, sterker nog: toestellen en apparaten komen uit de hele wereld dus als je nieuwe normen wilt implementeren, zul je wereldwijd tot oplossingen moeten komen. Je moet de bevindingen dus delen, dat hebben we dan ook gedaan. Het project is afgesloten met een groot congres. Normaal gesproken komen er zo'n vijftig man af op een dergelijk congres, nu hadden we tweehonderd deelnemers uit de hele wereld. Je ziet: het is een onderwerp dat leeft. Het leeft bij netbeheerders, bij onderzoeksinstituten en bij industrieën. Het project is heel goed geweest voor ons netwerk.'

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Sjef Cobben: 'Om de onderzoeksvraag te beantwoorden, moet je eerst de achterliggende mechanismen en de bijbehorende kosten kennen. Je kunt namelijk hogere eisen stellen aan toestellen, die kunnen dan beter tegen 'vervulde stroom of spanning'. De prijs van apparaten stijgt hierdoor. Je legt dan dus de rekening bij de klant. Je kunt ook ervoor zorgen dat het net er beter tegen kan. Strengere eisen aan het net hebben ook kostenconsequenties, je moet immers een robuuster net aanleggen. En je kunt het oplossen door apparaten te plaatsen die vervulde spanning en stroom weer 'schoon' maken. Ook dat kost geld. Op deze mechanismen hebben we veel meer zicht door het onderzoek. Dat is mooi. Maar meer inzicht in de kosten zou erg welkom zijn. We hebben daar nu vuistregels voor gebruikt. Een nieuw onderzoekstraject voor de economische component is kansrijk. Kern van het vraagstuk is namelijk economische optimalisatie.'



Advies voor collega-innovators

Sjef Cobben: *‘Welk advies ik zou geven aan collega-innovators? Luister goed naar de markt. Waar is behoefte aan? Je moet er voor waken dat je te theoretisch werkt aan problemen die ooit zouden kunnen spelen. Je moet aansluiten bij behoeften van marktpartijen: waar worstelen fabrikanten en netbeheerders mee? In ons geval gaat het om normering. Dus we zorgden ervoor dat de partijen die daarbij betrokken zijn, meedachten in het proces. Daarom hadden ze zitting in onze klankbordgroep. Zo konden ze aandacht vragen voor de problemen waar ze mee zitten. Als ik het project opnieuw zou kunnen uitvoeren, zou ik meer aandacht geven aan de economische component in plaats van aan het ontwikkelen van een inverter. Fabrikanten zijn daar namelijk al mee bezig. En inzicht in de kostencomponent is cruciaal voor economische optimalisatie.’*

Uitgelicht

- Er zijn drie promovendi gepromoveerd op het onderzoek.
- Het afsluitende congres trok tweehonderd deelnemers uit de hele wereld en versterkte het netwerk van de betrokken vakgroepen.
- Het project levert verschillende vervolgonderzoeken op, waaronder drie nieuwe promotieonderzoeken.



Kerngegevens

Projectnummer: EOSLT04024
Projecttitel: Kwaliteit van de elektrische infrastructuur
Penvoerder: TU Eindhoven
Project partners: Laborelec, ECN
Geïnterviewde: **Sjef Cobben**, hoogleraar Power Quality aan de TU Eindhoven
Telefoonnummer: 040 247 44 42
E-mail: J.F.G.Cobben@tue.nl
Website: www.tue.nl
Looptijd: oktober 2006 – april 2011

Grid-Con: Regeling van het elektriciteitsnet met behulp van een hoge temperatuur-supergeleidende foutstroombegrenzer

Doelstelling

Het ontwikkelen van een stroombegrenzer die zowel kortsluitstromen kan begrenzen als normale netstromen kan regelen. De technologie begrenst 'foutstromen' met minimale negatieve bijeffecten. Tijdens normaal bedrijf is de stroombegrenzer in het net onzichtbaar.

Jos van der Burgt, Consultant en Innovator bij DNV GL, aan het woord:

'De stroombegrenzer moet sneller dan gebruikelijk kortsluitstroom beperken en afschakelen. Doel van het project was om de techniek verder uit te werken en de toepasbaarheid in het Nederlandse net te onderzoeken. Bijzonder is dat we gebruik maakten van supergeleidende materialen. Het idee bestond al, maar nog niemand paste het eerder toe in de praktijk.'

Technologie

Windturbines en zonnepanelen leiden tot fluctuatie van het beschikbare vermogen in het elektriciteitsnet. Stroompieken veroorzaken onregelmatigheden in het net. Dat kan leiden tot stroomuitval, storingen en schade aan elektrische apparatuur.

De foutstroombegrenzer maakt gebruik van het verschil in impedantie tussen een wisselstroomspoel (AC-spoel) rond een magnetisch verzadigde ijzerkern en een niet-verzadigde ijzerkern. Als de ijzerkern in verzadiging is, is de impedantie van de AC-spoel laag en dus vrijwel onmerkbaar in het elektriciteitsnet; als de ijzerkern *niet* in verzadiging is, is de

impedantie van de AC-spoel hoog, waardoor de nieuwe technologie de stroom in het net begrenst. De gelijkstroomspoel (DC-spoel) houdt de ijzerkern in verzadiging. Als de stroom door de AC-spoel voldoende groot is, werkt de AC-spoel de DC-spoel tegen en drijft de ijzerkern uit verzadiging. Dit maakt de netimpedantie groot en begrenst de stroom.



Omdat de DC-spoel continu stroom voert, heeft een supergeleidende spoel voordeel. Er treden daardoor immers nauwelijks weerstands verliezen op. De geïntroduceerde koelverliezen (van de supergeleider) zijn door een goed ontwerp kleiner dan de vermeden koperverliezen.

Toegevoegde waarde

In ons net nemen het aantal elektriciteitsopwekkers en het gevraagde vermogen toe. Dit leidt op bepaalde plaatsen tot overschrijding van de maximale capaciteit. Er zal een vergroting ontstaan van de maximale kortsluitstroom. De bestaande schakelsystemen in het net zijn beperkt in de maximaal toegelaten grootte van de kortsluitstroom. De conventionele oplossing is het vervangen en upgraden van de schakel systemen. Dit vergt echter een enorme investering.

De alternatieve oplossing is de toevoeging van technologie die de stromen begrenst tot waarden die acceptabel zijn voor het bestaande net. De stroombegrenzer beschermt tegen uitval door te grote kortsluitstromen. Hij vergroot ook de betrouwbaarheid door beperking van overstromen en door beheersing van ongecontroleerde vermogensschommelingen, bijvoorbeeld ontstaan door windturbines.

Het grote technische voordeel van de Grid-Con-stroom begrenzer is dat hetzelfde apparaat zowel stroom begrenst als een regelfunctie heeft, door de juiste instelling van de gelijkstroom in de supergeleidende DC-spoel te kiezen.

Jos van der Burgt: 'Kortsluiting gaat gepaard met zeer hoge stromen. Door deze te begrenzen kun je dicht bij de foutplaats afschakelen. De nieuwe technologie kan bovendien de bedrijfsstroom sturen.

De dwarsregeltransformator zit al in het net tussen Nederland en Duitsland. Als het bijvoorbeeld heel hard waait, kun je bijsturen en zo voorkomen dat het net overbelast wordt zonder dat je de schakelsystemen hoeft te vernieuwen.'

Resultaten

Het Grid-Con-project was gericht op het ontwerpen, simuleren, bouwen en testen van het apparaat.

De simulatieresultaten geven aan dat de Grid-Con-stroom-begrenzer technisch gezien een veelbelovend apparaat is, zowel in de functie van kortsluitstroombegrenzer als die van overbelastingsstroombegrenzer.

Het basisontwerp toonde echter aan dat de Grid-Con-stroom-begrenzer groter, zwaarder en duurder is dan alternatieve stroombegrenzers die reeds beschikbaar zijn. Daarom is de technologie economisch niet haalbaar in het Nederlandse distributienet. Conventionele oplossingen hebben voornamelijk de voorkeur van marktpartijen. Deze zijn kleiner, lichter en goedkoper. Ze zijn wel minder flexibel, maar toch voldoende functioneel.

Jos van der Burgt: 'We voerden gedegen theoretische analyses en simulaties uit. Daarmee toonden we de technische meerwaarde aan. Bij het ontwerpen van het prototype liepen we helaas vast. Het apparaat is te groot. Als je van tevoren al weet dat netbeheerders de technologie niet zullen gebruiken door de afmetingen, zijn simulaties voldoende. Projectpartner Enexis gaf aan dat ze het apparaat door de grootte niet konden plaatsen. En ook apparatenbouwers gaven ons te kennen dat hun klanten er geen behoefte aan hebben.'

Vervolgactiviteiten

DNV GL en Zenergy Power zijn betrokken bij internationale onderzoeken die laten zien dat de haalbaarheid in het transmissienet mogelijk beter is voor beide functies van de stroombegrenzer. Dit komt doordat conventionele oplossingen in dit net minder geschikt zijn. Ook is er meer ruimte in hoogspanningsschakelstations. Door de compleet verschillende kostenbatenanalyse kan ook de economische haalbaarheid in het transmissienet beter uitkomen. Daarom voerden DNV GL en Zenergy Power gesprekken met transmissienetbeheerder TenneT tijdens en na afsluiting van het Grid Con-project. Dit heeft nog niet geleid tot concrete vervolgstappen.

DNV GL is betrokken bij de IEC-werkgroep voor de standaardisatie van testen. Deze werkgroep neemt de nieuwe techniek mee in haar overwegingen. Het project bevestigde zo de autoriteit en naamsbekendheid van DNV GL.

Het bedrijf Zenergy Power is in de USA doorgegaan met de ontwikkeling van de techniek. Ze zijn overgestapt op een oplossing zonder supergeleiding omdat de risico's dan lager zijn en de acceptatiegraad hoger. Het bedrijf bouwde al een demomodel.

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

De Grid Con-stroombegrenzer heeft nog steeds technologische potentie, maar de betrokken partijen zijn gestopt met de detailontwikkeling van het apparaat.

De kennis van stroombegrenzers is duidelijk versterkt door het Grid Con-project. Hoewel de nadruk lag op het principe

van magnetische verzadiging, bestudeerden de projectpartners ook andere principes, met en zonder supergeleiding. Alle projectpartners hebben nu een beter beeld van de technologieën en toepassingen van stroombegrenzers. Dit is ook de reden geweest dat projectpartners Zenergy en DNV GL uitgenodigd zijn om deel te nemen aan de Europese CIGRÉ-werkgroep A3.23 en hier nu zitting in hebben.

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Jos van der Burgt: *'Bij de overgang van de technische naar de economische en praktische haalbaarheid liep het spaak. De praktische insteek van Enexis en maakbedrijf Zenergy was waardevol. Dat houdt de pure onderzoekers op het juiste pad. Het is een potentiële valkuil om gewoon door te gaan met lekker rekenen en simuleren, het is natuurlijk reuze interessant. Ook is zo voorkomen dat we een model ontwierpen en bouwden om ons pas daarna te realiseren dat marktpartijen er geen behoefte aan hebben.'*

Belang en rol van niet-technische aspecten

Jos van der Burgt: *'Samenwerking is van groot belang voor succes. Er waren veel verschillende disciplines betrokken. Die spreken allemaal een andere taal. Mijn insteek was: leg nu eerst eens duidelijk en zonder jargon uit wat je vakgebied is binnen het project, zodat andere deskundigen het begrijpen. Dat is moeilijk. In het begin van het project hebben de partners presentaties gehouden. Het is ook een goede oefening om het project te verdedigen voor buitenstaanders.'*

Met de kennis die we nu hebben zou ik nog beter en nog eerder naar de eindgebruikers kijken. Wat zijn de wensen en eisen van hen? Door deze eisen en wensen in een zeer vroeg stadium boven tafel te krijgen, heb je meer bewegingsruimte. Je kunt in sommige

gevallen eindgebruikers masseren om de acceptatiegraad te verhogen. Het is tenslotte een innovatie dus je moet ook risico's durven nemen. Nu hebben we er te weinig discussie over gevoerd in de beginfase. Daarna was het opeens een voldongen feit: het apparaat is te groot, we hoeven geen detailontwerp te maken. Met een andere aanpak hadden we daar wellicht nog een mouw aan kunnen passen. Dan hadden we met een demomodel nóg meer nieuwe expertise kunnen opbouwen.'

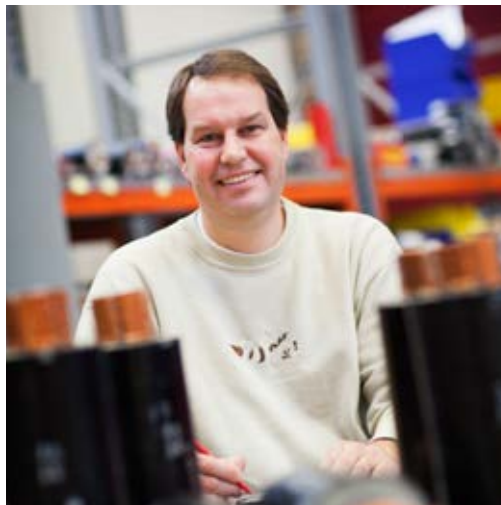
Advies voor collega-innovators

Jos van der Burgt: 'Je moet absoluut zowel onderzoekers als maakpartijen en eindgebruikers vanaf het begin betrekken. Dat betekent dat je ook een goede overlegstructuur moet hebben om tussentijdse resultaten te delen. We hadden maandelijks overleg, meestal om berekeningen na te kijken, informatie uit te wisselen en artikelen en papers te delen. Ook tussendoor kwamen we samen als dat nodig was.'

Het is belangrijk om discussies goed te notuleren. Je moet echt opschrijven wie wat wanneer zegt. Anders komen de volgende vergadering dezelfde punten weer terug heb ik gemerkt. Als je het hebt genotuleerd, kun je het afhameren en de aandacht richten op volgende punten. Als je alleen beslissingen opschrijft en niet de discussie en argumenten, kun je het weer in twijfel trekken. Ook komen er soms nieuwe mensen bij die discussies heropenen. Door goed vast te leggen wat er is besloten en waarom, kun je voortvarend doorroepen.'

Uitgelicht

- Deze nieuwe technologie werkt met supergeleiding en is onzichtbaar in de ruststand. De innovators bewezen met hun modellen dat de technologie werkt.
- Door het project bevestigden DNV GL, Enexis en Smit Transformatoren de innovatieve rol van Nederland als het gaat Smart Grids en werd hun gevraagd zitting te nemen in een belangrijke internationale werkgroep.



Kerngegevens

Projectnummer:	EOS-LT 06028
Projecttitel:	Grid-Con – Regeling van het elektriciteitsnet met behulp van een hogetemperatuur-supergeleidende foutstroombegrenzer (HTS FCL)
Penvoerder:	DNV GL
Partners:	CryoZone, Enexis, Smit Transformatoren, Zenergy
Geïnterviewde:	Jos van der Burgt , Consultant en Innovator bij DNV GL
Telefoonnummer:	026 356 91 11
E-mail:	Jos.vanderburgt@dnvkema.com
Website:	www.dnv.nl
Looptijd:	juli 2007 – juni 2010

Synergie van intelligentie en energie in elektriciteitsnetten van de toekomst

Doelstelling

Het ontwikkelen van nieuwe componenten en intelligente beheersystemen voor het elektriciteitsnet.

Johan Smit, programmadirecteur en hoogleraar aan de TU Delft, aan het woord:

‘Veel componenten in ons elektriciteitsnet zijn decennia oud. Tegelijkertijd belasten vermogenslektronica en decentrale energie-opwekking het net steeds zwaarder. Om in de toekomst leveringszekerheid te kunnen bieden, moeten netbeheerders een vervangingsgolf starten die tientallen miljarden euro kost. Doel van dit project was om ideeën te testen die het net stapsgewijs robuuster en intelligenter maken. Uitgangspunt is daarbij om componenten pas te vervangen als ze daadwerkelijk het einde van hun levensduur bereikt hebben. Deze aanpak moet het vernieuwen van ons elektriciteitsnet behapbaar en betaalbaar maken.’

Technologie

Predictive Health Management

Je zou bij de vernieuwing van het net kunnen starten bij de componenten die economisch zijn afgeschreven, maar de meeste milieuwinst is te behalen door alleen componenten te vervangen waarvan vaststaat dat de prestaties binnenkort verslechteren. De innovators ontwikkelden nieuwe sensoren waarmee netbeheerders de toestand van componenten als transformatoren monitoren. Met een mooi woord heet dat ‘Predictive Health Management’: als de sensoren meten dat er een probleem aankomt, vervangt de beheerder de desbetreffende component of belast de component minder. Door ‘rerouting’ van stroom kun je zwakke plekken ontzien.

Dhiradj Djairam, onderzoeker aan de TU Delft, aan het woord:

‘Kun je na veertig jaar een component nog gebruiken? Dat is afhankelijk van de belasting, van hoeveel de component heeft geleden. Hoe staat het er voor? Die informatie heeft de netbeheerder niet. Ook via inspecties kom je er niet achter. Alleen metingen geven antwoord op de vraag. Als je een verbinding te zwaar belast, wordt de kabel heet. Door de temperatuurverdeling in kabel te meten, kun je dat zien. Er zijn tal van ‘gezondheidsparameters’ die je met sensoren op afstand kunt meten: naast temperatuur kun je stromen, lekstromen, transiënten en spanningen continu in de gaten houden. Je houdt zo een vinger aan de pols en als het nodig is grijp je in. Het mooie is dat je met geïntegreerde diagnostieken de levensduur kunt bepalen en risico’s kunt inschatten. Het is een uitdaging want de innovatieve diagnostische middelen moeten wél veilig en non-intrusief zijn.’

Toegevoegde waarde

Met hardware en software kunnen netbeheerders op afstand risico’s vaststellen. Informatietechnologie biedt ondersteuning voor beslissingen over vervanging van componenten. De technologie stelt netbeheerders in staat om de noodzakelijke vervangingsinvesteringen over een langere tijd te spreiden. Nieuwe beheermethoden maken het mogelijk om de capaciteit volledig en actueel te volgen en te sturen. Risico’s op storingen worden zo beheersbaar.



Resultaten

De innovators verrichtten fundamenteel onderzoek naar:

- De fysische levensduur modellen en technologische werkingsprincipes van netdelen en componenten.
- Informatiekundige werkingsprincipes, die semi-autonome netsturing mogelijk maken.
- De logische en fysieke integratie van meting, diagnostiek en sturing in het net.

Vervolgens ontwikkelden ze nieuwe diagnostieken, technieken en hulpmiddelen die de voorspelbaarheid van het gedrag van componenten en netdelen verbeteren. Het onderzoek leidde tot tal van publicaties en twee promoties.

Schot in de roos

Johan Smit: *‘TNO ontwikkelde voor de JSF al een Predictive Health Management systeem. In zo’n vliegtuig wil je van alle componenten continu weten wat de toestand is. Zo kun je razendsnel beslissingen nemen, bijvoorbeeld een bepaald systeem uitschakelen dat dreigt uit te vallen of juist meer stroom daarheen sturen om dat te voorkomen. Deze expertise hebben we ook in dit project met succes ingezet.*

We kunnen nu in het net op afstand meten als een transformator te zwaar belast wordt. De netbeheerder kan met behulp van software razendsnel beslissen om de vermogensstromen door een ander deel van het net te leiden. Deze beslissingen kan de beheerder delegeren aan zogenaamde agents zodat het proces volautomatisch verloopt. We zijn erg trots op het ontwikkelde framework: het is een schot in de roos, zo blijkt op conferenties. We kunnen nu condities bewaken én sturen zodat we de optimale levensduur van componenten benutten.’

Vernieuwen van modellen die veroudering nabootsen

Dhiradj Djairam: *‘Belangrijk onderdeel was het herijken van verouderingsmodellen. De toename van het toepassen van vermogens-elektronica tast de kwaliteit van de stroom aan. Daardoor kloppen de huidige modellen niet meer. De veroudering van isolatie versnelt bijvoorbeeld, dat is funest voor de levensduur. Ons onderzoek wees uit dat de veroudering van cruciale componenten als transformatoren en generatoren kan versnellen met een factor 5-17. Daaruit zou je kunnen concluderen dat fabrikanten ander isolatiemateriaal moeten gaan gebruiken.’*

Veroudering afremmen door componenten te ontzien

De innovators testten het Predictive Health Management systeem met succes in het lab. Op basis van informatie uit de praktijk van Alliander en Enexis voerden ze simulaties uit met verschillende scenario’s. Daarmee toonden ze aan dat het mogelijk is om de versnelde veroudering van transformatoren met 80 procent af te remmen door ‘rerouting’ van slechts 13 procent van de stroom.

Vervolgactiviteiten

De innovators dragen de opgedane kennis actief uit aan de industrie en het MKB in Nederland. Aan het slot symposium namen netbeheerders, elektriciteitsbedrijven, elektrotechnische industrie en ICT bedrijven deel. De deelnemers besloten een initiatiefgroep op te richten dat een follow up gaat stimuleren. Er zijn nog veel hiaten.



Johan Smit: ‘Het is niet zo simpel dat je alleen metertjes aan componenten hangt. De technologie moet ook kunnen sturen. Dat betekent dat er een ‘cyber security issue’ is, dat moeten we nog oplossen. In de huidige situatie bepalen mensen alle belangrijke manoeuvres in het net. Dat zijn straks ‘agents’: software programma’s die beslissingen nemen. Voor elk deelsysteem kun je een agent definiëren. Dat hebben we voor elke transformator al gedaan. De agent ziet dat er een schakelstoring is of een blikseminslag en kiest een oplossing. Het klinkt mysterieus maar gelukkig blijft een mens de Hoofdagent. Een mens ziet ook andere zaken en kan daardoor een betere inschatting maken.’

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Op basis van de nieuwe kennis, kan het bedrijfsleven tijdig initiatieven voor de ontwikkeling van nieuwe producten op gang brengen. Daarmee krijgen Nederlandse bedrijven een voorsprong in een markt, die zich naar verwachting de komende vijftien jaar nationaal en internationaal sterk zal ontwikkelen.

Op zoek naar een demoproject

Johan Smit: ‘In het team dat werkt aan de follow up zitten netbeheerders en de maakindustrie. We willen de nieuwe expertise in de praktijk brengen, alle betrokkenen vinden dat we er wat mee moeten doen. We presenteerden onze bevindingen in internationaal verband en merken dan dat we voorop lopen. We moeten het vertrouwen winnen van de elektriciteitssector, daar is een demoproject voor nodig. In een hoog spanningsnet kun je immers niet zomaar een thermometer steken, nieuwe sensoren kunnen ook storingen veroorzaken. Maar als je de technologie goed ontwerpt, kan het wel.

In het verleden hebben we ook met succes nieuwe monitortechnologie gepusht die jarenlang door de markt als te gevaarlijk werd afgedaan. Met een demoproject kunnen we aantonen dat de nieuwe technologie de veiligheid van het net juist bevordert. Het zou mooi zijn als de industrie in Nederland dit soort hulpmiddelen vervolgens gaat produceren en verkopen. Ook voor onze verbeterde levensduurmodellen zie ik een potentiële markt.’

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Slimme statistiek voor verbeteren verouderingsmodellen

Dhiradj Djairam: ‘Het is lastig om goede levensduurproeven te ontwerpen voor installaties die een levensduur van vijftig jaar moeten hebben. Je moet een methode vinden om in korte tijd die vijftig jaar na te bootsen. Het was een uitdaging om voldoende informatie te krijgen om betrouwbare conclusies te trekken. We moesten genoeg nemen met kleinere steekproeven maar door zorgvuldige statistische methoden toe te passen, is het toch gelukt.’

Datareductie nodig om door de bomen het bos te zien

Bij het ontwikkelen van het Predictive Health Management systeem kregen de innovators te kampen met informatie-overload. Er komt zo veel informatie van alle sensoren dat datareductie vereist is. Welke informatie is echt nodig? Beslissingen vergen veel rekencapaciteit. Het onderzoeksteam wist rekentechniek en systeemkennis op een slimme manier te combineren.



Ernst van probleem vraagt om technology push

Johan Smit: 'We willen de methoden voor onderhoud en beheer op een hoger niveau brengen. Dat levert niet alleen een enorme kostenbesparing op, maar is ook cruciaal. We gebruiken het net nu vaak op een andere manier dan waarvoor het oorspronkelijk is ontworpen. Denk aan de splitsing van netten, stijging van de vraag, aantasting van de sinusvorm. Het bewaken van de goede conditie van netten is zeer belangrijk voor de maatschappij. We moeten er voor waken dat ons net wordt uitgewoond. Technology push is nu nodig om marktpartijen in beweging te krijgen.'

Belang en rol van niet-technische aspecten

Een multidisciplinair team voerde het project uit. Communicatie is cruciaal voor een goede samenwerking tussen de vak-specialisten. Daarnaast zorgde een klankbordgroep en een jaarlijks symposium voor feedback van marktpartijen.

Johan Smit: 'Er waren specialisten betrokken op het gebied van materiaalkennis, kennis van componenten, van regelsystemen, ict, sensoren, hoogspanning en energietechniek. Het overbruggen van de kloof tussen informatietechnologie en energietechniek was een uitdaging. Deze verschillende werelden komen niet vanzelf bij elkaar. We hadden regelmatig vergaderingen en hebben interactieve methoden gebruikt om met elkaar te leren communiceren. Zelfreflectie en input van specialisten buiten het project is nuttig. Sommige ideeën werden tijdens sessies op ons symposium genadeloos afgeserveerd. Dat geeft even geen prettig gevoel, maar je moet je gezonde verstand er bijhouden. Het is nu eenmaal waardevol als buitenstaanders hun licht over je plannen laten schijnen en je oogkleppen afdoen.'

Advies voor collega-innovators

Betrek marktanalyse in een vroeg stadium

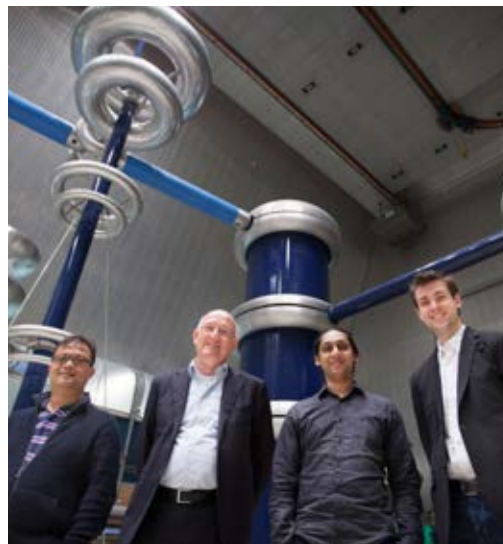
Johan Smit: 'We ontwikkelden een sterk concept maar lopen er nu tegenaan dat de markt nog niet zover is. Als je met de nieuwe technologie de markt wilt veroveren, moet je eerder een markt-analyse doen. Het is immers niet alleen een kwestie van goede technische oplossingen, maar marktpartijen moeten er ook klaar voor zijn. Daarnaast zijn ook sociale aspecten belangrijk: hoe riskant zijn bepaalde storingen en welke betrouwbaarheid eist de maatschappij? In hoeverre leiden storingen tot ongerustheid bij consumenten? Deze vragen moet je ook beantwoorden om nieuwe technologie te kunnen implementeren.'



Uitgelicht

- Twee onderzoekers promoveerden op grond van het innovatieve onderzoek.
- Assetmanagement is een van de grootste sectoren in elektriciteitswereld. Modernisering van componenten vergt enorme investeringen en door dit slim aan te pakken kan de maatschappij gigantisch besparen. Door het project hebben innovators hun netwerken versterkt.
- De innovators verkregen internationaal lof voor het project en vonden aansluiting met IEEE en CIGRÉ, een van de grootste kennisnetwerken ter wereld op het gebied van energie-transport op hoge spanning. Johan Smit is benoemd tot voorzitter van de werkgroep CIGRÉ 'Impact van toekomstige netconcepten op substation management'.

Het onderzoeksteam, van links naar rechts: dr.ir. Gautam Bajracharya, prof.dr. Johan J. Smit, dr.ir. Dhiradj Djairam, dr.ir. Tomasz Koltunowicz



Kerngegevens

Projectnummer:	EOSLT04034
Projecttitel:	Synergie van intelligentie en energie - in elektriciteitsnetten van de toekomst (SINERGIE)
Penvoerder:	Technische Universiteit Delft
Partners:	Alliander
Geïnterviewden:	Johan Smit , programmadirecteur en hoogleraar aan de TU Delft Dhiradj Djairam , onderzoeker aan de TU Delft
Telefoonnummer:	015 278 42 31
E-mail:	J.J.Smit@tudelft.nl
Website:	www.tudelft.nl
Looptijd:	juni 2007 – mei 2013

Overzicht afgeronde projecten Bio-energie



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Het beschikbaar maken van een wervelbed-vergassingsinstallatie met stoomcyclus voor grootschalige implementatie.	Stichting Biomassa Vergassing Noord Nederland	jan-06	dec-07	DEMO03006
<u>Houtgestookte centrale met rookgascondensor en CO₂- benutting</u>	<u>HoSt Imtech Vonk</u>	dec-09	okt-09	DEMO03030
Pervaporatie-demo als aboluteringsmethode voor bioethanol en absolute farma-ethanol	Koninklijke Nedalco	dec-05	dec-08	DEMO04001
Tar Electrostatic Precipitator (TEP) ten behoeve van OLGA installatie	Technisch Bureau Dahlman	feb-06	jun-09	DEMO04021
Biologisch mechanisch drogen van restafval	Inter Recycling Consultancy	apr-06	nov-08	DEMO04031
Energie uit Afval	Afvalverbranding Zuid-Nederland (AZN)	feb-07	sep-11	DEMO07011
Productie van FoxCoal uit getorreficeerde reststromen	FoxCoal	sep-07	aug-10	DEMO08022
Demonstratie Eenheid Biomethanol	BioMethanol Chemie Nederland	jun-07	dec-09	DEMO08040
Schone biomassaverbranding voor integratie op biomassa bronlocatie	Cargill	aug-08	mrt-11	DEMO09040
Green Coal from torrefied Biomass: een 2 ^e generatie hoogwaardig, duurzaam en groen alternatief voor steenkool	Stramproy Green Coal	mrt-08	dec-10	DEMO09051
Projectoptimalisatie van algenkweek met gebruik van een biogasinstallatie	Kelstein beheer	jul-08	jul-11	DEMO09055
Duurzame energie uit getorreficeerde biomassa	Topell Energy	jan-10	dec-11	DEMO11002
USC Biomassa meestook-eenheid met aan aardgas paritaire CO ₂ -emissies (USC+Biomassa)	KEMA Nederland	mei-05	feb-10	EOSLT01009
Schoon stookgas door vergassing van organische dampen uit biomassa m.BV insitu katalyse	B.T.G. Biomass Technology Group	mei-05	jun-07	EOSLT01055
N-ergy, microbiologische co-productie van N-chemicals en ethanol uit biomassa-fractionen	Wageningen Universiteit	jan-06	jun-10	EOSLT02034
Biobutanol	Food & Biobased Research	okt-05	aug-09	EOSLT02036
TORTECH Torrefactie als sleuteltechnologie voor de productie van (vaste) brandstoffen uit biomassa en afval	Energieonderzoek Centrum Nederland	jan-06	dec-10	EOSLT03017
Mee- en bijstoken van biomassa in elektriciteitscentrales - KEMA bijdrage 2006	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-06	mei-07	EOSLT04002
Co-raffinage: Introductie van biomassa in bestaande raffinaderijen (CORAF)	Universiteit Twente	jun-06	jun-11	EOSLT04018



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Hoogwaardige valorisatie lignine voor optimale bioraffinage lignocellulose naar energiedragers, producten (LignoValue)	Food & Biobased Research	jan-07	dec-10	EOSLT05011
Mee- en bijstoken biomassa elektriciteitscentrales -KEMA/derden bijdrage, 2007	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-07	mrt-08	EOSLT06002
Planten maken elektriciteit & biofuels	Wageningen Universiteit	sep-07	dec-11	EOSLT06020
Mee- en bijstoken van biomassa in elektriciteitscentrales	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-08	mrt-09	EOSLT07002
Groene diesel uit Blauwwieren	Genetwister Technologies	okt-08	feb-12	EOSLT07039
EOSLT consortium Biomass co-firing - KEMA/ third party contribution 2009	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-09	mrt-10	EOSLT08002
Mee- en bijstoken van Biomassa in elektriciteitscentrales (Biomass co-firing)	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-10	mrt-11	EOSLT09004
Haalbaarheid "Micro Gas to Liquid (GTL)"	SDi technology Ventures	jul-08	jun-09	KTOH01001
Haalbaarheid ontwikkeling industriële vergisting-installatie + vergassing i.c.m. algenteelt	HoSt	sep-08	aug-09	KTOH01002
Onderzoek naar pyrolyse van zeeffracties van ingezameld bouw- en sloopafval	MPI-Management	aug-08	dec-09	KTOH01006
Toekomst voor algen als duurzame energiebron voor de gebouwde omgeving door integratie van processen	DWA installatie- en energieadvies	nov-08	nov-09	KTOH01040
Biomassa SOFC CHP systeem	GENSOS	mei-09	mei-10	KTOH02021
Haalbaarheid ontwikkeling synthesesegasreining pyrolyseolie	HoSt	mrt-10	dec-10	KTOH03001
FLEXBURNER	Innecs	jul-10	dec-11	KTOH03008
Tweede generatie biobrandstof via heterogene katalyse	Solarix	dec-08	dec-12	KTOT01002
Ultra low Nox verbranding van 'groene' brandstoffen in een industriële ketel	B.T.G. Biomass Technology Group	jan-09	jun-11	KTOT01006
Amazon	Avantium Chemicals	sep-08	dec-10	KTOT01037
Biobrandstoffen in combined-cycle gasturbines	Ingenia Consultants & Engineers	nov-06	okt-07	NEOH01003
Glycerinepurificatie via bio-katalyse en kolomadsorptie voor hoogwaardige toepassingen	Ingenia Consultants & Engineers	dec-06	okt-07	NEOH01008
Gasturbine systeem met hoge temperatuur brandstofcellen	EECT Holding	dec-06	jan-08	NEOH01009
Productie van tweede generatie glycerinevrije biodiesel met enzymen	Telos	jan-07	dec-07	NEOH01010



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Biotrigen	Daan Van Rooijen Development	dec-06	okt-07	NEOH01012
Methanol uit plantaardig afval	Spark Origin	jul-07	dec-07	NEOH02005
RECUPCO	SDi technology Ventures	okt-07	aug-08	NEOH02009
Ethanol als grondstof voor de fermentatieve productie van bulkchemicaliën	Wageningen Universiteit VVP	dec-07	feb-09	NEOH02018
Katalytische conversie van fossiele afvalstromen naar diesel	Ingenia Consultants & Engineers	okt-08	sep-09	NEOH03015
Ethanolproductie door HT fermentatie met in-situ destillatie en saccharificatie	Ingenia Consultants & Engineers	jul-09	jul-10	NEOH04007
Updown Nodust Woodstove: de ultra schone houtkachel	Technische Universiteit Eindhoven	mei-10	apr-11	NEOH05002
Sustainable ethylene production systems	Food and Biobased Research	aug-10	dec-10	NEOH05003
Fermentatieve productie van hydrofobe energiedragers	Wageningen Universiteit VVP	sep-10	dec-11	NEOH05006
Groene Methanol	B.T.G. Biomass Technology Group	mrt-07	sep-08	NEOT01008
Bio-ethanol uit syngas	Ingenia Consultants & Engineers	jan-07	dec-08	NEOT01013
Biomexx 2	Techno Invent Ingenieursbureau voor Milieutechniek	sep-07	jun-11	NEOT02006
Elektrofermentatie	Wageningen Universiteit	aug-07	nov-08	NEOT02008
Microbiële ketenverlenging: een proces voor tweede generatie Biodiesel	Wageningen Universiteit	sep-07	nov-08	NEOT02010
Productie van Puur Microbiële Olie (PMO) als grondstof voor biodiesel	Stichting Hogeschool van Arnhem, Nijmegen	jan-08	dec-09	NEOT03010
Knollen voor citroenen	Wageningen Universiteit	mrt-08	mei-09	NEOT03011
Fermentatie van bio-olie	Wageningen Universiteit	okt-08	mrt-10	NEOT04011
Enzymatische glycerineloze biodiesel	Technische Universiteit Eindhoven	nov-08	nov-09	NEOT05008
Optimal enzymes for lignin valorization	Wageningen Universiteit VVP	dec-09	mei-11	NEOT06010
Hydropyrolyse	B.T.G. Biomass Technology Group	okt-09	mrt-11	NEOT07004
Waste2diesel: katalytische omzetting van afvalstromen naar diesel	Technische Universiteit Eindhoven	okt-09	feb-11	NEOT07009
Tri-O-Gen Organic Rankine Cycle	Tri-O-Gen Group	mei-09	mei-12	UKR01003
Bioplastics: doorbraak naar zelfstandige groei	Belangenvereniging Composteerbare Producten Nederland	feb-05	aug-07	UKR01013
Dedicated ethanol terminal	Vopak Chemicals Europe Middle East, Africa	mrt-05	feb-09	UKR01018



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Duurzame productie van omega-3-vetzuren: van visolie naar algen	Technogrow	okt-05	sep-08	UKR02013
Conversie van het MTBE productieproces naar ETBE op basis van bio-ethanol	Lyondell Chemie Nederland	aug-05	mrt-07	UKR02020
Grootschalige biodiesel productiefaciliteit Terneuzen	Fortis Lease Nederland	apr-06	dec-09	UKR03005
Bioplastics doorbraak naar hoogwaardige toepassingen	Belangenvereniging Composteerbare Producten Nederland	mei-06	nov-09	UKR03006
Biofuel uit palmolie	Sime Darby Unimills	apr-06	mrt-08	UKR03008
Tweede generatie wervelbed vergassing	Maishandel en Loonwerk F. Zijlstra	jun-07	jun-10	UKR04021

Projecten Bio-energie afgerond 2012-2013

Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Demonstration plant for a process technology for the diesel soot emissions-reducing additive GTBE	The GTBE Company	2008	2012	DEMO09028
Meer uit mais	HoSt BV	2005	2012	DEMO01021
Demonstratie mono-vergisting	HoSt BV	2010	2013	DEMO11016
Removing the bottleneck in second generation bioethanol production	DSM Bio-Based Products & Services BV	2009	2012	KTO01010
Van GFT naar LBM	AVR Afvalverwerking BV	2011	2014	EVD01010
De Groene Poort	Groene Poort BV	2010	2013	EVD01061
Biomassagestookt warmtenet in Marum	BIO Forte BV	2010	2012	UKP02051

Houtgestookte centrale met rookgascondensor en CO₂-wininstallatie

Doelstelling

Het demonstreren van twee nieuwe technologieën:

- Een rookgascondensor die rookgassen van een houtgestookte centrale reinigt en de warmte van waterdamp terugwint.
- Een CO₂-recovery installatie die selectief CO₂ afvangt uit deze rookgassen om hiermee gewassen te bemesten.

Herman Klein Teeselink, directeur van HoSt, aan het woord:

‘In vers hout zit vocht. Dat verdampt bij de verbranding. Daarnaast ontstaat er bij de verbranding ook nog water. Deze damp gaat met 160 graden de schoorsteen uit. Dat is zonde! We demonstreerden met succes een oplossing hiervoor met een nieuw type rookgascondensor. Middels de rookgascondensor wordt 30 procent meer energie gewonnen uit het hout. We wilden met de CO₂-wininstallatie aantonen dat het mogelijk is om tegelijkertijd CO₂-bemesting te realiseren met de houtgestookte centrale. Ook daarin zijn we technisch geslaagd, helaas niet op een rendabele manier.’

Technologie

Omdat de rookgassen van houtketels zeer corrosieve zuren bevatten, zijn conventionele condensoren niet geschikt. De innovators ontwikkelden daar een oplossing voor. De installatie injecteert water in de rookgassen. Het water warmt in de condensor op door de rookgassen en de condensatie van de waterdamp. Vervolgens verwarmt het water uit de condensor via een warmtewisselaar het retourwater uit de kas tot 50 °C.

Herman Klein Teeselink: ‘Normaal gesproken heb je met houtgestookte ketels zo’n 85 procent rendement. De rest verdwijnt door de schoorsteen. Door de laagwaardige warmte via condensatie terug te winnen, stijgt het rendement maar liefst tot 110 procent van de onderste verbrandingswaarde. Een geweldige verbetering! En onze condensor wast tegelijkertijd allerlei sporen uit de rookgassen, dat maakt het proces ook nog veel schoner.’

CO₂-bemesting bevordert de groei van planten. De rookgassen van een houtketel zijn niet geschikt om direct CO₂ te leveren. Daarom ontwikkelde het projectteam een systeem dat kooldioxide uit de gasstroom verwijdert met een speciale wasvloeistof. Vervolgens is er warmte nodig (stoom van 2 bar) om de zuivere CO₂ weer los te weken van de wasvloeistof.

Toegevoegde waarde

De ontwikkelde technologie verhoogt het rendement van houtgestookte ketels, reinigt de rookgassen en wint CO₂ terug. Herman Klein Teeselink: ‘Glastuinbouwbedrijven kopen nu meestal vloeibaar CO₂. Het is jammer als gelijktijdig een houtgestookte ketel naast de kas CO₂ de lucht in blaast.’

Resultaten

Het bedrijf HoSt bouwde met succes beide innovatieve technieken in de bestaande houtgestookte installatie van kwekerij Vink Sion. De installaties zijn in gebruik genomen om te testen.



Rookgascondensor

De rookgascondensor functioneert zonder noemenswaardige problemen. De installatie produceert veel duurzame warmte en is zeer rendabel. De tuinder zou de installatie bij de huidige gasprijzen in circa 3 jaar terugverdienen. De warmteproductie fluctueert met de retourtemperatuur van het water uit de kassen en het vochtgehalte van het hout. Hoe lager de retourtemperatuur en hoe hoger het vochtgehalte in het hout, hoe meer warmte teruggewonnen kan worden. Bij een vochtgehalte van 45 procent en een retourtemperatuur van 40°C (aanvoer 50°C) produceert de ketel bijvoorbeeld 30 procent extra warmte.

Herman Klein Teeselink: *‘De rookgascondensor is zeer goed toe te passen bij installaties gestookt op vers snoeihout. De installatie heeft veel meerwaarde bij een laagwaardige warmtevraag zoals in de tuinbouw of bij stadsverwarming.’*

Resultaten CO₂ recovery installatie

De CO₂ recovery installatie haalde succesvol CO₂ uit de rookgassen van de houtgestookte WKK en produceerde zuivere CO₂ zonder verontreinigingen die schadelijk zijn voor gewassen. Helaas haalde de installatie niet de vereiste productiecapaciteit door een tekort aan beschikbare warmte op 120 C° (2 bar stoom). Extra warmte op hoge temperatuur, zou ten koste gaan van de duurzame elektriciteitsproductie.

Herman Klein Teeselink: *‘We bekeken of het de moeite waard was om de capaciteit te verhogen. Maar de terugverdientijd was te lang. De glastuinbouw heeft het moeilijk en hanteert een korte terugverdientijd. De tuinder besloot daarom om de CO₂-win-installatie uit gebruik te nemen.’*

Vervolgactiviteiten

HoSt en de tuinder organiseerden een open dag. De innovators hielden lezingen bij bijeenkomsten in de glastuinbouw en publiceerden over de resultaten in vakbladen.

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Herman Klein Teeselink: *‘Via de open dag kregen we nieuwe klanten. We plaatsten bij twee andere tuinders dezelfde condensoren. En bij de gemeente Eindhoven plaatsten we een zelfde hout wkk met rookgascondensor. Onze core business is om zoveel mogelijk energie uit biomassa te halen met kleine centrales. Daarvoor is deze technologie een verlengstuk. Het vergt een investering maar doordat de ketel veel meer energie levert, is de terugverdientijd kort. De kans op succes hangt af van de prijs van biomassa in een land. We verwachten dan ook veel houtketels in het buitenland te leveren. Hout stoken in combinatie met stadsverwarming is met name in Oost Europa interessant.’*

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Lange adem en diepe zakken

De productiecapaciteit van de CO₂-terugwinning bleek onvoldoende en uitbreiding van deze capaciteit was te duur. Door de stoomaftap op de turbine groter te maken kan voldoende goedkope warmte geproduceerd worden en kan de innovatie wel voldoende CO₂ terugwinnen. Het huidige investeringsklimaat biedt helaas weinig kansen voor deze nieuwe technologie in Nederland. **Herman Klein Teeselink:** *‘Banken willen nu bijna niets meer op dit gebied. Er mislukten enkele projecten in Nederland en nu zijn banken bang. Dat vind ik echt*



jammer. Daarom participeert HoSt ook risicodragend in projecten. De overheid maakt leuke plannen maar als er geen financiering is, komt er meestal niets van terecht. We startten bijvoorbeeld in 2006 met een project. Het duurde vier jaar voor we de vergunningen kregen. Twee jaar later konden we aanspraak maken op de SDE. Toen kostte het nog een jaar om de contracten voor de biomassa en warmtelevering rond te krijgen. En nu is het maar de vraag of we een bank kunnen vinden die het wil financieren. Terwijl we al zeven jaar bezig zijn. Je moet dus echt een hele lange adem hebben én hele diepe zakken.'

Thuismarkt vereist voor het veroveren van buitenlandse markt

Herman Klein Teeselink: 'Helaas is Nederland geen houtstookland, maar een gasstookland. En zonder thuismarkt is het te moeilijk en te duur om nieuwe technologie te exporteren. Prospects willen naar Nederland komen om de innovatie met eigen ogen te bekijken. Er verstrijken ongeveer twee à drie jaar na de eerste contacten met potentiële klanten in het buitenland voor je de contracten kan afsluiten. De acquisitie is zeer kostbaar: je moet verkopers trainen, op beurzen staan, offertes maken op grond van onderzoek ter plaatse. Al deze activiteiten moet je in eerste instantie zelf financieren uit de opbrengsten in Nederland. De buitenlandse markt voor biogas veroverden we ook door eerst een sterke positie in Nederland op te bouwen. De overheid subsidieerde een project, daarna bouwden we in drie jaar tijd dertig installaties in onze thuismarkt. Dat was een sterk fundament voor de sprong naar het buitenland. We zijn nu de vierde leverancier van biogas ter wereld.'

Gebrek aan coherent en stabiel beleid belemmert doorbraak van innovaties

HoSt ziet in de Nederlandse markt veel meer kansen voor monovergisting van mest, mits de overheid obstakels wegneemt. Het bedrijf demonstreerde in 2012 succesvol deze technologie met subsidie van de provincie Overijssel.

De boerderij produceert nu vijf maal zoveel energie als de boer zelf nodig heeft. De mest gaat rechtstreeks uit de stal in de vergister. Zodoende vermijd je ook nog methaan- en ammoniakemissies.

Herman Klein Teeselink: 'We hebben na het gesubsidieerde project nog vier installaties in Nederland gebouwd. Dat is maar een fractie van de markt: het marktpotentieel in Nederland is enorm. We hebben de hoogste veedichtheid ter wereld. De techniek is hier niet het obstakel, maar het overheidsbeleid is helaas niet coherent. Er is aparte wetgeving voor methaan, voor ammoniak en voor duurzame energie. We bouwden vier jaar geleden de eerste installatie voor de productie van groene elektriciteit. We hadden tien vergunningen voor verschillende boerderijen aangevraagd. Toen die eindelijk rond waren, besloot de overheid om juist groen gas te gaan stimuleren. Dus we schreven de vergunningen om naar groen gas. Vervolgens wijzigde koers weer. Dat is lastig opereren! In plaats van het stimuleren van een bepaalde techniek, zou de overheid mijns inziens beter doelen kunnen stellen. De eindgebruiker kan dan zelf de meest efficiënte en passende techniek kiezen. We richten onze pijlen nu op Frankrijk en Duitsland waar ik wél snelle groei verwacht.'

Belang en rol van niet-technische aspecten

Een goed product verkoopt zichzelf

Welke niet-technische aspecten spelen een rol bij dit soort innovatieprojecten? **Herman Klein Teeselink:** 'Meestal bestaat het projectteam uit een of twee mensen. Er werken hier met name chemisch technologen en werktuigbouwkundigen maar we zijn een sterk functiegeïntegreerd bedrijf. Onze professionals combineren ontwerpen, tekenen, engineering en projectleiding. Dat is een bewuste keus. Zo houden we de communicatielijnen kort. We laten alles door anderen maken; wij begeleiden vervolgens de bouw en stellen het in bedrijf. We zijn niet zo op marketing gericht. Het is een



vanzelfsprekend onderdeel van onze werkwijze. Innovatie hoort daar ook bij. We richten ons op onze klanten en leveren een goed product. Dat verkoopt zichzelf!

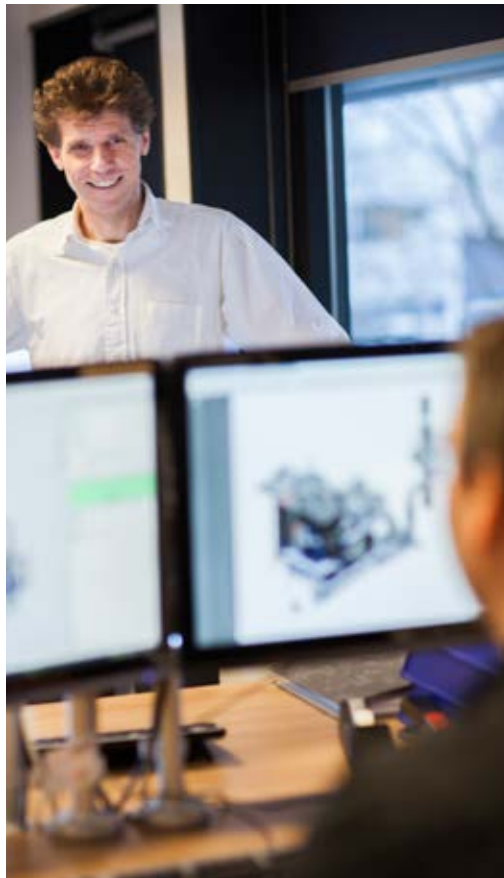
Advies voor collega-innovators

Incrementele innovaties vaak succesvoller dan baanbrekende innovaties

Herman Klein Teeselink: 'In mijn ogen innoveer je het beste in nauwe samenwerking met je klanten. En met kleine stapjes. Bij Stork innoveerden we volgens het FKE-model. Je biedt een bepaalde Functie aan bepaalde Klanten en daarvoor heb je bepaalde Expertise nodig. Als je innoveert, moet je maar één van deze drie elementen veranderen, dan heb je 80 procent slaagkans. Als je er twee tegelijkertijd aanpakt, keldert de slagingskans naar 50%. En als je voor alle drie elementen meteen in het diepe springt, duikt de kans op succes naar het nulpunt. De Nederlandse overheid is juist gek op baanbrekende innovaties waarbij alles nieuw en anders is. Daarom zie je zo ontzettend veel eenmalige projecten die geen vervolg krijgen. Ik geloof heilig in het incrementeel verbeteren van bestaande technologie in de thuismarkt om er vervolgens internationaal mee door te breken. Gelukkig zie ik er een kentering nu bedrijven en onderzoeksinstituten de agenda bepalen in de topsectoren.'

Uitgelicht

- Door laagwaardige warmte met de rookgascondensor terug te winnen, stijgt het rendement van houtgestookte ketels boven de 100 procent van de onderste verbrandingswaarde.
- Drieduizend Nederlandse boeren hebben in potentie voldoende vee voor een rendabele monovergistingsinstallatie. Deze installaties zouden twee miljard kuub gas produceren en zodoende maar liefst een derde realiseren van de totale overheidsdoelstellingen gericht op CO₂-reductie.
- De meest efficiënte manier om van hout in te zetten in Nederland, is om het te verstoken in warmtekrachtcentrales bij grote warmte afnemers. Circa 90 procent à 100 procent van de energie wordt dan nuttig gebruikt en de elektriciteit wordt ook met een rendement van 90 procent opgewekt. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld het stoken van biomassa in kolencentrales (efficiency van maximaal 40 procent) of et vergassen en omzetten naar aardgas (efficiency van 60 a 65%).



Kerngegevens

Projectnummer: DEMO03030
Projecttitel: Optimale benutting van de energie input van een houtgestookte centrale door plaatsing rookgascondensor en CO₂-benutting.
Penvoerder: HoSt Imtech Vonk
Partners: Vink Sion
Geïnterviewde: **Herman Klein Teeselink**, directeur HoSt
Telefoonnummer: 053 460 90 80
E-mail: kleinteeselink@host.nl
Website: www.host.nl
Looptijd: december 2005 - oktober 2009

Projectnummer: DEMO11016
Projecttitel: Onderzoek naar solitaire mestvergisting
Penvoerder: HoSt Imtech Vonk
Partners: Praktijkcentrum Sterksel
Geïnterviewde: **Herman Klein Teeselink**, directeur HoSt
Telefoonnummer: 053 460 90 80
E-mail: kleinteeselink@host.nl
Website: www.host.nl
Looptijd: november 2009 – juni 2012

Suikers winnen uit hemicellulose voor de productie van bio-ethanol

Doelstelling

Ontwikkelen van kennis die nodig is voor de productie van tweede generatie biobrandstoffen.

Piet van Egmond, R&D Program Manager Bio-based Products & Services van DSM, aan het woord:

‘Wereldwijd zijn er enorme hoeveelheden reststromen beschikbaar uit de maïsteelt. Denk aan maïskolven, maïsstengels en maïsbladeren. Daar kun je ethanol van maken. Het is wel heel uitdagend. Je moet namelijk cellulose en hemicellulose eerst met behulp van enzymen omzetten in monosuikers en de monosuikers vervolgens omzetten in bio-ethanol. Dit project had als doel om slimmere enzymen te ontwikkelen, enzymen waarmee je tegen lage kosten bio-ethanol kan maken van biomassa. Het was een succes, we passen de opgedane kennis toe in de eerste fabriek om het in de praktijk te brengen!’

Technologie

Inzicht in complexe structuren sleutel tot oplossing

Biomassa zit ingewikkeld in elkaar. De onderzoekers analyseerden eerst hoe de moleculen precies in elkaar zitten.

Piet van Egmond: *‘We moesten scherp krijgen welke structuren we willen afbreken. Als je dat weet, kun je bepalen welke enzymatische activiteit nodig is. De beschikbare commerciële enzymen voldeden niet. Daarom is in de natuur naar micro-organismen gezocht die de gewenste enzymen maken.’*

Toegevoegde waarde

Met de nieuwe technologie, wordt de productie van bio-ethanol uit reststromen die nu niet worden benut rendabel. Het gebruik van bio-ethanol als brandstof voor bijvoorbeeld auto's heeft als groot voordeel dat dit een CO₂ neutrale vorm van energiegebruik is.

Win-win door gebruik schadelijke reststromen

Joost Dubois, Director Communication & Branding voor Bio-based Products & Services van DSM, aan het woord:

‘Normaal gesproken oogst de boer de maïskorrels, de rest van de plant blijft op het land. Op zich is dat goed voor de bodem.

We onderzochten met de Iowa State University hoeveel maïsresten er idealiter op de akker moeten blijven. Wat blijkt: er blijft nu veel te veel achter! De laag is zo dik, dat de grond na de winter koud blijft. En na opwarming kunnen er makkelijk ziektekiemen ontstaan. Als we één derde benutten voor de productie van ethanol, verbetert dat de maïsopbrengst voor de boer. Een win-win situatie dus. We zijn al jaren bezig om uit te zoeken hoe we boeren kunnen overtuigen om de stro te oogsten, jaar na jaar een beetje meer. We hebben vorig najaar honderdduizend ton geoogst. Dat gebruiken we om de eerste fabriek op te starten.’

Resultaten

Het project leverde het inzicht in de enzymatische activiteit die nodig is om maïsplanten af te breken in monomeren. Dit klinkt eenvoudiger dan het is. Vier personen werkten vier jaar aan het onderzoek om dit resultaat te bereiken. De nieuwe inzichten zijn gepubliceerd in vakbladen en vormen een belangrijke bouwsteen om de technologie te kunnen implementeren.

Vervolgactiviteiten

Van labschaal naar commerciële schaal

Het identificeren van de enzymatische activiteit is 'slechts' een onderdeel van de portfolio van activiteiten van DSM gericht op de productie van biobrandstoffen met biomassa.

Piet van Egmond: 'We verkopen wel enzymen, maar onze kernactiviteit is dat we stammen van micro-organismen licensiëren. Andere bedrijven kunnen straks hetzelfde proces uitvoeren met onze gepatenteerde stammen. Nadat we wisten welke enzymatische activiteit nodig is, identificeerden we de enzymen en zochten we de schimmels die deze enzymen maken. De volgende stap was om de enzymen op pilotschaal te produceren. Na de pilotschaal, volgt productie op industriële schaal in een fabriek.'

Het totaal is meer dan de som der delen

Joost Dubois: 'We bouwen nu in Amerika de eerste fabriek ter wereld om te bewijzen dat het werkt. We werken samen met POET, de grootste ethanolproducent ter wereld. POET heeft veel ervaring in het bouwen van dit soort fabrieken, ze hebben relaties met boeren en ze weten hoe je ethanol moet verkopen. Kortom, een prachtige infrastructuur waar DSM zo in kan pluggen.'

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Enorme markt

De wereldwijde marktpotentie voor bio-ethanol is gigantisch, naar schatting zo'n 50 miljard liter/jaar in 2020. Als de eerste fabriek een succes is, kunnen andere producenten overal ter wereld aan de slag met hetzelfde procedé. **Joost Dubois:** 'Onze eerste fabriek heeft een capaciteit van honderd miljoen liter per jaar. De fabriek biedt een blueprint voor wat we willen verkopen, daarom is een grote schaal essentieel. De bouw van de fabriek heeft een prijskaartje van tweehonderdvijftig miljoen dollar, dat zegt genoeg.'

Versterking kennis door structurele samenwerking

Piet van Egmond: 'We hebben de samenwerking met de universiteit van Wageningen na het project voortgezet. De postdoc die aan het project werkte, is nu bij DSM in dienst en is gedetacheerd bij Wageningen Universiteit, leerstoel levensmiddelenchemie. Deze onderzoeksgroep heeft namelijk veel apparatuur om te bestuderen wat er met biomassa gebeurt als je enzymen er op los laat. En wij zijn gespecialiseerd in kennis van de enzymen. We versterken elkaar dus. Zo krijgen we steeds meer kennis om een nog slimmere enzymenmix te maken.'

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Recalcitrante oligomeren

Piet van Egmond: 'Sommige moleculen zijn heel erg weerbarstig, heel lastig om te splitsen. Daar hebben we onze tanden op stukgebeten, maar uiteindelijk lukte het. Je werkt met hypothesen, als die niet kloppen, moet je bijsturen. Biotechnologie is soms niet goed voorspelbaar. We moeten er dan via 'trial and error' achterkomen of een micro-organisme bepaalde enzymen goed kan produceren.'

We testen stammen eerst op labschaal, dan op pilotschaal en dan op demoschaal. Dat een stam goed presteert op milligramschaal, is geen garantie voor de prestaties op literschaal. Soms zitten we met onze handen in het haar: Hoe komt het dat deze schimmel op pilotschaal enzym x niet maakt? We hebben vuistregels, maar die gaan niet altijd op. Soms stelt het onderzoek je teleur. Dan moet je bijvoorbeeld met twee schimmels een enzymmengsel maken terwijl je er op één had gerekend.'

Niet sequentieel maar parallel

Joost Dubois: 'Door de concurrentiedruk heb je niet de ruimte om stap voor stap te werken maar moet je op verschillende fronten volle vaart vooruit. Tijdens het lopende onderzoek project stelden we vast waar klanten behoefte aan hebben. En we zochten een partner om de fabriek mee te bouwen. Je moet er voor zorgen, dat je de concurrentie voor blijft. Het is een totaal nieuw, veelbelovend maar riskant gebied.'

Belang en rol van niet-technische aspecten

Projectmanagement om parallelle projecten te bundelen

Joost Dubois: 'Omdat we parallel werken aan projecten die van elkaar afhankelijk zijn, moeten we resultaten heel goed afstemmen. Goed projectmanagement is daarvoor cruciaal. DSM ontwikkelde hiervoor een eigen methode. Het onderzoeksproject, het project om de fabriek te bouwen en het project om de markt commercieel te ontginnen; alle projecten volgen hetzelfde projectmanagement-proces. Zo stemmen we de resultaten van de verschillende projecten optimaal op elkaar af.'

Multidisciplinaire samenwerking vergt goed luisteren

Piet van Egmond: 'We werken met veel verschillende vakspecialisten. Analytici en biochemici onderzoeken de structuur van de biomassa en de gewenste enzymen. Zodra we enzymen moeten produceren, gaan de genetici en de specialisten op het gebied van fermentatie aan de

slag. Het bouwen van een fabriek is het werkterrein van engineering, manufacturing, operations en logistiek. Tegelijkertijd zijn onze commerciële specialisten aan het werk om business development en marketing op de rails te krijgen. En uiteindelijk is er een team van juristen nodig om de nieuwe contracten en partnerships te bezegelen. Goede samenwerking is dan ook cruciaal.'

Joost Dubois: 'Je moet heel flexibel zijn en bereid zijn om goed te luisteren. Het werkterrein is dynamisch, het verandert voortdurend. Het is nieuw en moeilijk te voorspellen. Als je één vaste route loopt, loop je vast. Het zó belangrijk om open te staan voor signalen, continu te checken of je plan nog past, continu je aan te passen. Je moet antennes hebben: Voor wie kan dit belangrijk zijn? Je pikt enorm veel info op, wereldwijd. Dat moet je delen! Heb je dit gehoord? Kun je dit plaatsen? Zo voorkomen we dat we elkaar verrassen.'

Advies voor collega-innovators

Bezint eer ge begint

Piet van Egmond: 'Je moet heel goed nadenken voor je begint. Je kunt bij wijze van spreken beter tien uur in een goede voorbereiding steken dan één fte extra aan het team toevoegen dat een product ontwikkelt waar geen vraag naar is. De innovators die het project initieerden, hadden een goede visie. Ze zagen wat in de toekomst belangrijk wordt. Dat is het startpunt voor succes.'

Advies voor politici en beleidsmakers die innovatie willen stimuleren

Joost Dubois: 'Het moet me van het hart: welbeschouwd is het een beetje zuur. We voeren in Nederland baanbrekend onderzoek uit. Dat financieren we mede met subsidie. Maar als internationale speler zoeken we vervolgens de locatie waar de condities het beste zijn om de technologie naar het productiestadium te tillen. Deze condities zijn in het buitenland momenteel extreem veel beter dan in Europa.'



Denk daarbij aan de Verenigde Staten, Brazilië of China. De eerste fabriek is het meest riskant, dus je zoekt zekerheid en stimulans. Die vinden we in Amerika. Daarom stoppen we de technologie in een koffertje en bouwen in de USA onze eerste fabriek. We huren ter plekke bedrijven om de fabriek te bouwen, voor de logistiek, voor de sales, we nemen operators in dienst. We geven zo aan honderden, op termijn wel duizenden mensen werk buiten de EU. We willen aan politici en beleidsmakers meegeven: wees je er van bewust dat de kennis die we hier ontwikkelen, weglegt. We maken ons zorgen. Er is in Europa en Nederland gebrek aan stimulerende wetgeving en lange termijn zekerheid in vergelijking met landen als de Verenigde Staten. Komt dat door gebrek aan visie en lef? Regeringen hebben hier een scope van vier jaar, maar de wetgeving voor biobrandstoffen in de VS

is gestart in 2007 en loopt tot 2022. Met het gebrek aan lange termijn visie en stabiliteit in het beleid in de EU is het veel te riskant om hier honderden miljoenen te investeren in een nieuwe fabriek. Hopelijk komt hier verandering in!

Uitgelicht

Met de nieuwe technologie is het mogelijk om van de resten van maïsplanten goedkoper bio-ethanol maken. De marktpotentie voor bio-ethanol is gigantisch, naar schatting zo'n 50 miljard liter in 2020. Als de eerste fabriek een succes is, kunnen andere producenten overal ter wereld aan de slag met hetzelfde succesvolle procedé.



Kerngegevens

Projectnummer: KTO01010
Projecttitel: Removing the bottleneck in second generation bioethanol production
Penvoerder: DSM Bio-Based Products & Services BV
Partners: Wageningen Universiteit
Geïnterviewden: **Piet van Egmond**, R&D Program Manager
Joost Dubois, Director Communication & Branding
Telefoonnummer: 015 279 20 74
E-mail: piet.egmond-van@dsm.nl
Website: www.dsm.com (bps.dsm.com)
Looptijd: 2009 - 2013

Doelstelling

Met een pilot plant aantonen dat de eerste opschalingstappen van de Furanics technologie werken. De Furanics technologie is een nieuw, katalytisch proces om koolhydraten uit biomassa om te zetten in stabiele bouwstenen voor plastics, chemicaliën en biobrandstoffen.

Ed de Jong, Vice President Development bij Avantium, aan het woord:

‘De baanbrekende pilot plant moest het zo fel begeerde ‘Proof the process’ leveren. We wilden op grotere schaal realiseren wat ons in het lab al lukte: superieure bouwstenen voor plastics maken van honderd procent plantaardig materiaal. We hebben namelijk technische inzichten en gegevens nodig voor de verdere opschaling naar een grote commerciële demonstratie fabriek. De pilot plant moest ook voldoende grondstof produceren om nieuwe toepassingen met onze partners te ontwikkelen en op grote schaal te testen. We hebben deze nieuwe technologie YXY gedoopt.’

Technologie

De bouwsteen FuraanDiCabonZuur (FDCA) wordt gevormd uit HMF, 5-hydroxymethylfurfural, beide stoffen worden zowel door de wetenschap als door de industrie beschouwd als twee van de twaalf belangrijkste platformchemicaliën voor de bio-based chemische bulkindustrie. Het kan worden gemaakt uit diverse soorten hexoses (C6-isomeren), zoals glucose en fructose uit suiker, glucose uit zetmeel of glucose uit cellulose. Cellulose is bijna onbeperkt beschikbaar als grondstof van biologische oorsprong. Hoewel onderzoekers er al decennia lang aan werken, bestond er nog steeds geen geschikt productieproces om van HMF commerciële toepassingen richting onder

andere FDCA te maken. Dat komt doordat deze stof moeilijk isoleerbaar en chemisch instabiel is.

De innovators ontwikkelden in eerdere fasen al een oplossing voor dit probleem op labschaal. Zij maakten direct uit suikers HMF-ethers en -esters (furanen). Deze stoffen zijn wél stabiel en zijn zeer geschikt als bouwstenen voor plastics. Er kan bijvoorbeeld poly-ethylene-furanoate (PEF) van gemaakt worden, een grondstof voor plastic flessen met uitstekende eigenschappen.

De beschikbare processen om grote volumes van deze innovatieve grondstoffen te maken, waren voor aanvang van dit project echter nog te weinig selectief, te duur en technisch lastig op te schalen. In dit project werkten de innovators aan de ontwikkeling van technieken en processen die in een pilot plant wél goed werken én die in een volgende fase naar industriële commerciële schaal getild kunnen worden. De onderzoekers keken in detail naar verschillende grondstoffen, katalysatoren, reactortypen, katalytische processen en eindproducten.

Toegevoegde waarde

Met de nieuwe technologie kan YXY op industriële schaal geproduceerd worden. Producenten kunnen YXY gebruiken voor vele toepassingen, denk aan frisdrankflessen, tapijten, textiel, supervezels, weekmakers, harsen, verven en lakken.

Ed de Jong: *‘Het is nu voor het eerst mogelijk om op grote schaal plastic flessen te maken van honderd procent plantaardig materiaal, een unicum! Onze plastics presteren ook nog veel beter dan de plastics gemaakt van fossiele feedstock. Dit bioplastic laat zuurstof, CO₂ en*

water veel moeilijker door. Dat betekent dat je voedingsmiddelen langer kunt bewaren of dat je minder conserveringsmiddelen hoeft toe te voegen. Je kunt ook een dunner verpakking maken die hetzelfde presteert of in plaats van meerlaags plastic een enkele laag gebruiken. Dat heeft weer grote recyclingvoordelen. Je ziet het: nieuwe materialen gemaakt van YXY scoren op tal van punten beter dan hun fossiele evenknie.'

Resultaten

De innovators slaagden er in om in Geleen op de Chemelot Campus een pilot fabriek te bouwen en in bedrijf te stellen.

Ed de Jong: *'We zijn direct begonnen met het bouwen van de pilot plant tijdens het project. De fabriek is operationeel en produceert twintig ton YXY bouwstenen per jaar. Gezien onze ambities en de interesse van marktpartijen is dat aan de lage kant, dus we bekijken nu of we bottle necks kunnen verwijderen om zo de capaciteit te verhogen.'*

Vervolgactiviteiten

Tijdens en na het project zocht Avantium partners die met het nieuwe materiaal producten willen maken. Voor veel bedrijven is het een strategische keuze om serieus aan duurzaamheid te werken. Daar biedt YXY prima mogelijkheden voor.

Ed de Jong: *'Wij zijn heel blij met de samenwerking met Danone, The Coca-Cola Company, Alpla en Wifag-Polytype. Deze partijen zorgen echt voor een market-pull. Zo maakt Coca-Cola meer dan 15 miljard PET-flessen per jaar; een duizelingwekkend aantal. De volgende stap met onze partners is het sluiten van off-take agreements voor product uit onze commerciële demonstratie fabriek.'*

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

De innovators zoeken partners voor de financiering en opstart van een eerste grote, commerciële fabriek. Dat proces is met de succesvolle pilot plant een stuk makkelijker geworden. De planning is om over drie à vier jaar, als de eerste PEF-flessen daadwerkelijk verkrijgbaar zijn in de winkel, het mkb-stadium te ontgroeien. Uiteindelijk zijn er voor de uitrol van YXY in allerlei toepassingen fabrieken over de hele wereld nodig.

Ed de Jong: *'We denken dat het uiteindelijk heel groot wordt. Het is een heel tastbaar project, iedereen drinkt wel eens water of frisdrank uit een PET-flesje. Het heeft een hoog aaibaarheidsgehalte. Minister Verhagen en Bernard Wientjens van VNO-NCW zijn op bezoek geweest, minister Kamp heeft al paar keer onze fles in de hand gehad. We kunnen als BV Nederland er echt trots op zijn dat we een zó mooie technologie kunnen ontwikkelen.'*



Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Geen push maar pull

Ed de Jong: *'De grootste valkuil voor dit soort projecten is dat je geen buy-in hebt van de eindgebruikers. Je krijgt dergelijke marktveroveringen onmogelijk voor elkaar met alleen een technology push. Er is echt market pull vereist van eindgebruikers die het nieuwe materiaal willen benutten. Om hen over de streep te trekken heb je steekhoudende argumenten nodig. Zo toonde Coca-Cola in eerste instantie nauwelijks belangstelling voor onze ideeën. We moesten eerst met een prototype van de PEF-fles over de brug komen, die moesten we zelf maken van onze YXY bouwstenen. Pas toen we het eerste exemplaar ter wereld aan een tienkoppig gezelschap op het hoofdkantoor in Atlanta konden overhandigen, waren ze onder de indruk en was hun interesse gewekt. Coca-Cola heeft de eerste fles uitvoerig bestudeerd en aan een reeks rigoureuze testen onderworpen. Pas daarna kamen ze over de streep. Eerst zien, dan geloven.'*

Stap voor stap naar de eindstreep

Ed de Jong: *'Je moet een gezonde dosis naïviteit hebben om te kunnen slagen met een baanbrekende innovatieve technologie. Richard Feynman, Nobelprijswinnaar, drukt het zo mooi uit: 'Victory usually goes to those green enough to underestimate the monumental hurdles they are facing.' Dat wil niet zeggen dat je op wolken moet gaan zitten en de realiteit uit het oog moet verliezen. Je moet ook weer niet de andere kant doorslaan. Maar een werkwijze en filosofie waarbij je probleem per probleem oplost, werkt beter dan een aanpak waarbij je in één keer alle honderden problemen tegelijkertijd onder ogen ziet. Dat is zó ontmoedigend, dan begin je er niet meer aan.'*

Belang en rol van niet-technische aspecten

Er waren geen onoverkomelijke technische obstakels om de pilot plant te bouwen. Wel kwamen de innovators onvoorziene hindernissen op andere terreinen tegen. Deze werden ze de baas door slim samen te werken met partners en door de juiste experts in te schakelen.

Samen sta je sterk

Ed de Jong: *'Natuurlijk ging er technisch wel eens wat mis, een pompje werkt niet of een sensor doet het niet. Maar dat verwacht je, daar houdt je rekening mee. Juist de belemmeringen op andere terreinen stelde onze capaciteiten op de proef. We moesten rekening houden met de nieuwe chemicaliënregelgeving van de EU genaamd REACH. De afkorting staat voor 'Registratie, Evaluatie en Autorisatie van Chemicaliën'. Deze regelgeving moet zorgen voor een verantwoord gebruik van chemicaliën. Een andere vraag is: komen stoffen uit onze innovatieve plastic fles in de frisdrank terecht? Om deze vraag te beantwoorden moesten we food contact studies laten uitvoeren, dat was ook nieuw voor ons. En we moesten onze 'feedstock' certificeren: waar komen onze grondstoffen vandaan? Een heel ander aandachtspunt was de recycling: hoe gedragen onze plastics zich in recyclingstromen? Deze zaken hadden we in eerste instantie niet scherp op ons netvlies. Nu weten we van de hoed en de rand. Onze partners Coca-Cola en Danone hielpen ons, zij beschikken over sterke netwerken van partijen die vragen kunnen beantwoorden en die proeven kunnen uitvoeren.'*

Advies voor collega-innovators

Pennywise, pound foolish

Ed de Jong: 'Een pilot plant is altijd zeer kostbaar want je bouwt alles voor één keer. Waak ervoor dat je om die reden doorschiet in té hard bezuinigen met allerlei short cuts en met te klein gedimensioneerde apparatuur. Zorg ervoor dat je apparatuur bouwt die tegen een stootje kan en die ruim binnen specs presteert. Apparatuur van onvoldoende kwaliteit vervangen is namelijk altijd duurder en heeft veel meer nadelen.'

Strategische samenwerking en bescherming Intellectual Property

Ed de Jong: 'Wees je er van bewust dat je dit soort marktveroveringen niet alleen de baas kan. Om alle hordes te kunnen nemen, heb je zoveel expertise en geld nodig, dat een solo actie gegarandeerd op een mislukking uitdraait. Strategische samenwerking is dus essentieel. Als je ervoor zorgt dat je je Intellectual Property goed beschermt, heb je er alleen maar voordeel bij. Zonder een strategische partner

als Coca-Cola kunnen we de markt niet ontginnen. We namen juridische experts uit de Verenigde Staten in de arm om onze belangen goed te beschermen. Die waren hun tarief van zeshonderd dollar per uur meer dan waard: door hun werk konden we uiteindelijk snel een uitgebalanceerde overeenstemming bereiken.'

Uitgelicht

- In 2013 won Avantium de splinternieuwe 'Innovation in Bioplastics Award'. Deze jaarlijkse prijs is in datzelfde jaar in het leven geroepen door de Bioplastics Council, een commissie van 'The Plastics Industry Trade Association'.
- Coca-Cola gaat met YXY van Avantium superieure PEF-flessen maken. Deze zullen de miljarden PEP-flessen vervangen die jaarlijks wereldwijd over de toonbank gaan.
- Avantium is al vier keer op een rij gekozen voor de "Global Cleantech 100".



Kerngegevens

Projectnummer:	KTOT01037
Projecttitel:	Amazon
Penvoerder:	Avantium Chemicals BV
Partners:	TFC, Chemelot Campus, Serenix, TU/e en University Montpellier
Geïnterviewde:	Ed de Jong, Vice President Development bij Avantium
Telefoonnummer:	020 586 80 80
E-mail:	Ed.dejong@avantium.com
Website:	www.avantium.com
Looptijd:	december 2010 – oktober 2011

Overzicht afgeronde projecten Gas



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Verbetering milieuprestaties van RWZI Willem Annapolder door slibdesintegratie	Waterschap Zeeuwse Eilanden	apr-05	mei-07	DEMO01020
BioGast	BioGast Sustainable Energy	jul-05	apr-07	DEMO01024
Vergisting van maïs	Landbouwbedrijf Kloosterman	jul-05	jun-08	DEMO01029
Duurzame energie uit mestopslagen	Bio-Energie Veendam	nov-05	feb-08	DEMO02004
Covergisting beter benut	Aben Recycling	aug-05	mei-07	DEMO02007
Warmtewinning uit co-vergistings-installatie Mts. Wollerich	Woagen	jan-06	jan-08	DEMO02021
Full-scale demonstratie van de OLGA technologie in het Franse pilotproject	Technisch Bureau Dahlman	jan-06	jun-09	DEMO03001
De R&R emissiearme, energiezuinige stal	Maatschap C. en T. De Jong	okt-05	aug-07	DEMO03013
Maximaliseren energieproductie bij biomassa-installaties glastuinbouw	Eclair-E Berlikum	okt-05	mrt-07	DEMO03015
Menugestuurde vergisting van energiegewassen en droging van digistaat	Bouwhuis Biovergisting BV	jun-06	jun-09	DEMO05018
Demonstratie van Organic Rankine Cycle (ORC) bij biomassavergisting	Tri-O-Gen Group	okt-06	feb-11	DEMO05025
Waterstofboot in Amsterdam	Fuel Cell Boat	okt-06	dec-10	DEMO06005
Betere kansen voor groene energie uit GFT-stromen: demonstratie van een 2^e generatie vergistingstechniek	Veluwe Afval Recycling	jan-08	jan-10	DEMO09047
Biovergistinginstallatie Twence	Twence Afvalverwerking	feb-08	jun-11	DEMO09050
Serieproductie groen aardgas bij Waternet en gebruik ervan	Waternet	jan-08	mrt-10	DEMO09067
BioGG	Energieonderzoek Centrum Nederland	jan-06	dec-08	EOSLT03013
Maximising the bio-energy potential of ligno-cellulose biomass; mitigating the effect of humic acids	Wageningen Universiteit	jan-07	jul-10	EOSLT05006
Vergassing van natte biomassa in superkritisch water	TNO Industrie en Techniek	jan-07	dec-11	EOSLT05020
Biomass gasification and gas cleaning	Energieonderzoek Centrum Nederland	apr-07	dec-11	EOSLT06007- EOSLT07007 EOSLT08007 EOSLT09002
Vorbereiding Demo Milena	Huisvuilcentrale Noord-Holland	dec-09	apr-10	IVTH09001
BORSA Project	Darwin Business Partners	nov-09	mrt-10	IVTH09002



Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
AgroGas; Realisatie van Groen Gas uit Brabantse agroreststromen	Ingenia Consultants & Engineers	jan-10	jul-10	IVTH09004
Vergassing van zuiveringslib	HoSt FT	feb-10	jul-10	IVTH09006
Proces integratie spouting-bed vergasser	EM Group	jan-10	jun-10	IVTH09007
H ₂ -Green project	Darwin Business Partners	jan-10	mei-10	IVTH09008
Entech/ Euco Corporation Holding	Euco Corporation Holding	jan-10	jun-10	IVTH09009
Haalbaarheid ontwikkeling industriële vergistinginstallatie	HoSt	sep-08	aug-09	KTOH01003
Haalbaarheid biogasopwerking middels 3 vats VSA	SDi technology Ventures	okt-10	sep-11	KTOH03016
Milena-Olga technologie als basis voor de productie van groen gas	HVC	sep-09	jun-11	KTOT02058
Syn2meth: biologische omzetting van syngas naar SNG	Ingenia Consultants & Engineers	okt-08	sep-09	NEOH03010
Biologische houtvergassing naar SNG	Ingenia Consultants & Engineers	aug-09	aug-10	NEOH04009
Electrochemical recovery of sulphur from natural-, syn- and biogas	Procede Gas Treating	jun-10	nov-11	NEOH05004
E-digestion: Een nieuwe technologie voor groen gasproductie en CO ₂ -afvang	Wageningen Universiteit	jan-09	apr-10	NEOT05005
Mechanismen van aquatische oligochaeten (wormen) voor ontsluiten van biomassa t.BV de productie van bio-energie	SR Technologie	mei-09	nov-10	NEOT06017
SCWG van natte mest voor productie van groen gas	GENSOS	jul-09	feb-10	NEOT07001
Innovatieve biogasconversie en biogasverwerking in Hengelo	Twence Holding	dec-09	dec-11	UKP02026
<u>Rijden op Biogas in Nederland</u>	<u>MAN Trucks & Bus NV</u>	<u>apr-07</u>	<u>juli-13</u>	<u>UKR04010</u>
Rijden op GFT	Rova Holding	apr-07	dec-11	UKR04017



Projecten Gas afgerond 2012-2013

Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Membranionic	KEMA Nederland BV	2011	2013	NEOT08008
Ultra-thin "brush membranes": a new concept for membrane separation of hydrogen gas	Technische Universiteit Delft	2011	2013	NEOT08010
Slimme hybride membranen: stabiel, selectief en permeabel	Universiteit van Amsterdam	2010	2012	NEOT08011
Vloeibaar aardgas (LNG) als vervanger voor diesel	Rolande LNG BV	2006	2012	UKR03002
HybSi® membranen op Polymere drager voor Organische Nanofiltratie (HybPON)	Energieonderzoek Centrum Nederland	2010	2012	EOSLT10029
De zink waterstof peroxide batterij Een nieuwe oplossing voor goedkoop, schoon en elektrisch transport	Dr. Ten BV	2010	2012	NEOT08014

Betere kansen voor groene energie uit gft-stromen: demonstratie 2^e generatie vergistingstechniek

Gas



Doelstelling

Het demonstreren van een gft-vergistingsinstallatie die gebruik maakt van een innovatieve Zwitserse vergistingstechnologie. De installatie produceert groene stroom en digestaat, dat wordt omgezet in compost. Het project baant de weg voor een belangrijke nieuwe bron van duurzame energie in Nederland.

Ruurd van Schaik, bedrijfsleider van de Divisie Engineering van VAR, aan het woord:

'Duurzaamheid is een van de kernwaarden van ons bedrijf. We wilden onze gft-verwerking energieneutraal maken en zagen kans om er zelfs energie mee op te wekken. Zo kunnen we gemeenten CO₂-certificaten bieden en ze stimuleren om meer gft-afval in te zamelen. Het project is geslaagd, de installatie draait met succes en de jarenlange trend van dalende gft-inzameling, is omgebogen.'

Technologie

In plaats van gft te composteren, zag afvalverwerkingsbedrijf VAR (sinds 2011 onderdeel van Attero) kansen om gft te vergisten en zodoende energie te produceren. De installatie zet gft om in biogas. Vervolgens werkt de installatie dat op tot elektriciteit. De fractie die overblijft, het digestaat, zet de installatie om in compost.

In Nederland waren al enkele gft-vergisters gebouwd, die om verschillende redenen niet succesvol waren. Alleen de vergister van Orgaworld in Lelystad was in 2009 nog operationeel.

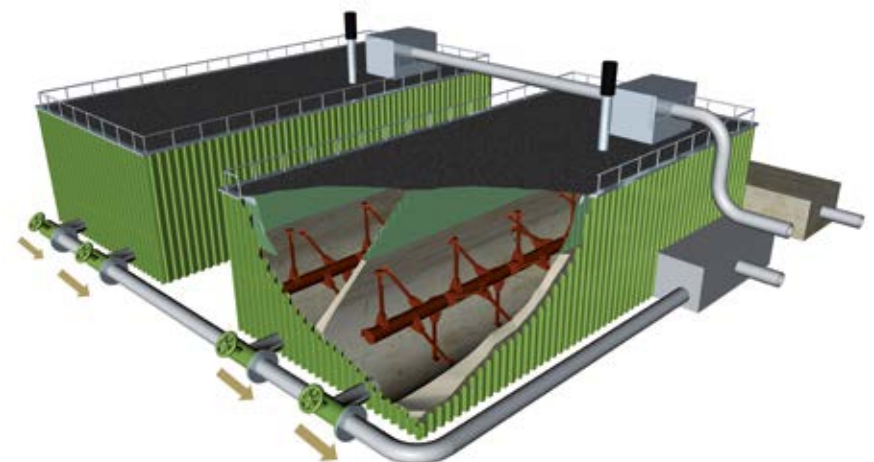
Ruurd van Schaik: *'In eerste instantie waren wij van plan om zelf een vergistingssysteem te ontwikkelen, daarnaast oriënteerden we ons op de internationale markt. We concludeerden uit ons onderzoek*

dat het Kompogas-systeem van het Zwitserse bedrijf CTU uitstekend aansloot op onze wensen.'

In het Kompogas-systeem worden biogas en digestaat gewonnen op basis van het propstroomprincipe. De gft vergist onder anaërobe, relatief droge en thermofiele omstandigheden, in een continu proces. Het Kompogas-systeem realiseert hoge gasopbrengsten en is zeer hygiënisch. Doordat het een gesloten systeem is, stoot het geen schadelijke gassen uit. Ook gaat er geen entmateriaal verloren door aanraking met zuurstof.

Toegevoegde waarde

De installatie op de bedrijfslocatie in Wilp maakt van 60.000 ton gft jaarlijks 2,3 miljoen m³ gas. Dat betekent een CO₂-reductie van 7.635 ton per jaar.



Ruurd van Schaik: 'We vergisten nu een derde van het gft-afval. De helft van de elektriciteit gebruiken we zelf en de helft verkopen we. Los van de milieuwinst heeft het project technologisch en economisch toegevoegde waarde. Gemeenten letten steeds meer op CO₂-reductie. Als we het project niet hadden uitgevoerd, composteerden we nog steeds en liepen daardoor veel aanbestedingen mis. Gemeenten willen groene stroom produceren en die mogelijkheid bieden we. Dat is mooi!'

Resultaten

Na intensief onderzoek, vergelijken van offertes en bezoeken van installaties koos VAR voor de Kompogas vergistings-installatie. In Nederland was dit type vergister voor gft-afval compleet nieuw. Het eigen systeem van VAR was technisch te onzeker.

In 2008 is opende minister Cramer de installatie. Inmiddels produceert de installatie jaarlijks 15.000 MWh aan groene stroom.

Vervolgactiviteiten

De opstartfase confronteerde VAR met knelpunten. Vooral de wisselende samenstelling en het hoge zandgehalte leidde tot problemen. Voor een goed resultaat waren technische aanpassingen nodig. **Ruurd van Schaik:** 'Er waren enkele hobbels om de technologie met succes in Nederland toe te passen. De samenstelling van gft is hier anders dan in Zwitserland. We moesten de nabehandeling veranderen, de pers werkte niet goed. Die hebben we aan een Duits bedrijf verkocht, daar werkt de pers prima. Als nabehandeling zeven we nu de grove fractie uit het digestaat, die gaat naar de nacompostering. De natte fijne fractie gaat naar de

voorcompostering, waar het biologisch gedroogd wordt. Door de vergister is de samenstelling van het afvalwater op het terrein veranderd. Daarom zijn we van plan nog een waterzuiverings-installatie te bouwen. En we werken er aan om meer gas uit het gft te halen. Zo optimaliseren we het systeem op grond van lessen uit de praktijk.'

De innovators demonstreerden de installatie aan marktpartijen en presenteerden resultaten tijdens symposia. Ze werken continu aan verdere optimalisatie, het systeem kan altijd beter. **Ruurd van Schaik:** 'De gasproductie was lager dan we dachten. De droge zomer beïnvloedde de samenstelling van gft-afval. We kijken continu naar de stromen die binnenkomen en hoe we de gasproductie kunnen optimaliseren.'



Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

De technologie is zo kansrijk, dat deze inmiddels gemeengoed is in Nederland. Elke serieuze afvalverwerker heeft inmiddels een vergister of bouwt er een. **Ruurd van Schaik:** *'Gemeenten namen het op in bestekken. Je kunt een aanbestedingen voor de verwerking van gft-afval alleen nog maar winnen, als je inschrijft met een combinatie van vergisten en composteren. Het is geen verplichting, maar je krijgt er punten voor. Als je niet met een vergister inschrijft, verlies je het. We bouwen op dit moment een vergelijkbaar systeem in Tilburg. Deze installatie heeft wel een pers zodat we 100 procent kunnen vergisten. Een pers die in Nederland wél werkt, vonden we tijdens onze eerdere zoektocht. Je neemt dus alle lessen die je leert met je mee!'*

Continuous and never ending improvement

De innovators staan ondertussen niet stil. Welke effecten voorzien ze in de nabije toekomst? **Ruurd van Schaik:** *'We zijn continu bezig met de vraag: Wat kun je nog meer doen met gft? Zo zijn we bezig met insectenteelt. We onderzochten vorig jaar of we van gft-afval mengvoeder kunnen maken voor insecten. Een heel ander spoor is onderzoek hoe je van het afvalwater bioplastiek kunt maken. We maken polymeren van de vetzuren die in de eerste processtap vrijkomen, micro-organismen kunnen deze omzetten in polymeren. Dit onderzoek staat nog in de kinderschoenen, maar het ziet er goed uit. Het is slim om alle technieken toe te passen die zichzelf bedruipen. De toekomst ligt in het maken van hoogwaardige grondstoffen, daar ben ik van overtuigd. De prijs van de input daalt, dus je moet wel hoogwaardige producten maken. De basis blijft natuurlijk gescheiden inzameling van gft-afval. Gelukkig stijgt de motivatie om afval te scheiden als burgers weten dat we er iets waardevols van maken!'*

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Als je innoveert, kom je gegarandeerd voor verrassingen te staan. Je koopt technologie in het buitenland en moet die aanpassen aan de specifieke Nederlandse situatie. De samenstelling van het afval en de wetgeving verschillen. De kunst is, om deze verrassingen met gezond verstand, creativiteit en doorzettingsvermogen het hoofd te bieden. Als dat lukt, kom je sterker uit de strijd, zo leert de ervaring.

Ruurd van Schaik: *'Er waren wat tegenvallers, maar die zijn onvermijdelijk. En gelukkig was het adagium 'elk nadeel heeft zijn voordeel' ook op ons van toepassing. We mochten het afvalwater niet meer als drijfmest afzetten. De installatie biedt daar geen*





oplossing voor, dus die hebben we zelf gevonden. De goedkoopste manier is om het in ons eigen systeem te verdampen, de mineralen houd je dan in de compost. Dat is juist weer een pluspunt. Zo zie je dat slimme regelgeving leidt tot kansen!’

Een creatieve oplossing voor een andere procedurele belemmering biedt ook structureel voordeel. **Ruurd van Schaik:** ‘Voor de SDE-subsidie gold de VAR als geheel als ‘een installatie’. Dat betekent dat de energie voor de recyclingsactiviteiten, werd gezien als eigengebruik. Wij kregen dus maar voor 50 procent SDE-subsidie. Dit hebben we opgelost door een derde partij een ORC-systeem te laten plaatsen en exploiteren. Dit systeem maakt elektriciteit uit de warmte van de rookgassen. Nu er een derde partij stroom produceert en gebruikt, heeft VAR een Particulier Net en krijgen we SDE voor alle groene stroom. Buiten de extra SDE-subsidie, produceren we zodoende ook nog 15 procent meer stroom.’

Belang en rol van niet-technische aspecten

Niet alleen techniek speelt een rol bij succesvolle innovatie. Ook vergunningverlening en regelgeving zijn van cruciaal belang. En er is een raakvlak met arbowetgeving. Kortom, je moet met een sterk multidisciplinair team aan de slag.

Ruurd van Schaik: ‘We werken met procestechnologen.

Commerciële specialisten weten welke stromen we binnen kunnen halen. Ze weten wat we nodig hebben om de installatie tien jaar gezond te draaien. De bedrijfsleider compostering speelt een cruciale rol en is vanaf de start betrokken. Ook de civiele projectleider speelde een onmisbare rol. Vergis je niet, het gaat om een gigantische installatie gebouwd met beton.’

Hoe kan een projectleider er voor zorgen dat de multidisciplinaire samenwerking goed loopt? **Ruurd van Schaik:** ‘Korte lijnen zijn belangrijk. We zitten dicht bij elkaar. We overleggen veel. Goede partners kiezen, is cruciaal. Je werkt met bekende bedrijven. De leverancier van de installatie nam de verantwoordelijkheid voor cruciale activiteiten. Zij hebben een sterke staat van dienst en door de wol geverfde onderaannemers, daar moet je slim gebruik van maken. We werkten alleen met partijen waar we van op aan kunnen. Dat is enorm belangrijk!’

Acceptatie bij omwonenden

Buurtbewoners moeten de installatie accepteren. Dat vergt een goede aanpak. Het plaatsen voor een voldongen feit leidt tot weerstand en protest. Je moet de mensen die in de buurt wonen, in een vroeg stadium betrekken. **Ruurd van Schaik:** ‘We gaven voorlichtingsbijeenkomsten en toonden de omwonenden hoe het er uit ziet gaat zien. Het ging prima. Maar er waren stankproblemen. Eerst bekeken we waar de stank vandaan komt. Zijn wij het of rijdt een boer in de omgeving toevallig net zijn mest uit. Het bleek aan ons te liggen. We losten het op en nu is het prima. Het is belangrijk dat je signalen serieus neemt, zo krijg je een vertrouwensrelatie. Kritiek is zo waardevolle feedback om je proces te optimaliseren!’

Advies voor collega-innovators

Ruurd van Schaik: ‘Om succes te hebben, heb je een sterk team nodig. Een team met goede mensen die er voor gaan. We hebben het serieus aangepakt. Je moet het willen doen, ook vanuit het management, dat is cruciaal! Je moet een open vizier hebben om de kansen te zien. Je moet lef hebben om de kansen te verzilveren. Zo wonnen we de aanbesteding van de provincie Utrecht. Pas daarna realiseerden we met goede moed de installatie. We zijn blij dat we slaagden!’



Welk advies zou u geven aan een collega die een vergelijkbaar project gaat starten? **Ruurd van Schaik:** *'Kijk goed rond wat je collegae doen. Wat is er goed gegaan wat is er fout gegaan? Veel bedrijven produceren geen stroom maar groen gas, dat is complexer, WKK's hebben als voordeel dat ze altijd draaien, de techniek is volledig uitgekristalliseerd.'*

Uitgelicht

- De nieuwe technologie is zo kansrijk, dat deze inmiddels gemeengoed is in Nederland. Elke serieuze afvalverwerker heeft inmiddels een vergister of bouwt er een.
- Ook als je een turnkey installatie koopt bij een leverancier, ben je als afnemer erg druk om de installatie te krijgen zoals je hem hebben wilt.



Kerngegevens

Projectnummer:	DEMO09047
Projecttitel:	Betere kansen voor groene energie uit GFT-stromen: demonstratie van een 2 ^e generatie vergistingstechniek
Penvoerder:	VAR
Partners:	CTU
Geïnterviewde:	Ruurd van Schaik , bedrijfsleider van de Divisie Engineering van VAR
Functie:	Bedrijfsleider divisie engineering
Telefoonnummer:	055 301 83 00
E-mail:	rvanschaik@var.nl
Website:	www.var.nl
Looptijd:	september 2008 – december 2009



Doelstelling

Het aantonen dat biogas uit zuiveringsslib efficiënt en rendabel omgezet kan worden in groen gas dat teruggeleverd wordt aan het aardgasnet.

Frederik Gast, mede-oprichter en directeur van BioGast Sustainable Energy BV, aan het woord:

'Met het demonstratieproject bij RWZI Beverwijk wilden we laten zien dat de productie van groen gas uit zuiveringsslib technisch en organisatorisch mogelijk is en dat we op deze schaal groen gas commercieel kunnen produceren. Dat is gelukt! Het is zeer motiverend om hier aan te werken. Je zoekt klanten en commerciële kansen maar tegelijkertijd werk je aan een betere wereld. Het bijzondere is dat je veel gelijkgestemden tegenkomt: mensen met een zakelijke missie maar met een extra motivatie. Daardoor zijn ze bereid om iets verder te springen en nóg beter hun best te doen dan in een normale setting.'

Technologie

Biogas komt vrij bij het vergisten van mest, landbouwafval, rioolsslib en als stortgas bij vuilstortplaatsen. **Frederik Gast:** *'Je kunt met warmtekrachtkoppeling van biogas stroom en warmte maken. Of je kunt biogas lokaal opwerken tot aardgaskwaliteit. Dat is efficiënter en daardoor milieuvriendelijker. Er zijn verschillende technieken hiervoor beschikbaar. Het wassen van verontreinigde gassen om het te zuiveren is al zo'n honderd jaar bekend. Wij kozen echter voor membraamtechnologie in combinatie met reinigingsfilters, dat is voor onze kleine schaal veel beter geschikt. De techniek is niet nieuw. Maar het is wel innovatief om het voor dit doel te gebruiken, we waren de eerste marktpartij die dat doet.'*

Een BioGast installatie is als volgt opgebouwd. Een membraan en filters verwijderen CO₂, water en H₂S uit het gas. De installatie perst het biogas onder druk door het membraan. Het groene aardgas wordt via het invoedpunt het gasnet in gevoed. Dit invoedpunt bestaat uit een kast met reductieventielen die de druk van 8 bar van de BioGast installatie vermindert naar de druk van 100 millibar 'in de straat'. Ook bevat dit punt meetapparatuur om continu de kwaliteit van het gas te monitoren. Een CV-ketel verbrandt het restant laag-calorisch gas en warmt zodoende de vergister op.

Toegevoegde waarde

Het speciaal voor deze missie opgerichte bedrijf BioGast levert de installatie in een container. Het bedrijf is zodoende 'te gast' bij de leverancier van biomassa zodat transport niet nodig is. BioGast exploiteert de opwerkingsinstallatie en neemt zo zorgen uit handen van de leverancier.

Een BioGast installatie is een samenstel van bewezen technieken. Alleen de techniek gebruikt in het punt om het terug te voeden in het aardgasnet is gepatenteerd. Er is geen speciale infrastructuur nodig, alleen aansluitingen voor biogas, elektriciteit en aardgas. De technologie leent zich bij uitstek voor modulaire opschaling.

Een BioGast installatie voorziet tweehonderd à vierhonderd huishoudens van groen aardgas. Het rendement is beter dan bij de productie van elektriciteit uit biomassa. Bovendien is groen gas in Nederland schaars. Ook de transport- en vervoerssector hebben er behoefte aan.

Resultaten

De opwerking van biogas tot groen aardgas is geslaagd. De innovators toonden aan dat dit met bewezen technieken mogelijk is.

Eerste invoeder in Nederland

BioGast is de eerste invoeder onder de nieuwe gaswet en bovendien de eerste commerciële onafhankelijke invoeder. De netwerkbeheerder stelt hoge eisen aan de bewaking van de kwaliteit van het in te voeden gas. De methode en technieken zijn min of meer gekopieerd van de fossiele gaswereld. BioGast moet aan de hoogste norm voldoen. Het geleverde groene aardgas voldoet aan de kwaliteitseisen zoals gesteld door het netwerkbedrijf. Het invoedstation bewaakt voortdurend de kwaliteit. Deze wordt iedere twee minuten gemeten, gelogd en aan het netwerkbedrijf ter beschikking gesteld. Als het gas niet aan de normen voldoet, gaat het terug de opwerkinstallatie in.

Uptime en productie

Na een test- en inregelperiode draaide de opwerkinstallatie met een uptime van meer dan 95%. De installatie heeft in 2006 circa 30.000 m³ aardgas geproduceerd en sinds januari 2007 circa 1.000 m³ per etmaal. Dit gasvolume werd zonder enige storing of bijwerking en ongezien gebruikt door de bewoners en industrie in het oostelijk deel van Beverwijk.

Roet in het eten

De dagelijkse noodzakelijke inzet van operators voor de installatie was gering. Alleen de CV-ketel gooide aanvankelijk roet in het eten door frequente storingen. De verwerking van laag-calorisch gas met een hoog percentage CO₂ staat wereldwijd nog in de kinderschoenen. De innovators hebben

hun hoofd erover gebroken maar vonden er uiteindelijk een oplossing voor. Daarvoor moesten ze wel diep in hun eigen buidel tasten.

Frederik Gast: *‘Het project is zeer goed verlopen. Alleen het verwerken van het restgas brak ons bijna op, dat hebben we onderschat. Iedereen zei dat het makkelijk zou zijn. Maar we moesten er veel meer tijd en geld in steken dan verwacht, terwijl het een onderschikt onderdeel van de installatie lijkt. Het is alsof je een hele dure auto koopt, je goedkope banden laat aansmeren en vervolgens daardoor een ongeluk krijgt. Welbeschouwd is voor de functie en veiligheid van de totale installatie de CV-brander net zo kritisch als de membraam-technologie. We waren te positief gestemd maar onderschatten de kosten en complexiteit van dit onderdeel. We financierden deze tegenvaller zelf. Er heeft dus het nodige bloed gevloeid, maar we kwamen er wel uit.’*



Vervolgactiviteiten

De innovators testten na afronding van het project nog alternatieve technieken: chemische wassing en een combinatie van membraam- en pyrogene reiniging. Op grond van de resultaten kozen ze toch voor installaties met alleen membraamtechnologie.

De CV installatie draaide aanvankelijk nog niet storingsvrij. Als vervolgactiviteit zorgde het team voor een upgrade. Die leidde tot verminderde de storingsgevoeligheid zodat de gehele installatie nu een uptime van 95 procent of meer heeft.

In 2011 is een nieuwe grotere installatie geplaatst bij RWZI Beverwijk met een capaciteit van 1,4 miljoen m³ groen gas per jaar. Door het integreren van de bediening van de Biogast installatie in de Scada installatie van de rioolzuivering, kunnen operators nu ook de installatie op afstand bedienen. Monitoring van de installatie door Biogast gebeurt eveneens op afstand.

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Het herhaalpotentieel is groot. Het splinternieuwe bedrijf realiseerde inmiddels zes installaties en er zijn er vier in opbouw. BioGast is verkrijgbaar via het gasnet bij Eneco, GreenChoice en voor wegtransport bij de pompstations van Orange Gas.

In principe is de technologie geschikt voor elke slibvergistingsinstallatie, zowel in Nederland als daarbuiten. Er zijn bovendien ook commerciële kansen voor BioGast gekoppeld aan vergisters in de landbouw. Er is in deze sector nog een enorm onontgonnen potentieel.

Biogast Sustainable Energy heeft inmiddels patent verkregen op het invoedstation. Het bedrijf startte een joint venture met Future Energy Group uit Engeland. De joint venture met de naam Future BioGast ontwikkelde een speciaal voor Groot Brittannië ontwikkelde variant van het invoedstation, de poortwachter tussen de groen gas-opwerking en het gasnet.

Frederik Gast: *'We zijn niet zo high tech maar combineren slim bewezen technieken en maken een oplossing op maat zodat die past bij de situatie. Dat maakt onze technologie zo kansrijk. De afgelopen jaren fluctueerden de energieprijzen. Er was minder belangstelling voor duurzame investeringen door de crisis. Ik heb het gevoel dat het tij nu gaat keren. Veel bedrijven zijn al geïnformeerd, hebben allerlei zaken uitgezocht en hebben heel lang nagedacht. Nu zijn ze toe aan een beslissing. Ook als transportbrandstof komt groen gas sterk in de belangstelling. En de eerste opdracht uit Engeland is binnen, de toekomst is veel belovend!'*





Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Ontbreken 'level playing field'

Frederik Gast: 'De snelheid van uitrol was afhankelijk van de beschikbaarheid van exploitatiesubsidie. Deze subsidie was voor groene stroom wél beschikbaar, maar niet voor groen gas. Daarom werd bijna al het beschikbare biogas verstookt in conventionele WKK's. Dat is jammer want het levert een lager energetisch én een lager milieurendement. Hierdoor lukte het aanvankelijk niet om full time installaties aan de man te brengen en te bouwen. Om de tijd te overbruggen verrichten we advieswerk. Gelukkig heeft de overheid toen ook voor de productie van groen gas subsidie beschikbaar gesteld. Zodoende ontstond een gelijk speelveld met groene stroom en is de zaak gaan rollen.'

Weerstand van gevestigde marktpartijen

Frederik Gast: 'De zittende partijen, de zogenaamde 'incumbents', werkten ons tegen. Ze stelden onrechtmatige eisen aan ons. Niet-bestaande gevaren werden breed uitgemeten. We moesten de juridische weg bewandelen om groen gas te mogen invoeden in ons gasnet: de Nederlandse Mededingingsautoriteit moest ingrijpen. Hoe dat komt? Ik denk dat het met hun attitude te maken heeft, een zekere angst voor vernieuwing. Wellicht ook met jaloezie: waarom zijn de zittende partijen niet zélf de initiatiefnemer? We werden gedwongen om te procederen, we moesten ambassadeurs inschakelen om elk excuus weg te nemen. We kregen uiteindelijk voor de volle honderd procent gelijk van de NMA maar je verspilt zo wel veel geld, tijd en energie.'

Belang en rol van niet-technische aspecten

Heldere organisatie, korte lijnen en positieve feedback

Frederik Gast: 'We kozen voor een eenvoudige organisatievorm. We maakten een A4tje met een overzicht van betrokken personen en telefoonnummers: wie kan je waarover bellen? Als we merkten dat mensen bij waterschappen sceptisch waren, legden we het rustig nog een keer uit. We nemen altijd iedereen serieus. De meeste mensen praten over duurzaamheid en dwepen er mee, maar in de praktijk gebeurt er weinig. Dus als je wel serieuze actie neemt, moet je mensen er bij betrekken en de positieve resultaten terugkoppelen. We stuurden bijvoorbeeld elke maand een mailtje: 'zoveel CO₂ bespaarden jullie deze maand!' Dan zien ze dat ze een verschil maken en verandert hun houding. Als je merkt dat mensen terneergeslagen worden omdat het tegenzit, moet je ze opbeuren: 'kom op, kop op!' Zo houd je de stemming er in.'

Advies voor collega-innovators

Houd rekening met tegenvallers en wees realistisch

Wat zijn andere valkuilen die vermeden moeten worden?

Frederik Gast: 'Waak er voor om te optimistisch te zijn. Een enigszins sceptische houding helpt je om teleurstellingen te voorkomen. Je hebt echt een olifantenhuid nodig. 'Underpromise and outperform', moet je adagium zijn. Zo zorg je ervoor dat je in een volgend gesprek altijd meevallers hebt in plaats van tegenvallers.'



Wees authentiek

Wat moet je bij een dergelijk project absoluut doen om succes te hebben? **Frederik Gast:** *‘Zorg ervoor dat je authentiek blijft, zorg ervoor dat alles klopt. Verantwoord je altijd op basis van feiten en haalbare plannen. Voorkom te allen tijde dat je een leugenaar wordt. Haal de juiste mensen binnen boord, zo krijg je steun. Je hoeft niet alles in één keer goed te doen. Als iets niet lukt, moet je je erbij neerleggen en andere oplossingen proberen.’*

Uitgelicht

- BioGast is de eerste invoeder van groen gas onder de nieuwe gaswet en bovendien de eerste commerciële onafhankelijke invoeder.
- In de landbouw is nog een enorm onontgonnen marktpotentieel. In Duitsland laten al twintig duizend veeteeltbedrijven hun mest vergisten in zo’n vijfhonderd tot duizend installaties. De mest wordt door vergisting niet minderwaardig en de hoeveelheid neemt ook niet af. Maar methaan en CO₂ komen niet in de lucht.
- Het invoedstation van BioGast is gepatenteerd en wordt nu via een joint venture ook verkocht op de Engelse markt.



Kerngegevens

Projectnummer: DEMO01024
 Projecttitel: BioGast
 Penvoerder: BioGast Exploitatie Beverwijk
 Partners: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, ENECO Energie
 Geïnterviewde: **Frederik Gast**, mede-oprichter en directeur BioGast Sustainable Energy BV
 Telefoonnummer: 023 545 02 20
 E-mail: gast@biogast.nl
 Website: www.biogast.nl
 Looptijd: augustus 2005 – september 2006

Rijden op Biogas in Nederland



Doelstelling

Het bijdragen aan de transitie van diesel naar biogas door biogas toe te passen als brandstof voor transportvoertuigen.

Folkert Linnemans, Business Development Manager van adviesbureau Ekwadraat, aan het woord:

‘Toen we met het project startten, stond rijden op biogas nog in de kinderschoenen. De vervoerswereld was een ‘wereld van diesel’: de hele infrastructuur is op diesel gebouwd, alle vervoerders gebruiken het. Het was diesel wat de klok slaat, ze denken in diesel. We hadden subsidie nodig om het vliegwiel in werking te zetten: om infrastructuur te plaatsen, nieuw beleid te helpen ontwikkelen, nieuwe regelgeving en om nieuwe samenwerkingsverbanden te smeden tussen partijen die normaliter niet met elkaar om de tafel zitten.’

Technologie

Biogas ontstaat bij het vergisten van biomassa: bijvoorbeeld mest en gft-afval. Je kunt het biogas met warmtekrachtinstallaties omzetten in elektriciteit en warmte. Daarbij verdwijnt restwarmte in de atmosfeer, dat is zonde. Een rendabeler inzet van biogas is om het gas na reiniging en opwerking te injecteren als groen gas in het aardgasnet. Op een andere locatie wordt het groen gas dan weer onttrokken en onder hoge druk gecomprimeerd tot motorbrandstof. Het project demonstreerde de hele keten van de productie van biogas met vergistinginstallaties tot en met de benutting in voertuigen.

Toegevoegde waarde

Voertuigen die rijden op biogas zijn duurzaam, geluidsarm en schoon. De uitstoot van fijnstof en stikstofoxiden is erg laag.

Rijden op groen gas reduceert de CO₂-uitstoot ten opzichte van diesel en benzine aanzienlijk. De productie van biogas versterkt de economische ontwikkeling van het platteland door werkgelegenheid te creëren.

Resultaten

De coalitie speelde een rol in drie OV-concessies, realiseerde meer dan tweehonderdvijftig nieuwe biogasbussen en bouwde vier nieuwe tanklocaties. Hiermee wordt bijna 8 miljoen m³ groen gas in Nederland gebruikt als transportbrandstof. Over de totale looptijd van het project is circa 170.000 ton CO₂-uitstoot vermeden.

Samen sta je sterk

Een consortium van marktpartijen, met de naam de Coalitie Rijden op Biogas (CROB), voerde het project uit. Deze coalitie bestond uit bedrijven uit de hele keten: een bedrijf in vulstations voor de biogasbussen (Geveke Werktuigbouwkunde BV), een bedrijf voor het opwaarderen van het biogas naar aardgas-kwaliteit (Dirkse Milieu Techniek BV), een busleverancier (MAN Trucks & Bus NV), een producent van WKK's om de keten te sluiten (MAN Rollo BV) en Energy Valley als netwerkorganisatie. Vervoerders Connexxion en Syntus zijn tijdens het project deelgenoot geworden. Adviesbureau Ekwadraat trad namens de penvoerder op als projectleider en secretaris van de coalitie.

Systeemverandering vereist slimme oplossingen

Om te slagen moest de coalitie de winning van grondstoffen voor biogas, de productie, de opwaardering, tankinfrastructuur en techniek bij motorvoertuigen verbeteren en op elkaar afstemmen.



Het biogas wordt lokaal geproduceerd. Daarna werkt de opwerkinstallatie van Dirkse Milieu Techniek het ruwe biogas op tot groen gas. Volgens plan zouden vervoerders het gas kunnen tanken direct bij de industriële vergister van de boer. Ook zou het gas getransporteerd worden van de boer naar de vulpunten. Deze opties bleken in de praktijk niet haalbaar.

Daarom werkte de coalitie aan een andere oplossing: het injecteren van het groene gas in het aardgasnet, waaraan de vulpunten virtueel hun groengas onttrekken. Om te garanderen dat de brandstof duurzaam is, werd het project van het consortium en RVO.nl als case gebruikt door de Nederlandse Gasunie bij het ontwikkelen van een 'groen gas' certificatiesysteem. Nu waarborgt Vertogas voor elk uitgegeven certificaat de herkomst van het gas.

Gezonde dosis naïviteit helpt

Folkert Linnemans: *'Terugblikkend constateer ik dat we best naïef waren toen we startten. Gelukkig maar, dat is soms de beste basis voor innovatie. Als je alle obstakels meteen helder voor ogen hebt, begin je er misschien niet meer aan. Op alle vlakken stuurden we het project bij om succes te kunnen boeken. Hierdoor duurde het project zes jaar in plaats van drie jaar. We richtten ons in eerste instantie op vrachtvervoer, openbaar vervoer én personenvervoer maar realiseerden ons al snel dat deze scope veel te breed was. We zagen de meeste kansen in de OV markt, dus daar concentreerden we ons op. Uiteindelijk slaagden we er in twee totaal gescheiden werelden met elkaar te verbinden. Het was een strategische keuze om partijen op basis van feiten te informeren. We gingen bij alle provincies en grote steden langs. We lieten hen zien dat groen gas vaak een goed alternatief is voor diesel. Door onze neus flink te stoten, leerden we wat er voor nodig is om een concessie te winnen met biogas. You win some, you lose some.'*

Vervolgactiviteiten

Folkert Linnemans: *'De coalitiepartners hebben echt hun nek uitgestoken, dat vind ik bewonderenswaardig. Ze investeerden allemaal fors in dit avontuur. We zijn van ver gekomen. In 2005 bedachten we het concept, in 2007 gingen we aan de slag, in 2013 is het project gerealiseerd. De markt is zich nu bewust van de mogelijkheden. We hoeven elkaars hand niet meer vast te houden. Onze inspanning verschuift van het aanbieden van een integraal concept naar hulp bieden op onderdelen. We komen bij elkaar als er concrete kansen zijn, als een marktpartij een vraag stelt. Afhankelijk van de vraag bekijken we wie de beste technische kennis heeft die daarop aansluit. We hebben zo laatst een vulstation en een opwerkunit los aanbesteedt. Dat werkt prima!'*

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Van scratch via kinderschoenen naar volwassenheid

Toen de innovators van start gingen, moesten ze het wiel nog uitvinden. Het verduurzamen van het OV heeft inmiddels een sterke vlucht genomen. Van de zesduizend bussen in Nederland, rijden er circa 700 op groen gas. In aanbestedingen nemen overheden nu geregeld criteria op voor het verduurzamen van het OV. Dit is meestal het resultaat van samenwerking tussen de afdelingen milieu, luchtkwaliteit en verkeer en vervoer. Er is een startend netwerk voor vulstations ontwikkeld in Nederland. Het herhalingspotentieel is dan ook aanwezig. De productie van groen gas moet wel stijgen om verdere groei mogelijk te maken. Naast co-vergistingsunits op boerderijschaal komen ook industriële vergisters, RWZI vergisters en afvalvergisters in aanmerking.

Folkert Linnemans: ‘De markt gaat richting volwassenheid maar staat nog in de kinderschoenen. Er is nog een impuls nodig om het OV verder te verduurzamen. Zonder stimulans bestaat het risico dat de transitie naar duurzame brandstoffen doodbloedt. De overheid kan met aanbestedingseisen en via fiscale voordelen het vliegwiel in beweging houden. ‘It’s all in the mix’, dat is mijn overtuiging: afhankelijk van het type ritten – stad, platteland, lange afstand – kunnen vervoerders voor optimale oplossingen kiezen.’

Financiering is heikel punt

Folkert Linnemans: ‘Door de economische situatie zie je dat de dynamiek verandert. Provincies bezuinigen en rijden op diesel is op dit moment vanwege de korte concessieduur nog altijd goedkoper. Over de lange termijn is rijden op groen gas voordeliger. Daar ben ik van overtuigd. De grootste bottleneck voor innovatie is financiering. Banken willen garanties maar nieuwe technologie is altijd risicovol.’

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Oefening baart kunst

De eerste knelpunten waren technisch van aard. Tanken bij de boer en het transporteren van gas naar vulstations bleek geen haalbare kaart. Het certificatiesysteem bood uitkomst. Andere technische hobbels waren relatief makkelijk op te lossen. Ook moest het team de bussen finetunen om voor voldoende vermogen te zorgen.

Kennis is macht

Het kennisniveau van de concessieverleners was een lastiger knelpunt. **Folkert Linnemans:** ‘In Gelderland verloren we helaas het gevecht. We moesten een bestaande concessie openbreken, dat is te duur. Je krijgt inpassingproblemen van het bestaande materiaal en een verandering van de logistiek. Zo leerden we dat ons concept meer

kans maakt in een nieuw uit te schrijven OV-concessie. En dat we in een zo vroeg mogelijk stadium invloed moeten uitoefenen, liefst op het moment dat de overheid het duurzaamheids- en vervoersbeleid formuleert. Het kennisniveau van concessieverleners moet dan op peil zijn zodat zij duurzaamheid als criterium opnemen. Om dit voor elkaar te krijgen, nam onze coalitie zitting in werkgroepen en platforms en voerden we gesprekken met alle provincies en grote steden. Dat vergde een forse inspanning, maar het loont. Je ziet het nu terugkomen in bestekteksten, dat is goed!

Belang en rol van niet-technische aspecten

Door het geven van presentaties en workshops bij alle provincies, grotere steden, samenwerkingsverbanden, het deelnemen aan kennisplatforms en het ondersteunen bij het vormgeven van het certificeringssysteem, is het kennisniveau van overheden en vervoerders flink gestegen.





Groot mandaat en intermenselijke klik

Folkert Linnemans: ‘Zorg er voor dat je als projectleider een groot mandaat hebt van het projectteam. Als je voor elke zucht weer terugmoet naar de vergadertafel, kom je niet ver. Je moet slagvaardig keuzes kunnen maken. Dat vereist dat je van te voren goed zicht hebt op het probleem, de keuzeroutes en de impact van keuzes. Ik heb complimenten voor de voorzitter van de coalitie, Cees van Leeuwen, want hij heeft het heel goed gedaan. De intermenselijke klik tussen projectpartners is minstens zo belangrijk als de technische klik. En communicatie is de smeerolie van het proces.’

Advies voor collega-innovators

Deel lief en leed

Folkert Linnemans: ‘Je moet er voor waken om je op een eilandje terug te trekken. Je komt heel veel problemen tegen. Als je die in je hok oplost en pas weer naar buitenkomt met de oplossing, zul je zien dat andere partijen het niet accepteren. We hebben RVO.nl steeds betrokken bij het proces. Waar lopen we tegenaan? We hebben veel gehad aan

de expertise van RVO.nl. We pasten de doelstelling en reikwijdte aan. Provincies en marktpartijen namen we ook mee in het proces. Je veroverd een nieuw terrein en samen moet je de stappen begrijpen die nodig zijn. ‘Delen’ is daarbij het sleutelwoord. Ook al ben je bezig met nieuwe technologie, het succes is niet zozeer afhankelijk van de boutjes en moertjes maar net zo goed van goede communicatie. Zorg dat de partijen in het consortium goed op de hoogte zijn, de subsidieverstrekker betrokken is in het proces en dat de markt van de hoed en de rand weet.’

Uitgelicht

- MAN Truck & Bus was in 2013 met het project Rijden op Biogas in Nederland één van de tien genomineerden voor de prijs ‘Het project van duurzame betekenis’ van het Platform tien jaar duurzaamheid.
- Transitie in een nieuwe markt is succesvol, wanneer alle partijen betrokken zijn en samenwerken.
- Informatievoorziening in transitie is essentieel. Alle provincies, grote steden zijn door de Coalitie bezocht.



Kerngegevens

Projectnummer:	UKRo4010
Projecttitel:	Rijden op Biogas in Nederland
Penvoerder:	MAN Trucks & Bus NV
Partners:	MAN Rollo BV, Stichting Energy Valley, Geveke Werktuigbouwkunde BV, Dirkse Milieu Techniek BV
Geïnterviewde:	Folkert Linnemans , Business Development Manager bij Ekwadraat
Telefoonnummer:	088 4000 500
E-mail:	Flinnemans@ekwadraat.com
Website:	www.ekwadraat.com
Looptijd:	april 2007 – juli 2013

Voorbeeldprojecten CO₂-afvang, transport en -opslag

Er zijn vanuit het CATO-1 en CATO-2 programma en vanuit het CAPTECH programma in de periode 2004-2014 honderden projecten uitgevoerd gericht op CO₂-afvang, -transport, -opslag en utilisatie. We verwijzen voor informatie over afgeronde projecten en eindrapporten naar de volgende websites:

www.co2-cato.nl (publieksvoorlichting)

www.co2-cato.org (publicaties)

www.rvo.nl/subsidies-regelingen/projecten/captech-co2-capture-technology-development-fifth-year-2010-eos-lange-termijn

Leeswijzer

De eerste overkoepelende beschrijving gaat over het CATO-programma dat door Universiteit Utrecht en TNO is gecoördineerd, en beschrijft de bijzondere samenwerking tussen bedrijven, overheid en onderzoeksinstituten.

De twee projectbeschrijvingen die daarop volgen zijn een goed voorbeeld van de baanbrekende resultaten die op dit thema in Nederland zijn geboekt: CATO CO₂ Catcher pilot plant geleid door TNO en CAPTECH, Sub Project 2: Advanced Solvents geleid door Procede Group BV.



Overzicht van alle onderzoeksactiviteiten van CATO in kaart gebracht tijdens sessie met dertig onderzoeksleiders



Doelstelling

CATO is een onderzoeksprogramma gericht op CO₂-Afvang, Transport en -Opslag in Nederland. Ongeveer veertig bedrijven, onderzoeksinstituten, universiteiten en milieuorganisaties voeren sinds 2004 baanbrekend en internationaal hoog aangeschreven onderzoek uit.

De onderzoekers richten zich op de ontwikkeling van technologie waarmee zij CCS (Carbon Capture and Storage) in de praktijk kunnen realiseren. Het omlaag brengen van de kosten is een van de belangrijke uitdagingen. CO₂-afvang is nu nog te duur in vergelijking met emissierechten. Demonstratiesites waar de complete integratie van CO₂-afvang, -transport en -opslag plaats vindt, behoren tot de ambities van CATO.

Technologie

De reikwijdte van CATO is breed. Het is een integraal programma op meerdere dimensies:

- De schakels afvang, transport en opslag van de gehele keten, evenals de thema's wetgeving en publieke perceptie.
- De projecten variëren van fundamenteel onderzoek (Discover) tot technologie-ontwikkeling (Develop) tot toepassing (Deploy).

Sander van Egmond, CATO Communication Manager, aan het woord:

'Uitgangspunt is om de hele keten te betrekken. De innovators denken daardoor namelijk heel goed na over alle stappen in het proces. De mensen die zich richten op CO₂-afvang, peinzen in het lab normaliter niet over de implicaties voor CO₂-transport. Als zij zich

richten op een concrete case, komen de vakgebieden wél bij elkaar. Dan denken ze over de implicaties voor volgende stappen. En realiseren ze zich bijvoorbeeld dat de samenstelling van het gas, de druk en het vochtgehalte cruciale factoren zijn die transportmogelijkheden beïnvloeden. Zo ontwikkel je oplossingen die in de praktijk toepasbaar zijn. Met alleen deeloplossingen ben je er niet!'

Toegevoegde waarde

Met de ontwikkelde technologie kan CCS in de praktijk worden gebracht. CCS is noodzakelijk om de overheidsdoelstellingen te realiseren. Het SER akkoord uit 2013 verwoordt het als volgt: 'Om op de lange termijn te komen tot een volledig duurzame energievoorziening zal afvang, gebruik en opslag van CO₂ (CCS) onvermijdelijk zijn. CCS kan worden toegepast bij de industrie en ook bij gas- en kolencentrales.'

Resultaten

Het afgelopen decennium werkten honderden onderzoekers gedreven aan de ontwikkeling van oplossingen. Het werk staat internationaal hoog aangeschreven.

Met succes inspelen op actuele vragen

Op vele vlakken boekten de innovators progressie, te veel om hier op te sommen. **Jan Brouwer**, Program Director van CATO₂, aan het woord:

'We stelden ons laatste de vraag: Wat hebben we bereikt? In een paar uur identificeerden we honderd concrete resultaten, variërend van 25 procent besparing op CO₂-afvang tot de vergunning voor CO₂-opslag in de Noordzee. Die was zonder CATO nooit verleend. We zijn de eerste opslaglocatie in Europa onder de nieuwe Internationale richtlijnen. Dat is een bijzondere prestatie!

Op welke resultaten ben ik het meest trots? Verrassend genoeg denk ik niet als eerste aan de enorme kostenbesparingen die dankzij CATO-onderzoek mogelijk zijn bij CO₂-afvang en -opslag. Ik ben het meest onder de indruk van de snelheid waarmee we actuele vragen beantwoordden, bijvoorbeeld over de veiligheidsaspecten van CO₂-afvang. Er waren opeens berichten dat nitroamines in de uitstoot van centrales zitten. Deze stoffen zijn zeer toxisch en kunnen kankerverwekkend zijn. Een testlocatie in Noorwegen moest dicht. We startten onmiddellijk een aparte onderzoekslijn en kregen additionele budgetten uit Canada en Noorwegen. Daardoor konden we niet alleen snel aan de slag, maar konden we meteen ons werk in veel breder perspectief zetten. CATO-onderzoek gaf het benodigde inzicht en oplossingen binnen één jaar, dat is ontzettend snel! Nitroamines zijn nu geen issue meer.'

Integraal denken door praktische casussen

Sander van Egmond: 'We signaleerden dus niet alleen belangrijke actuele problemen, maar losten ze ook op. CATO had voor een deel vrij budget om op actuele en cruciale vragen in te spelen. Soms stopten we ook met een bepaald onderzoeksspoor omdat het minder interessant bleek te zijn. Zo creëerden we een levend programma. Bij de start domineerde fundamenteel onderzoek. Door de betrokkenheid van bedrijven, NGOs en de overheid is er nu ook veel aandacht voor toegepast onderzoek.'

Als onderzoekers werken aan een praktische casus, worden ze gedwongen om rekening te houden met de hele keten. Dan vragen de procestechnologen die bezig zijn met CO₂-afvang zich wél opeens af wat er gebeurt als de stroomprijs daalt en de kolencentrale uitgaat. Dan gaat er dus geen CO₂ meer door de pijplijn en ook niet het reservoir in. Kan dat wel? Met welke processen moet je rekening houden? Zodoende leer je echt hoe je een CCS-systeem kunt ontwikkelen.'

Juridische tool biedt houvast voor vergunningverlening

De juridische aspecten van CCS zijn complex. Binnen CATO maakten onderzoekers een tool die snel inzicht biedt in relevante wet- en regelgeving. Welke vergunningen heb je nodig? Bij welke instanties moet je die moet halen? In welke volgorde? Voor de opslag in Barendrecht waren een kleine 200 vergunningen nodig. Je ziet al snel de bomen door het bos niet meer. Het is waardevol dat het nu allemaal netjes in kaart is gebracht.

Effectieve compensatie

CO₂-opslag heeft mogelijk nadelige gevolgen voor de lokale bevolking, terwijl de opbrengsten van de projecten landelijk zijn. Daardoor ontstond de vraag: hoe compenseer je een gemeenschap voor eventuele gevolgen van CO₂-opslag? En wanneer werkt compensatie juist tegen je? Dit onderzoek leverde veel lof op en is ook relevant voor andere vormen van technologische innovatie.



Deelnemers zetten eigen zitkruk in elkaar tijdens 6th dutch CCS symposium



Sander van Egmond: ‘Een van de lessen is bijvoorbeeld dat als je risico’s creëert, en je biedt geld ter compensatie, dat mensen dat niet vertrouwen en niet accepteren. Als je het geld echter gebruikt om andere risico’s te verlagen –bijvoorbeeld door een onveilig kruispunt veiliger te maken– dan accepteren mensen dat eerder. Je ruilt dan risico’s uit tegen risico’s. Je moet voorkomen dat mensen het gevoel krijgen dat ze omgekocht worden. Door het onderzoek begrijpen we beter hoe mensen reageren. De resultaten zijn toepasbaar voor alle infrastructurele projecten.’

Vervolgactiviteiten

CATO-2 loopt nog ten tijde van deze publicatie. De sleutelpersonen werken hard aan de invulling van CATO-3. Naar verwachting zal nieuw onderzoeksbudget via het topsectorenbeleid aan CCS-projecten besteed worden.

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Demonstratieproject noodzakelijk voor volgende stap

De innovators staan in de startblokken voor een demonstratieproject, de vraag is of de financiële middelen beschikbaar komen. Het is echter een noodzakelijke en logische volgende stap.

Jan Brouwer: ‘Je hebt duizend goede ideeën in de discovery fase. Innovators selecteren in de deployment fase daar enkele uit die in de praktijk kansrijk blijken. Zonder de deployment fase, blijft CCS een kunstje in het lab. De waardecreatie vanuit het perspectief van de samenleving is dan niet helder. Door toepassing in de praktijk ga je samen pas écht goed kijken naar wat er moet gebeuren. Als je daar te laat mee begint, zie je gegarandeerd zaken over het hoofd.’

We hadden een tiental potentiële locaties. Die zijn helaas bijna allemaal gesneuveld. Opslag op land heeft onvoldoende draagvlak. Financiering van een demoproject voor opslag op zee is een heikel punt. Dat is doodzonde.’

Sander van Egmond: ‘We hebben technologisch enorme vorderingen gemaakt. Als de politiek nu besluit om CCS toe te passen, dan kunnen we dat. Er ligt dus een kennis cheque. Maar die moet wel verzilverd worden! Het energieakkoord stelt dat CCS noodzakelijk is voor de lange termijn. Maar het is onduidelijk wat dat betekent op de korte termijn. Welke stappen moeten we morgen zetten? We hebben net een internationale review gehad. We worden de hemel in geprezen. De beoordelaars concluderen dat Nederland het zich niet kan veroorloven om na tien jaar onderzoek te stoppen om er dan pas weer in 2020 mee door te gaan. Het met zorg opgebouwde netwerk, verwatert dan. Zonder perspectief op toepassing in de praktijk haakt de industrie af. Aan de techniek ligt het niet. We hebben ons werk gedaan!’

Spin-off

Dat Nederland nu internationaal tot de top behoort als het gaat om CCS, komt door CATO. **Jan Brouwer:** ‘Er zijn meer dan veertig onderzoeksprogramma’s over CCS uitgevoerd in de EU. Op enkele uitzonderingen na, waren Nederlandse innovators daar bij betrokken, vaak als onderzoekscoördinator. TNO haalt nu forse omzet uit het buitenland om onderzoek te doen naar CCS. Hetzelfde geldt voor marktpartijen als Procédé, ECN en DNV GL. Terwijl lokale overheden geneigd zijn om eerst nationale partijen in te schakelen, voeren we toch projecten uit in Canada, Australië, Noorwegen, India en China. Dat is fantastisch!’

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

CATO bood met succes technologische obstakels het hoofd. De innovators realiseerden vele doorbraken.

Sander van Egmond: ‘Wijzigingen in de politieke en maatschappelijke ambities voor CCS op de korte termijn, vormen nu het voornaamste obstakel. Als het CCS-landschap verandert, passen partijen hun posities erop aan. Dat is logisch. Nu opslag op land geen optie meer is, haken organisaties af die daar hun speerpunt hebben. En als er geen demonstratieproject komt, hebben andere marktpartijen geen belang meer om een actieve bijdrage te leveren aan CCS. De belangrijkste bedreiging is dat men CCS ziet als een lange termijn optie, maar vergeet dat er daarom op de korte termijn ook concrete stappen gezet moeten worden.’

Belang en rol van niet-technische aspecten

Stimuleren van integratie en samenwerking

Integratie van vakgebieden en innovatiefasen is de sleutel van het succes van CATO. Samenwerking tussen disciplines en marktpartijen is cruciaal om van CO₂-afvang via transport tot CO₂-opslag te komen én van fundamenteel onderzoek naar praktijktoepassing. Om deze bruggen te slaan zonder de publieke perceptie en wet- en regelgeving uit het oog te verliezen, is geen eenvoudige opgave.

Jan Brouwer: ‘Een effectief innovatiesysteem vereist veel interactie tussen actoren. Sander van Egmond ontwikkelde als CATO communicatiemanager een systeem waarin partijen elkaar voortdurend tegenkomen. Ze zijn goed op de hoogte van elkaars doen en laten. Ze zoeken elkaar op als ze elkaar nodig hebben. Ik heb ervaring met vele onderzoeksprogramma’s. Nooit eerder trof ik zoveel enthousiasme, samenwerking en kruisbestuiving als bij CATO! Bij bijna alle projecten

zijn minimaal twee en vaak drie van de innovatiefasen betrokken. Onderzoekers uit fasen die aan elkaar grenzen, zoeken elkaar op. Mensen werken niet in isolement aan één stap in de keten. Er is een natuurlijk ordenend systeem gecreëerd.’

Slimme en gedurfde communicatie om hecht netwerk te smeden

Hoe ontwikkel je een sterk netwerk dat leidt tot integratie?

Sander van Egmond: ‘De enige manier om technologie verder te brengen – daar geloof ik heilig in – is dat mensen tussen verschillende fasen en disciplines samenwerken. Vóór CATO deden CCS-onderzoekers hun eigen kunstje, de verbindende schakels kwamen daardoor niet tot stand. Vanaf de start was communicatie een belangrijke pijler. We organiseerden twee à drie bijeenkomsten per jaar voor het hele CATO-netwerk. De kernonderzoekers troffen elkaar nog veel vaker.



XXL low carbon future carbon game



Ik gebruikte creatieve werkvormen die onderzoekers uitdagen om hun hokje te verlaten en de interactie aan te gaan. Monologen zijn daarbij funest, humor een must. Zonder glimlach trek je de muren niet naar beneden. Via een 'petje op, petje af-quiz', selecteerde ik bijvoorbeeld de specialisten gericht op CO₂-afvang. Die moesten dan vervolgens juist een sessie volgen over CO₂-opslag in de diepe ondergrond. Als je vakoverschrijdende interactie niet stimuleert, blijven specialisten plakken bij hun soortgenoten. Ik ontwikkelde ook een CCS-spel voor gemixte teams. Je ziet onderzoekers nader tot elkaar komen als je ze samen aan het werk zet.'

Jan Brouwer: 'Toen ik programmadirecteur werd, was Sander al jaren bezig om met slimme communicatie het netwerk te smeden. In het begin moest ik wennen aan zijn gedurfde aanpak. Tijdens een CATO-dag waren er bijvoorbeeld 'indringers': acteurs die zich voordeden als kritische en boze burgers. De dagvoorzitter wist hier niets van af. De discussie polariseerde en escaleerde. Ik zette – volgens afspraak – de acteurs hardhandig de zaal uit. De leidde tot veel consternatie. Ook al gaf ik vervolgens meteen tekst en uitleg aan de aanwezigen, uren later gonsde het nog in het gebouw: 'Weet je wat er bij CATO gebeurde? Er waren indringers in de zaal!' Het maakte wel wat los, maar het was precies de confrontatie die we nodig hadden. De deelnemers ervoeren aan den lijve dat wij als wetenschappers niet goed kunnen omgaan met kritiek vanuit de onderbuik. We slaan onmiddellijk op tilt. De inhoudelijke argumenten die wij gebruiken, blijken niet effectief. Je moet je daarom afvragen of je als wetenschappelijk consortium een actieve rol moet spelen in de publiekscommunicaties. Wij denken van niet. We zijn daar niet goed in. Daar moet je juist weer anderen voor inschakelen, maar we willen wel het publieke debat zo objectief mogelijk voorzien van de argumenten voor en tegen.'

Advies voor collega-innovators

Gebruik de kracht van communicatie én het onderwerp

Sander van Egmond: 'Communicatie moet je niet ergens wegmoffelen. Het is het belangrijkste smeermiddel om een stevig netwerk te bouwen. Goede wetenschappers moeten de diepte in. Daarom hebben ze de neiging om oogkleppen op te zetten. Je moet dus voorkomen dat specialisten blijven preken voor eigen parochie. Met 'business as usual' krijg je de schotten niet naar beneden. Maar besef je wel dat deze doelgroep je pas serieus neemt, als je het onderwerp écht begrijpt. Je kunt niet een willekeurig communicatiebureau tevoorschijn toveren om samen te gaan paintballen en bingoën. Om onze doelgroep in beweging te krijgen, moet je affiniteit hebben met bètawetenschappen. Je moet hun verhaal inhoudelijk begrijpen, je moet hun jargon kennen, je moet de juiste vragen stellen. Anders nemen innovators je niet serieus en zien ze niet het nut van je activiteiten.'



Uitgelicht

- Over de resultaten van CATO zijn twee boeken gepubliceerd. Het gerenommeerde vaktijdschrift 'International Journal of Greenhouse Control' wijdde in 2012 een speciale uitgave volledig aan de resultaten van CATO.
- Verschillende CATO-projecten leidden tot commerciële toepassingen die nu wereldwijd aan de man gebracht worden.
- In de top 10 van landen met de meeste publicaties op het gebied van CO₂-afvang, transport en opslag, bezet Nederland de zevende plaats.

Jan Brouwer (links) en Sander van Egmond (rechts)



Kerngegevens

Projecttitel:	CO ₂ -Afvang, -Transport en Opslag (CATO)
Penvoerder:	Universiteit Utrecht en TNO
Geïnterviewden:	Sander van Egmond (UU), functie: CATO communicatie manager Jan Brouwer (TNO), functie: CATO programma directeur
Telefoonnummer:	030 253 75 29
E-mail:	s.vanegmond@uu.nl
Website:	www.co2-cato.nl (publieksvoorlichting) www.co2-cato.org (publicaties)
Looptijd:	2004-2014



Doelstelling

Het ontwikkelen en testen van nieuwe methoden voor CO₂-afvang onder industriële condities. De onderzoekers testten nieuwe afvangapparatuur en nieuwe processen; nieuwe 'absorbers' en nieuwe oplosmiddelen.

Earl Goetheer, Principal Scientist Gas Treatment bij TNO, aan het woord:

'Met de pilot plant bij E.ON op de Maasvlakte, testen we onze uitvindingen met echt rookgas, onder realistische omstandigheden. We zoeken tijdens het testen bewust uitersten op om te onderzoeken hoe het proces werkt onder extremere condities. Met als doel om de risico's duidelijk te krijgen en toekomstige grootschalige afvang veilig en met minimale kosten te kunnen implementeren.'

Technologie

De pilot plant richt zich op 'post-combustion capture'. De technologie haalt CO₂ uit de rookgassen van de energiecentrale met behulp van absorptiemiddelen. De pilot is gericht op het testen van nieuwe middelen en processen. De installatie heeft een CO₂-afvang capaciteit van 250 kg CO₂ per uur. De innovators voerden eerst laboratoriumproeven uit en testten die daarna bij de energiecentrale op grotere schaal in praktijkomstandigheden.

Toegevoegde waarde

Met de nieuwe technologie is CO₂-afvang goedkoper en veiliger te realiseren. De innovators kregen meer grip op de processen in de praktijksituatie. De resultaten leggen hierdoor het fundament voor een grootschalige praktijkproef.

Erwin Giling, Senior Project Manager Process and Instrumentation bij TNO, aan het woord:

'We ontwikkelden in eerder projecten waardevolle nieuwe inzichten. We begrijpen nu eindelijk hoe het hele systeem werkt. De stap was rijp om verder te gaan dan modellen en labonderzoek. Het was tijd om inzichten te valideren. Daar heb je een praktijkproef voor nodig! Als je kijkt wat er in de pilot plant op maasvlakte is ontdekt, naar de waarde van die kennis wereldwijd, dan sta je versteld. De data worden gebruikt op allerlei manieren. Het is waardevol voor de hele keten: van afvang, tot transport en opslag. En ook voor zowel het fundamentele als voor het toegepaste onderzoek. Je hebt nu eenmaal een flexibel industrieel voorportaal (de pilot plant) nodig voordat je de stap kunt zetten naar opschaling. We hebben allerlei zaken afgekaart en zo risico's geminimaliseerd. Een demoproject heeft door de pilot plant een veel hogere slagingskans. Een belangrijke meerwaarde dus!'

Resultaten

De onderzoekers kregen veel nieuwe inzichten. Ze testten met succes nieuwe milieuvriendelijke solventen die minder energie verbruiken en langer meegaan. De kosten van de benodigde apparatuur zijn met succes verlaagd door het ontwerpen van betere 'absorbers' en verbeterde 'desorbers'.

Duizenden uren onderzoek

Erwin Giling: *'De pilot plant draaide vijf testtrondes van circa duizend uur met rookgas van de E.ON centrale. In de winter stond de installatie stil, anders bevroren de leidingen. Op grond van een testprotocol beantwoordden we een scala aan onderzoeksvragen en verkregen we inzicht in de effectiviteit en efficiency van nieuwe oplossingen. Het was zeer dynamisch, heel bijzonder. Er zijn niet veel plaatsen op de wereld waar dit gebeurt. Andere pilotplants in het buitenland zijn erop gericht om zoveel mogelijk CO₂ af te vangen.'*



Daarom zijn ze veel groter en daardoor een stuk duurder in gebruik en minder flexibel. Wij waren er op gericht om zoveel mogelijk te leren. In het ontwerp hielden we er rekening mee dat je installaties 'plug and play' wilt toevoegen voor nieuwe tests en onderzoeken. We kwamen tot ons ontwerp door een beperkt budget en heel veel creativiteit. De pilot kan door één persoon of zelfs onbemand draaien. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat de operator de pilot plant op afstand bedient hij logt dan in om te zien of alles in orde is. Dat kan ook 's nachts zijn.'

Oorzaak en oplossing voor emissies

Baanbrekend onderzoek gaf inzicht in de uitstoot van toxische stoffen en de methoden om die te vermijden. **Earl Goetheer:** 'In de installatie zitten veel meetinstrumenten. Bij de eerste meting van een nieuwe meetcampagne dachten we dat de operator een grapje maakte. We troffen hoge waarden van amines aan in het behandelde rookgas. Hoe kan dat nou? Het was compleet onverwacht en klopte totaal niet met ons model. We hebben toen het hele programma verschoven om nog duizend uren te draaien en de oorzaak en oplossing te vinden. We ontwikkelden razendsnel een hypothese. Toen reisden we als een speer met onze mobiele pilot plant in een vrachtwagen en een team onderzoekers naar Karlsruhe. Daar staat een apparaat waarmee je allerlei soorten rookgas kunt maken voor onderzoek. Uit de metingen kwamen unieke resultaten. We kwamen achter de oorzaak van de amines in de uitstoot van onze demoplant op de Maasvlakte. En we vonden een praktische oplossing! Door de flexibiliteit van het onderzoeksprogramma konden we onze plannen bijsturen en zo snel inspelen op actuele vragen. Daardoor hebben we veel bereikt!'

Vervolgactiviteiten

Er zijn in Nederland plannen voor een grootschalige proef: het Rotterdam Opslag en Afvang Demonstratieproject (ROAD). De bedoeling is om circa 1,1 miljoen ton CO₂ per jaar af te vangen van een nieuwe elektriciteitscentrale op de Maasvlakte en dit op te slaan in lege gasreservoirs onder de Noordzee. Het is wereldwijd één van de eerste projecten die de gehele keten van CO₂-afvang, -transport en -opslag op grote schaal wil realiseren. Door onzekerheid over financiering is het ten tijde van dit schrijven onbekend of en wanneer ROAD gerealiseerd wordt.

In de startblokken

Earl Goetheer: 'ROAD staat wereldwijd in de belangstelling. Een grootschalige demo op deze schaal is uniek. De eerste installatie loopt immers het meeste risico. De Maasvlakte is een zeer geschikte locatie, bij de zee, bij een nieuwe power plant, vlak bij een leeg gasveld. Wij hebben samen met verschillende CATO partners het 'conceptual processing design' gedaan van de installaties, andere partijen hebben parallel de engineering gedaan. Alles staat in de startblokken. Een demo zal zeker nieuwe onderzoeksvragen opleveren en dus ook nieuwe kennis.'

Munitie verzamelen voor businesscase

Erwin Giling: 'Op dit moment is het wereldwijd lastig om grootschalige afvang en opslagprojecten van de grond te krijgen. De prijs van vier euro per ton CO₂ is momenteel simpelweg veel te laag en rechtvaardigt de enorme investeringen vanuit de industrie niet. Ondertussen werken verschillende partijen daarom aan een vervolgprogramma dat breder is, CATO3. Dit programma focust op verbetering van de businesscase voor projecten door CO₂ nuttig en winstgevend her te gebruiken in plaats van op te slaan. Dan heb je het over 'utilisation': er waardevolle chemicaliën van maken,

er tuinbouwkassen mee voeden of gebruiken in bioreactoren om algen mee te kweken. Of bijvoorbeeld CO₂ in olievelden pompen om zo de olieproductie te verhogen. Op deze manier kun je de waarde van CO₂ laten stijgen. Maar het utiliseren van CO₂ kost ook weer energie. En zolang er industrie is die veel CO₂-uitstoot, lijkt opslaan van CO₂ op korte termijn toch ook aantrekkelijk te blijven. Het is niet of-of, het is en-en.'

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Gespreid bedje voor demoproject

De resultaten plaveien de weg naar grootschalige toepassing. Het demoproject staat in de startblokken, maar de business-case en financiering ontbreken helaas nog.

Internationaal lof

Het onderzoeksprogramma staat niet op een eiland. De resultaten zijn waardevol voor grote Europese programma's en projecten. In Noorwegen en in Duitsland worden resultaten toegepast. De onderzoeks- en kennisinfrastructuur wordt nog benut. In de top 10 van landen met de meeste publicaties op het gebied van CO₂-afvang, transport en opslag, bezet Nederland nu de zevende plaats. **Earl Goetheer:** 'We kregen vaak complimenten van bedrijven. Internationale experts die het onderzoeksprogramma toetsten, waren bijzonder lovend. Ze concludeerden dat we in staat zijn om zeer snel tot kern van zaak te komen door de goede samenwerking. De integrale aanpak is uniek. We kregen vaak als reactie: 'Zo zouden anderen het ook moeten doen.' We hopen dan ook dat we het team intact houden. Onze grootste angst is om mensen kwijt te raken als een vervolgprogramma en demoproject uitblijft. Continuïteit is ontzettend belangrijk.'

Nieuwe apparatuur om emissies van chemische stoffen te voorkomen

De innovators ontwikkelden en testten op de pilot plant nieuwe apparatuur om emissies te vermijden. Een patent wordt aangevraagd.





Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Neuzen dezelfde kant op

Erwin Giling: ‘De samenwerking van partijen uit de hele keten geeft kracht. De werkpakketten zijn in nauw overleg tot stand gekomen. Daardoor staan de neuzen in dezelfde richting. We hebben altijd open discussies waar goede ideeën uit voortkomen.’

Vreemde eend in de bijt

Earl Goetheer: ‘Goede communicatie is belangrijk als je op een productielocatie research doet. We waren te gast bij een Power Plant waar platvloers gezegd de dagelijkse business is om water te koken om daar elektriciteit van te maken. Er werken vooral mechanische specialisten, materiaaldeskundigen en operators. Dan komen er opeens allemaal onderzoekers langs, proces- en chemisch technologen. Dat is een beetje eng. Daarom organiseerden we communicatiesessies met operators en werden er teamleden gecertificeerd om werkorders te geven. We draaien helemaal mee in het proces, de pilot plant is echt ingebed in de centrale. Er zijn contracten en overeenkomsten, we betalen bepaalde zaken, zij zorgen ervoor dat infrastructuur klopt. Het is belangrijk dat je je aan afspraken houdt en als een team samenwerkt.’

Belang en rol van niet-technische aspecten

Vraaggestuurd en hechte samenwerking

Earl Goetheer: ‘Wat het onderzoeksprogramma uniek maakt, is dat het vraaggestuurd is. Bedrijven geven aan welke richting ze uit willen. Niet alleen in de voorbereidingsfase, maar op dagelijkse basis. Daardoor krijg je resultaten die praktisch toepasbaar zijn.’

De bedrijven die participeren staan niet aan de zijlijn, maar leveren werk en data. Er is écht sprake van samenwerking. Een goed voorbeeld is dat we een dringende onderzoeksvraag moesten beantwoorden en meteen met een team naar de powerplant van Electrabel in Nijmegen gingen. We verrichtten daar metingen samen met E.ON, met het huislab van Electrabel (Laborelec) en met twee afdelingen van TNO. Waarom deden we dat? Omdat we allemaal een stukje van de puzzel hadden en het plaatje alleen met teamwerk compleet konden krijgen. Deze manier van werken vraagt wel meer coördinatie en overleg. Je bent van elkaar afhankelijk, je weet wat de andere teamleden kunnen. Het is zo een heel hecht netwerk geworden.’

Vermijd jargon

Erwin Giling: ‘Als je met veel vakdisciplines om tafel zit, krijg je begripsverwarring. Daar moet je je bewust van zijn, dan kun je het vermijden. Ook de communicatie met de buitenwereld gaat mis als je niet uitkijkt. Kijk bijvoorbeeld naar de wijze waarop we de aanwezigheid van toxische stoffen rapporteren. We gebruiken dan de term ‘limit of detection’: onder een bepaalde grens kun je niet meer meten of een stof aanwezig is. Als de hoeveelheid toxische stof lager is dan deze grens, dan hoor je vakmatig te rapporteren: er zit minder dan x nanogram per m³ in. De buitenwereld leest: er zitten toxische stoffen in! Dat geeft een heel ander beeld. Dat is één van de lessen die we door schade en schande leerden. Ook voor beleids-makers is het soms wennen, die stellen als norm dat een bepaalde toxische stof er helemaal niet mag inzitten: de te meten waarde moet ‘nul’ zijn. Maar ‘nul’ kun je door de ‘limit of detection’ onmogelijk meten. Deze waarde kun je daardoor ook niet handhaven. Je moet verwarring vermijden want het leidt tot reacties uit de onderbuik en een discussie op grond van emoties in plaats van feiten.’



Uitgelicht

- Uit de eerste metingen op de pilot plant bleken er totaal onverwacht meer amines in de uitstoot te zitten dan voorspeld. De onderzoekers pasten ogenblikkelijk de werkplannen aan, achterhaalden de oorzaak en ontwikkelden een oplossing die wordt gepubliceerd en gepatenteerd.
- In de top tien van landen met de meeste publicaties op het gebied van CO₂-afvang, transport en opslag neemt Nederland de zevende plaats in.
- Nederland neemt deel aan de helft van de circa vijftig Europese onderzoeksprogramma's op het gebied van CO₂-afvang, -transport en -opslag.
- Er zijn in de loop van de jaren vele vragen geweest die de onderzoekers binnen CATO hebben geantwoord.
Zie: www.co2-cato.nl/nl/vraag-antwoord



Kerngegevens

Projectnummer: CATO-D2.1.22
Projecttitel: CATO CO₂ Catcher pilot plant
Penvoerder: TNO
Partners: E.ON
Geïnterviewde: **Erwin Giling** (Project Manager Process and Instrumentation bij TNO) en **Earl Goetheer** (Principal Scientist Gas Treatment bij TNO)
Telefoonnummer: 088 866 64 74
E-mail: erwin.giling@tno.nl
Website: www.co2-cato.org, www.co2-cato.nl/nl/vraag-antwoord
Looptijd: 2008 – 2014

Doelstelling

Het ontwikkelen van nieuwe, geavanceerde absorptievloeistoffen, die de prijs van CO₂-afvangst uit rookgassen drastisch kunnen verlagen.

In 2020 wil Nederland dertig procent minder CO₂ uitstoten dan in 1990. Dat is niet alleen te bereiken met duurzame energie. **Sjaak van Loo**, Managing Director van Procede, aan het woord:

‘De beschikbare absorptievloeistoffen voor CO₂-afvangst verbruiken erg veel energie. Als de huidige technologie bij een kolencentrale toepast wordt, kost de CO₂-afvangst ongeveer vijftien procent van de geproduceerde energie. We zochten in dit project daarom naar nieuwe efficiënte absorptievloeistoffen en -processen.’

Technologie

CO₂ kan uit rookgassen worden gehaald door het gas te wassen met een wasvloeistof. **Sjaak van Loo:** *‘De state-of-the-art van CO₂-afvangst is het gebruik van de absorptie-desorptie cyclus. Je leidt het rookgas door een absorber. Dat is een gaswasser die het rookgas in intensief contact brengt met een vloeistof, de absorptievloeistof of solvent. De vloeistof neemt de CO₂ op. In de desorber wordt de absorptievloeistof verwarmd waardoor de CO₂ geconcentreerd weer vrijkomt. We ontwikkelden een nieuwe absorptievloeistof die veel minder energie verbruikt.’*

Daarnaast keken we naar mogelijkheden om desorbers bij lagere temperatuur te laten werken, waardoor gebruik gemaakt kan worden van laagwaardige restwarmte. We vonden de oplossing door een organische stof toe te voegen aan de absorptievloeistof waardoor de CO₂ uit de absorptievloeistof wordt gedreven.

Beide innovatieve oplossingen kwamen tot stand door de processen eerst veel beter te begrijpen. We integreerden nieuwe fundamentele kennis in ons simulatie model: de Procede Proces Simulator (PPS).’

Toegevoegde waarde

Innovators vinden ‘Holy Grail’ bij zoektocht naar nieuwe solvent

Naast dat het nieuwe solvent veel minder energie verbruikt, is de technologie ook op kleine schaal toepasbaar. De solvent is zeer milieuvriendelijk, stabiel en daardoor ook geschikt om in de voedselketen te gebruiken. De afgevangen CO₂ is zo zuiver dat het kan worden benut in de glastuinbouw.

Sjaak van Loo: *‘Onderzoekers en bedrijven over de hele wereld zijn op zoek naar nieuwe solvents voor CO₂-afvang. Verlagen van het energieverbruik is daarbij het belangrijkste aandachtspunt. Wereldwijd worden substantiele onderzoeks- en ontwikkelings-programma’s uitgevoerd om de oplossing voor dit probleem te vinden; met recht de Holy Grail. Onze innovatieve gepatenteerde technologie halveert het energieverbruik.’*

Tweetrapsraket

Het grote voordeel van de tweetrapsraket – CO₂ uit de solvent drijven door het gebruik van een organische stof, daarna het solvent en de organische stof weer scheiden – is dat er een veel lagere temperatuur nodig is voor het proces. Dat betekent dat laagwaardige restwarmte geschikt is om de CO₂ uit het solvent te verwijderen. Daarmee dalen de kosten van CO₂-afvangst sterk.

Procede Proces Simulator

Het sterk verbeterde simulatiemodel is een krachtig instrument om nieuwe solvents te ontwikkelen en om gasbehandelingsprocessen verder te verbeteren.

Resultaten

Kennis is macht

Sjaak van Loo: 'Gas treating is een belangrijke rode lijn in onze activiteiten, het is onze specialiteit. Procede heeft zo'n tweehonderd wetenschappelijke publicaties op dit gebied op haar naam staan. Toen we startten met dit project vroegen we ons af, hoe kunnen we het beste een superieur solvent ontwikkelen? We kunnen stoffen combineren en uitproberen, de black box benadering. Of we benaderen het probleem eerst theoretisch: door beter begrip te krijgen, door kennis te vergaren en die in een model te vatten: de white box benadering. We kozen voor het laatste. We hadden onze kennis van gasbehandeling al gebundeld in een simulatiepakket. Daarin integreerden we kennis uit recente projecten en literatuuronderzoek. Data die nog ontbraken, stelden we experimenteel vast in ons laboratorium. Denk aan gas-vloeistof evenwichten, kinetiek en interactieparameters tussen stoffen. Er is een hele reeks van componenten actief in het proces, er zijn tal van reacties. Het model moet exact beschrijven hoe de CO₂ in de vloeistof wordt afgevangen en hoe het zich chemisch gedraagt. Je moet op elke tijd en elke plaats weten hoe de verhouding is tussen componenten in het gas en in de vloeistof.'

Validatie model

Sjaak van Loo: 'Vervolgens valideerden we het model met data van onze pilot plant en data vanuit de praktijk: kunnen we in de praktijk vastgestelde resultaten met het model voorspellen?'

Het lukte heel goed, dat gaf een gevoel van overwinning. Ook de concentratie- en temperatuurprofielen over de absorbers werden zeer goed voorspeld. Dat is een topprestatie, het leidde tot een aantal publicaties in vaktijdschriften!'



Modelmatig experimenteren leidt tot gepatenteerde oplossingen

Sjaak van Loo: 'Het grote voordeel van ons 'top of the bill' simulatiemodel, is dat we nu modelmatig kunnen experimenteren. Je krijgt achter je bureau, door aan de knoppen te draaien, inzicht in de prestaties van nieuwe solvents. Ook kun je de technologie optimaliseren door het ontwerp aan te pakken: bijvoorbeeld door de kolom van de absorber heel compact te dimensioneren. Je bekijkt daarbij het proces steeds integraal. Zo voorkom je dat je één element optimaliseert terwijl andere onderdelen juist meer energie gaan verbruiken. We ontwikkelden met onze simulator het nieuwe gepatenteerde solvent en de innovatieve tweetrapsraket. Hiervoor vroegen we ook patent aan.'

Vervolgactiviteiten

Nieuwe solvent aan de slag in Canada

Een tuinder in Canada gebruikt de nieuwe technologie in de grootste installatie ter wereld om CO₂ af te vangen van een houtgestookte ketel. De productie is vijf ton CO₂ per uur.

Sjaak van Loo: 'De glastuinbouw gebruikt veel energie voor de productie van warmte en elektriciteit. Ons solvent is ontzettend stabiel en produceert hele zuivere CO₂. Andere solvents kunnen potentieel carcinogene stoffen als afbraakproducten vormen, dat wil je niet als glastuinder. De installatie is zo ontworpen dat de restwarmte die uit de CO₂-afvangstinstallatie komt, precies op het juiste niveau is om de kas te verwarmen. Dat is ontzettend efficiënt.'

Promotieonderzoek naar tweetrapsraket

Een promovendus van Procede legt nu de laatste hand aan het onderzoek naar de techniek om het CO₂ uit de solvent te drijven met een organische stof en deze stoffen vervolgens te scheiden op relatief lage temperatuur. De volgende stap is om deze innovatie te testen in de pilot plant van Procede.

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Technologie naar de markt brengen is DNA van Procede

Het herhaalpotentieel is groot. Dat is logisch als je kijkt naar het DNA van Procede. Het bureau heeft zijn wortels in de TU-Twente maar is speciaal in het leven geroepen om een brug te slaan naar het bedrijfsleven. **Sjaak van Loo:** 'In de rol van hoogleraar Chemische Technologie zag oprichter Geert Versteeg al die proefschriften met nieuwe kennis die het bedrijfsleven vervolgens links laat liggen. Na al die jaren, kon hij de promotieonderzoeken die hun weg naar de praktijk vinden op één hand tellen. Het naar de markt brengen van nieuwe technologie is dus onze drijvende kracht; het is onze ambitie en bestaansreden.'





Business case voor nieuwe solvent

Sjaak van Loo: 'De stap van de pilot schaal naar de eerste commerciële toepassing is de moeilijkste stap. Dit heet niet voor niets de 'Valley of Death': de meeste nieuwe technologie strandt in deze fase. De 'First mover' loopt nu eenmaal het meeste risico. De financieringsmogelijkheden voor deze stap zijn in Canada veel beter dan in de EU. Vandaar dat ons solvent daar eerst voet aan de grond kreeg. We ontwikkelden een business case door te bekijken waar CO₂ waarde heeft. Dus we gaan verder dan alleen de afvangst van CO₂, we voegen er ook de benutting van CO₂ aan toe en dat brengt geld in het laatje.

Naast benutting in de glastuinbouw, kun je er chemicaliën van maken, bijvoorbeeld voor de reiniging van rookgassen. Op dit moment wordt een installatie bij afvalverwerker Twence gerealiseerd die met het nieuwe solvent CO₂ uit rookgassen haalt en de afgevangen CO₂ omzet en benut om de rookgassen verder te zuiveren.

Onze innovatiestrategie is om nieuwe technologie tailor-made in de markt te introduceren op plekken waar het een sterke toegevoegde waarde heeft. We starten op kleinere schaal en nemen vervolgens stappen in schaalgrootte. Zo gaan we van pilot schaal naar een eerste praktijk toepassing in een installatie van enkele miljoenen euro's, dan volgt verdere opschaling en brede marktintroductie.

Daarnaast benutten we onze kennis op het gebied van gasbehandeling en de ontwikkeling van nieuwe solvents via contractresearch. We willen verder met onze innovatiestrategie om tailor-made oplossingen te maken voor onze klanten om zodoende de technologie verder te ontwikkelen en klaar te stomen voor gebruik op grote schaal.'

Procede Proces Simulator (PPS) maakt sprong naar de markt

Het softwarepakket met alle kennis en het thermodynamisch model wordt ondertussen door een aantal grote ondernemingen op het gebied van gasbehandeling onder licentie gebruikt voor procesontwikkeling en -optimalisatie. PPS wordt momenteel in samenwerking met het wereldwijd opererend softwareconcern Virtual Materials Group Inc. (VMG) geïntegreerd in een volledig flowsheetingpakket voor de olie & gas-industrie genaamd 'VMGRateBase'.

Sjaak van Loo: 'We gebruikten Procede Proces Simulator al bij adviesopdrachten, maar klanten wilden het graag aanschaffen. In vergelijking met andere pakketten biedt PPS meer kwaliteit. Bovendien verkopen concurrenten alleen het pakket zelf. Wij voegen daar kennis, consultancy en experimentele faciliteiten aan toe. Door onze simulator aan klanten ter beschikking te stellen, creëren we vraag naar deze diensten. Klanten komen bij ons terug om experimenteel onderzoek te laten verrichten en voor advies. Om PPS wereldwijd te kunnen licentiëren werken we samen met een partner, de Virtual Materials Group, die brengt het nu op de markt. Dat gaat prima!'

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Business case moet kloppen

Sjaak van Loo: 'Als de business case van een milieu-innovatie niet klopt, is er weinig kans op succes. De eerste keer nieuwe technologie toepassen zonder economisch voordeel in het vooruitzicht, is erg lastig. Het is duur en als de innovatie in de eerste toepassing niet kostendekkend is, moet er veel geld bij terwijl de risico's groot zijn. Dat kan over het algemeen alleen zwaar gesubsidieerd. We zoeken altijd naar een niche waar onze innovaties direct economisch voordeel hebben.'



Belang en rol van niet-technische aspecten

Houd een vinger aan de pols

Sjaak van Loo: 'Vergeet niet om de economie van een innovatie ook tijdens het project in de gaten houden. Je maakt bij de start van een project een inschatting van wat het potentieel op kan gaan leveren. Als je deze inschatting pas na realisatie weer maakt, kan het flink tegenvallen. Tijdens de ontwikkeling kunnen de omstandigheden of de specifieke marktpositie veranderen waardoor de technologie opeens niet meer rendabel is. Telkens als er in het systeem iets verandert, moet je dus opnieuw het business model evalueren en vaststellen of je nog op het juiste pad zit.'

Advies voor collega-innovators

Zoek partners tegen oogkleppen

Sjaak van Loo: 'Wees je er van bewust dat je niet alles zelf kunt. Er is een risico dat de ontwikkelaar zo diep in de techniek zit, dat er onvoldoende zicht is op de toepassing van de techniek. Laat een

partner vanuit een andere expertise naar de technologie kijken. Maar wees ontzettend voorzichtig met de keuze van je partners. Het is essentieel dat doelstellingen met de nieuwe technologie overeenkomen en dat de bedrijfsculturen niet botsen.'

Uitgelicht

- Het project leverde een nieuwe gepatenteerde solvent op die het energieverbruik voor CO₂-afvang significant verlaagd.
- Het project leverde een nieuw gepatenteerd proces op waarmee het mogelijk wordt om laagwaardige restwarmte te gebruiken bij CO₂-afvangst.
- Een glastuinder in Canada past de nieuwe technologie toe in de grootste installatie ter wereld voor CO₂-afvangst uit een biomassacentrale.
- De kennis om nieuwe solvents en efficiënte processen voor CO₂-afvang te ontwikkelen is ook voor andere marktpartijen binnen handbereik doordat de Procede Proces Simulator commercieel beschikbaar is.



Kerngegevens

Projectnummer: EOS LTo6003-09003
 Projecttitel: CAPTECH, Sub Project 2: Advanced Solvents
 Penvoerder: Procede Group BV
 Partners: Shell Global Solutions BV
 Geïnterviewde: **Sjaak van Loo**, Managing Director van Procede
 Telefoonnummer: 053 711 25 00
 E-mail: sjaakvanloo@procede.nl
 Website: www.procede.nl
 Looptijd: 2006 – 2010

Overzicht afgeronde projecten Geothermie

Titel	Aanvrager	Start	Einde	Referentie
Mijnwaterproject	Weller Energie BV	2005	2014	UKR02002
Van aardgas naar aardwarmte	A+G Van den Bosch BV	2006	2008	DEMO03034
Mijnwaterproject	IPMMC	2007	2014	UKR03021
Project DIRT	Verkley BV	2008	2011	DEMO09037
De mogelijkheden voor elektriciteit uit geothermie in Nederland	IF Technology BV	2009	2009	KTOH02032
Aardwarmtenetwerk Pijnacker	Ammerlaan Real Estate BV	2009	2011	UKP02028
Geoboiler: energiewinning uit geothermie met berging van regen- en oppervlaktewater in lege gasvelden	Holland Innovation Team	2010	2010	NEOH04022
Aardwarmteproject Koekoekspolder	Greenhouse Geo Power	2010	2012	AARD01001
Green Well Westland	Kwekerij Zeurniet	2011	2013	AARD01004



Doelstelling

Het benutten van mijnwater als koude- en warmtebron voor woningen en bedrijven.

Louis Hiddes, directeur van Mijnwater BV, aan het woord: *‘Het project Mijnwater heeft een lange geschiedenis. Het idee is in het begin van deze eeuw geboren. De gemeente Heerlen vroeg mij in 2002 om een rapport te bekijken over het benutten van de steenkolenmijnen voor geothermie. Ingenieursbureau Cauberg Huygen hielp vervolgens mee om subsidies van de EU te verkrijgen voor de eerste fasen. In 2004 bouwden men een pilot installatie om te onderzoeken of het werkt. De resultaten waren positief! Met steun van de EU en RVO.nl boorden we vijf bronnen en bouwden een ondergronds leidingstelsel. Met trots stelden we in 2009 de eerste mijnwaterenergiecentrale ter wereld in werking. Een nieuwbouw-complex en het CBS in Heerlen waren onze eerste klanten. We verwarmen en koelen nu 165.000 m² woningen en kantoren.’*

Technologie Mijnwater 1.0

De Nederlandse overheid groef onder Heerlen een uitgestrekt stelsel van mijngangen voor de winning van steenkool. Na de sluiting van de mijnen in de jaren zestig en zeventig, vulden de schachten zich met grondwater. De aarde warmt dit water op. Hoe dieper, hoe hoger de temperatuur. Het water uit diepe mijngangen is geschikt om gebouwen te verwarmen, het water in de bovenste gangen is geschikt om te koelen.

De installaties pompen warm en koud mijnwater op en leveren dit aan afnemers. Dit kunnen woningen en kantoren zijn. In elk gebouw worden warmtepompen gebruikt om de gewenste warmte en koude te leveren, mede afhankelijk van het weer. Het gaat om warmte op relatief lage temperatuur en

koude op relatief hoge temperatuur, dus het is niet geschikt voor de industrie. Nadat de afnemers de energie aan het mijnwater hebben onttrokken, pompen de installaties het terug in de ondergrondse reservoirs.

Klanten werden tijdens Mijnwater 1.0 eerst individueel aangesloten. Mijnwater 2.0 introduceerde clustervorming. Het clustersysteem is een zelfstandig net van zowel een warme als een koude leiding waarop de afnemers zijn aangesloten. Het clustersysteem is aangesloten op het mijnwaternet ‘Back Bone’. Energie-uitwisseling tussen het clusternet en de afnemers en tussen het clusternet en het mijnwaternet vindt plaats middels ondergrondse kelders waar warmtewisselaars en pompen zijn opgesteld.

Toegevoegde waarde

Koelen en verwarmen van water door gebruik te maken van geothermie bespaart fossiele brandstoffen. Er is alleen energie nodig voor het oppompen en het verpompen van het warme en koude water. Daardoor zijn de CO₂-emissies verwaarloosbaar. Een geothermische bron is onafhankelijk van klimaat en weergesteldheid. De energie is het gehele jaar, dag en nacht beschikbaar. De installaties vergen weinig ruimte en veroorzaken geen hinder of overlast voor de omgeving. Sterker nog, de meeste technologie bevindt zich ondergronds, uit het zicht.

Resultaten

De door de EU gesubsidieerde pilotinstallatie toonde aan dat plaatselijk beschikbare, laagwaardige warmte en koude uit verlaten kolenmijnen voor de verwarming en koeling van gebouwen geschikt is. Met de subsidies van RVO.nl zijn onder



meer met succes de eerste afnemers CBS en centrumplan Heelerheide aangesloten op het mijnwatersysteem. Deze resultaten vormen de fundering voor de sprong naar rendabele exploitatie en groei.

Vervolgactiviteiten: Mijnwater 2.0

Nadat de innovators aantoonde dat de mijnwaterinstallatie technisch werkt en met succes klanten waren aangesloten, was het tijd voor de volgende stap. **Louis Hiddes:** 'In 2011 hebben we ons de vraag gesteld: halen we wel de rendementen die we voor ogen hebben? Bij Mijnwater 1.0 ging in april de schakelaar over om koude te leveren, in oktober ging de schakelaar weer op de warmtestand. Onze conclusie was dat we de capaciteit van het huidige systeem moesten vergroten. En dat we het hele jaar warmte en koude moesten kunnen bieden, afhankelijk van de behoefte. We besloten om Mijnwater 2.0 te ontwikkelen: een hybride net waarmee we ook restwarmte en -koude van aangesloten klanten opslaan en uitwisselen. We maken de retourstroom van warmte of koude intelligent, die stemmen we af op de vraag. Dan heb je dus alleen nog pompenergie nodig. Dat verklaart het enorme rendement dat we kunnen halen. Er ligt nu een business case die aantoont dat het economisch rendabel kan zijn. Bovendien kunnen we decentrale energie-opwekkers als zon PV aansluiten op het systeem. De gemeente Heerlen besloot in 2013 om het bedrijf Mijnwater BV op te richten zodat we verder kunnen groeien.'

Klanten worden energieleveranciers

Het gerenoveerde hoofdkantoor van APG in Heerlen is een van de nieuwe klanten van Mijnwater, met name voor de koeling van het datacentrum. **Louis Hiddes:** 'Warmte heeft het kantoor bijna niet meer nodig. Het eigen datacentrum produceert niet alleen voldoende warmte om het gebouw te verwarmen, de restwarmte die APG afgeeft aan het mijnwatersysteem bespaart energie

en reduceert CO₂-uitstoot bij gebruikers in de directe omgeving. APG haalt zodoende een CO₂-reductie voor verwarmen en koelen van maar liefst 118-130 procent, dat vind ik verbluffend! Het pand uit 1972 is daarmee een van de meest duurzame kantoorgebouwen van Nederland.'

APG over hun ervaringen met Mijnwater

Hans ten Brinke, woordvoerder APG, licht zijn ervaringen met Mijnwater toe:

'Sinds enige tijd is APG aangesloten op het clusternet van Mijnwater BV. Daartoe is in ons kantoor de benodigde apparatuur opgebouwd en geïnstalleerd. Primair zorgt deze installatie voor de koeling van het Reken Centrum (RC) van ICT en de zogenaamde MER/SER's. We betrekken relatief koel water van het mijnwaterbedrijf en geven in de zomer de 'restwarmte' van de koeling van het RC terug aan het mijnwater. In de winter gebruiken wij deze restwarmte voor onze eigen klimaatinstallatie. Daarvoor is een koppeling gemaakt met de verwarming van de klimaatplafonds.

In de zomerperiode wordt onze restwarmte gebufferd in het mijnwater of (later) doorgeleid naar andere gebruikers van het mijnwater. Zo wordt onze rest-energie uitgewisseld en doorgegeven aan andere gebruikers. Voor APG betekent het in ieder geval een besparing op energiekosten en een behoorlijke beperking van CO₂ uitstoot. De centrale verwarming zal immers veel minder branden in de winter.

Duidelijk is dat APG hierdoor weer een grote stap voorwaarts kan zetten op het vlak van MVO en een voorbeeld wordt op het vlak van toepassing (en delen) van 'groene energie' voor kantoren. De exploitatie van de kantoorgebouwen in Heerlen wordt dan zoveel als mogelijk nog 'groener'. Dit past erg goed in onze MVO-doelstellingen.

De duurzaamheidseisen voor gebouwen in de toekomst geven bovendien aan, dat woningen en utiliteitsgebouwen middels een aantal stappen in 2020 energie neutraal dienen te zijn. Door de participatie aan het project Mijnwater kunnen we (grotendeels) nu al gaan voldoen aan die energieneutraliteit en komen we tot vergaande reductie van uitstoot van CO₂. Wij kopen namelijk ook al langer groene stroom en gas in voor onze energievoorziening. Het gas wordt 'vergroend' door zogenaamde 'groen-certificaten'.

Bovendien is het geweldig voor de regio dat het mijnwater als 'natuurlijke' bron van energie, ook daadwerkelijk weer wordt gebruikt. Een vernieuwende manier van energie-uitwisseling en energiebesparing!

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

De interesse in geothermie als duurzame energiebron is sinds de start van het mijnwaterproject flink gestegen. Overheden en energiebedrijven in het buitenland volgen het project met grote belangstelling. Er zijn veel verzoeken voor werkbezoeken en rondleidingen.

Om verder te kunnen groeien zijn nieuwe klanten nodig en daarvoor zijn nieuwe investeringen nodig. Die investeringen moeten komen van nieuwe aandeelhouders en leningen. Naar verwachting kan het bedrijf de totale investeringen in ruim twintig jaar terugverdienen. Volgens de plannen, maakt Mijnwater BV vanaf 2018 winst.

De toekomst is al begonnen: Mijnwater 3.0

Louis Hiddes: 'We denken nu al na over Mijnwater 3.0: een 'demand system' dat vraagpatronen in de tijd herkent en deze combineert met kennis van de weersverwachting. Het systeem laadt bijvoorbeeld de buffers met warm water als er koud weer aan komt. We winnen dus extra rendement door nóg meer intelligentie toe te voegen. We anticiperen en we benutten overproductie van warmte. We kunnen daarmee in potentie een rendement halen van 500%-600%. En er is nog een groot voordeel: we kunnen een



gezondere leefomgeving creëren. Onderzoek van Universiteit Maastricht toont namelijk aan dat een licht fluctuerende temperatuur heilzame effecten heeft. Een constante temperatuur ervaart het lichaam als onprettig. Welke temperatuur aangenaam is, verschilt 's morgens van 's avonds en is afhankelijk van je activiteitsniveau. Een biometrisch horloge bepaalt de aangename temperatuur voor de bewoner en stuurt de verwarming of koeling vervolgens aan. Drie universiteiten starten een onderzoek hiernaar. We kunnen als mensheid een sprong maken met deze nieuwe technologie!

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Overwin de angst voor het onbekende

Door het toevoegen van intelligentie aan het mijnwatersysteem ontstaan nieuwe mogelijkheden. Maar het betekent tegelijkertijd een breuk met traditionele werkwijzen. Dat levert frictie op. Want weerstand tegen verandering is nu eenmaal een normaal sociaal proces. **Louis Hiddes:** 'Als je wilt innoveren, moet je loslaten wat je hebt geleerd. De oude rekenprogramma's voldoen niet voor het mijnwatersysteem. Sommige professionals staan na hun opleiding stil en zien vernieuwing als een bedreiging. 'Het kan niet', is de uitspraak die ik de afgelopen jaren het vaakst hoorde. We besteden op gebouwniveau binnenkort nog maar veertig procent aan installaties dan gebruikelijk is. Dat vindt men raar, maar het is logisch als je bedenkt dat klanten de warmte van hun bureaus gebruiken. De angst voor het onbekende is groot in het installatievak. Adviseurs zijn als de dood dat installaties niet goed functioneren. Dat is ook logisch. Als zich problemen voordoen, zijn ze de pineut: dan krijgen ze claims. Dus mijden ze risico's. Ze volgen strikte protocollen. Alles wat afwijkt, kan niet door de beugel. Dus wat ik doe, het ontrafelen van processen en het innovatief parallel inplannen, bezien ze met argusogen.'

Beheers de kosten en planning

Het is lastig om grip te krijgen op kosten en planning als je met technologie werkt die nieuw is. Zeker onder tijdsdruk, is het lastig om én kosten te beheersen én deadlines te halen.

Louis Hiddes: 'Je moet slim inkopen. Voor alle partijen is alles anders, dat kan leiden tot hoge prijzen. Ik zit veertig jaar in het bouwvak. In al die jaren heb ik geregeld mijn neus flink gestoten: ik heb bijvoorbeeld mijn eigen faillissement moeten aanvragen. Dat is een harde dobber. Maar je leert er enorm veel van! Ik combineer mensenkennis, technische kennis, proceskennis en financiële kennis om binnen budgetten en deadlines te blijven. Ik weet welke stappen nodig zijn om het project te realiseren. Ik haal processtappen uit elkaar, plaats elke specifieke vraag in de tijd en kijk naar de leverantietijd. Welk product heb je nodig, op welk moment? Als je dat ontrafelt, kun je slim opereren. Ik kocht bijvoorbeeld zelf de pijpen in en bestelde prefab kelders voor de installaties in plaats van deze op maat te laten maken. Dat scheelt enorm in tijd en prijs. Anders waren we nooit binnen budget gebleven. Het was echt spannend, de grote kant-en-klaar kelders kwamen in het holst van de nacht per vrachtwagen aan. De drukinstallaties arriveerden tegelijkertijd en de aannemer voltooide het in één dag. Zo'n proces kost normaal maanden en gaat dan standaard gepaard met budgetoverschrijdingen. Dat hebben we weten te vermijden.'





Creëer een solide financiële basis

Een sterk financieel fundament voor het nieuwe energie-bedrijf is essentieel om investeerders en klanten aan te kunnen trekken. **Louis Hiddes:** 'Ik moet het bedrijf de komende vijf jaar zoveel inhoud geven, dat er een perfecte onderneming staat die op eigen benen kan staan. Ik ben altijd met financieel management bezig. Ik kijk daarbij niet alleen naar inkomsten en uitgaven. Juist cruciaal is je kostenstructuur en de kostenstructuur van je klanten. Daarom leg ik nu alle kennis die we hebben als Mijwaterbedrijf vast in rapporten. Ons eigen bedrijfsproces, het proces van het mijwater-systeem. Die kennis maak ik verhandelbaar, die kapitaliseer ik. Ook voor onze klanten kijk ik met een bedrijfskundige bril. Neem bijvoorbeeld Componenta, een oude ijzergieterij in Hoensbroek. Met hun restwarmte kunnen we het zwembad verwarmen. Ik verdiep me eerst in de kostenstructuur van het zwembad. Dat is nu afhankelijk van fluctuerende energieprijzen. Bij Mijwater kopen ze een prestatie. Ze betalen een vastrechtbedrag dat ik bereken op basis van scenario's. Dat bedrag indexeer ik op basis van gezinsconsumptie. Het onvoorspelbare element – de energieprijzen – maak ik zo voorspelbaar voor het zwembad. Dat is een groot voordeel.'

Belang en rol van niet-technische aspecten

Multidisciplinaire oplossingen cruciaal voor vernieuwing

De sprong van Mijwater 1.0 naar Mijwater 2.0 was alleen mogelijk door het combineren van kennisgebieden. **Louis Hiddes:** 'Een installatietechnicus denkt: ik stuur de warmte of koude naar een afnemer en daarna stuur ik een factuur. Punt. Voor onze innovaties speelt Rene Verhoeven een belangrijke rol. Hij is procestechnoloog en volgt een compleet andere benadering. Onze bronnen zijn nu bidirectioneel. Voor een installateur is dat heel raar, voor procestechnologen in de chemische industrie is dat de gewoonste zaak van de wereld. We sturen wat de afnemer vraagt aan warmte

en koude en optimaliseren het aan de gebouwszijde door rekening te houden met deze vraag. Ook hier voegen we intelligentie toe: als het heel koud is, leveren we water van 55 graden; als het niet zo koud is, water van 35 graden. Door warmte- en koudevraag slim te koppelen en matchen, kunnen we vervolgens enorm veel energie besparen. Ik zeg wel eens gekscherend: gas en restwarmte, verkoop je één keer. Wij verkopen de energie uit de mijnen wel twintig keer: warmte of koude met een temperatuur die voor de ene klant niet meer nuttig is, is dat voor een andere klant nog wel. Daardoor is met de technieken uit Mijwater 3.0 nog maar 5 procent van de kostprijs van onze energie nodig voor gas.'

Advies voor collega-innovators

Vernieuwing vergt multidisciplinaire samenwerking en lef. Om kennisgebieden te combineren, moeten de teamleden een open vizier hebben. Ze moeten bereid zijn oude zekerheden los te laten en risico's te lopen. **Louis Hiddes:** 'We moeten samen onze bedrijfsprocessen veranderen. Het hele systeem moet veranderen. Dit is zo'n belangrijke stap: we kunnen met een fractie van de fossiele energie onze gebouwen verwarmen, koelen en warm tapwater leveren. Om hierin te slagen, moet je zo nu en dan stil kunnen staan om je ideeën en kennis te delen en te reflecteren. Het moet dan niet gaan over wat goed is en wat slecht is. Je moet kunnen spiegelen zonder in welles-nietes discussies te verzanden. Die leiden immers niet tot oplossingen maar tot fricties en ruzies in het team. We zijn nu bezig met een handboek Mijwater. In feite ontwikkelen we een warmte-koude smart grid dat ook kan functioneren met restwarmte uit de industrie en met WKO's in plaats van geothermie. Ik verwacht dat deze technologie de wereld zal veroveren. Onze partners vermarkten het nu al in China, Canada en de UK. En dat is maar het begin.'



Tot slot heeft **Louis Hiddes** nog de volgende adviezen voor collega-innovators:

- *‘Denk niet als eerste aan de aanbodzijde – wat kan ik technisch – maar verdiep je in de vraagkant: de klant bepaalt wat jouw prestatie voor hem waard is.*
- *Denk in scenario’s – er is nooit maar één oplossing, er zijn er velen – maar laat je in de keuze wél leiden met de voeten op de vloer.*
- *Zoek partners die werkelijk willen presteren en die niet uitsluitend aan zichzelf denken – er komen momenten dat je elkaar nodig hebt als het tegenzit.’*

Uitgelicht

- In 2009 stelden de innovators de eerste mijnenergie-centrale ter wereld in werking. Volgens planning verwarmt en koelt Mijnwater BV in 2018 maar liefst 800.000 m².
- Door intelligentie en innovatieve technieken toe te voegen kunnen in potentie rendementen van 500-600% gehaald worden.



Kerngegevens

Projectnummer: UKRo3021
 Penvoerder: IPMMC Vastgoed projectenontwikkeling
 Partners: TU Delft, Stichting Arcus college, gemeente Heerlen, Open Universiteit Nederland, LowExNet, projectgroep DEPW, Parkvest X1, NS Vastgoed BV
 Looptijd: januari 2007 – juli 2014

Projectnummer: UKRo2002
 Penvoerder: Weller Energie BV
 Partners: Aanneming-Maatschappij Panagro, TU Delft, gemeente Heerlen, Supermarkt Hehe BV, Parkstad Sochail Invest BV, Weller

Geïnterviewde: **Louis Hiddes**
 Telefoonnummer: 06 51 53 49 54
 E-mail: l.hiddes@mijnwater.com
 Website: www.mijnwater.com
 Looptijd: oktober 2005 – juli 2014

DIRT: baanbrekende nieuwe boortecnologie

Geothermie



Doelstelling

Demonstratie van een nieuwe boortecnologie voor geothermische putten met de nadruk op een boorbuissysteem van vezelversterkte kunststoffen.

Willem de Jong, General Manager en eigenaar van Acquit Business Development BV, aan het woord:

'We ontwikkelden in twee eerdere projecten een innovatief concept voor een baanbrekende nieuwe boortecnologie. In het project DIRT demonstreerden we een prototype. Zo konden we technisch en economisch aantonen dat je met composietbuizen diepe boringen kunt uitvoeren. We hebben uiteindelijk een boring gedaan tot zestig meter diep die zeer succesvol is verlopen. Onze nieuwe boortecnologie blijkt een haalbare kaart. Dat is fantastisch! Ons team is hartstikke enthousiast.'

Technologie

Composiet boorbuizen

Composiet mantelboorbuizen vormen de basis van de nieuwe boortecnologie. Bedrijven gebruiken deze technologie al jaren maar niet voor diepe booroperaties. De composiet schroefdraadverbindingen kunnen de hoge krachten namelijk niet aan. De innovators onderzochten daarom glasvezel versterkte kunststof mantelbuizen met stalen schroefverbindingen.

In verband met corrosie bij stalen putten en de wens om voor geothermie met hogere temperaturen te kunnen werken, onderzochten de innovators ook de optimalisatie van een nieuw composiet materiaal op basis van anionische polyamide-6 (glas-APA6).

Lijmverbinding

Een belangrijke nieuwe technologie in het DIRT project was het ontwerp van de lijmverbinding voor de stalen koppen. De hoge belastingen en de afwijkende eigenschappen van de verschillende materialen maakten dat tot een grote uitdaging.

Boormast en tooling interfaces

De innovators onderzochten ook de toepasbaarheid van een andere boormast en speciaal aangepaste tooling interfaces. Omdat plastic veel zachter is dan staal, is naast aangepast gereedschap ook een andere manier van werken noodzakelijk.

Toegevoegde waarde

Voordelen geothermie

Geothermie staat volop in de belangstelling. **Willem de Jong:** *'Er is een enorm potentieel voor tuinders – en woningbouw. Het is een duurzame en betrouwbare energiebron met veel voordelen. Er is echter één 'maar': diepe booroperaties zijn zeer kostbaar. Onze technologie leidt tot aanzienlijke kostenbesparingen. We wisten: als dit lukt, brengen we geothermie binnen handbereik.'*

Voordelen composietboorsysteem

- Composiet boorbuizen zijn veel lichter van gewicht dan stalen boorbuizen. Boorbedrijven kunnen daarom kleinere en lichtere boortorens uit de civiele sector gebruiken. Dit verlaagt de kosten van het maken van diepe boringen en daarmee de drempel voor de toepassing van geothermie. Daarnaast opent het de mogelijkheid om in stedelijke omgevingen booroperaties uit te voeren (gering ruimtebeslag, minder horizonvervuiling, geluidoverlast en emissies van schadelijke stoffen).



- Composiet putten zijn ongevoelig voor corrosie. Dit levert aanzienlijke besparingen op voor het onderhoud van de putten. De putten zijn glad van binnen en thermisch isolerend hetgeen de productie efficiency verhoogt.
- Je kunt met composietboorbuizen waarschijnlijk ook nog eens sneller boren. De boorbuizen hebben namelijk een dempende werking, waardoor de boorstring tijdens het boren minder trillingen veroorzaakt in het boorgat.

Resultaten

De onderzoekers toonden de technische haalbaarheid van het buissysteem aan tot een temperatuur van 60 °C.

De nieuwe technologie doorstond met succes een reeks zware testen. **Willem de Jong:** *‘Denk bij het testen niet aan een lab met witte jassen. We gebruikten dynamische testbanken, werkbanken en torsiebanken om te simuleren wat je tegenkomt bij een booroperatie. De belasting van de verbindingen is daarbij heel hoog. We kunnen niet dertig jaar testen en hadden dus een creatieve insteek nodig om in een relatief korte periode zware belastingen na te bootsen en te extrapoleren. Dat is gelukt. Bij de bezwijktest bleek de verbinding zo sterk, dat uiteindelijk de werkbank bezweek in plaats van de lijmverbinding. Ons ontwerp zal de maximale belastingen van een booroperatie dus zeer goed kunnen doorstaan. Daar zijn we trots op!’*

De veldtest is uitgevoerd met een lichtgewicht compacte boortoren uit de civiele sector. De eerste ervaringen waren zeer positief. De leden van het boorteam hadden na de veldtest dan ook een grote grijns op hun gezicht.

De innovators toonden ook aan dat het nieuwe glas-APA6 composiet materiaal sterke potentie heeft voor de toepassing in buissystemen. Het heeft superieure materiaaleigenschappen.

Omdat met dit materiaal lasverbindingen kunnen worden gemaakt en schroefdraadverbindingen die wél sterk genoeg zijn, is een volcomposiet uitvoering van het systeem ook voor toepassingen bij hogere temperaturen mogelijk.

Vervolgactiviteiten

De belangstelling voor de nieuwe composiet boortechnologie neemt toe. Het consortium bekijkt nu met bedrijven in andere sectoren mogelijkheden voor pilot projecten. Potentiële klanten vinden het lichte gewicht en de corrosiebestendigheid aantrekkelijk.

Als vervolg op het DIRT project is het Delft Aardwarmte Pilot-Project opgezet. **Willem de Jong:** *‘Het plan is om op de campus van de TU Delft het eerste volcomposiet geothermisch project ter wereld te realiseren. Het project biedt ook unieke mogelijkheden voor de combinatie onderwijs, onderzoek en ontwikkeling. Helaas hebben de plannen vertraging opgelopen door de crisis. Maar we zijn vol goede hoop. Een vervolg stap waar we nu al over denken, is om composiet geschikt te maken voor nog diepere boringen met temperaturen van honderdvijftig graden. Dat opent weer een wereld aan mogelijkheden, zoals de productie van elektriciteit.’*

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

De business case laat zien dat ondernemers met een bescheiden afzet van composiet buissystemen een gezond bedrijf kunnen ontwikkelen. Als het lukt om met een volcomposiet systeem een geothermisch project te realiseren, zal de belangstelling ervoor enorm toenemen.



Willem de Jong rekt voor: *‘Stel dat Nederland na de succesvolle uitvoering van het Delft Aardwarmte Project jaarlijks twee projecten realiseert. Dat levert in tien jaar tijd een gigantische besparing op van vierhonderd miljoen kubieke meter aardgas en ruim zevenhonderdduizend ton CO₂. Maar er zijn meer kansen. Onze technologie is zeer interessant voor de olie- en gasproductie. Omdat volcomposiet zoveel lichter is dan staal kun je veel verder horizontaal boren en op zee grotere dieptes bereiken Het is een enorm verschil! Door het gewicht van staal zijn de boorplatforms en schepen gigantisch. Als je het staal vervangt door volcomposiet, wordt alles veel lichter, kleiner en goedkoper.’*

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

Het project was een ware Odyssee. Het liep op alle vlakken anders dan gepland: zowel technisch, organisatorisch als financieel.

Tunnelvisie

Willem de Jong: *‘Het oorspronkelijke buisontwerp bleek niet bestand tegen warmwater. We waren zo gefocust op de boorfase, dat we de productiefase van het geothermisch doublet over het hoofd zagen. We moesten dus een ander composietmateriaal en productieproces kiezen. Dat heeft geleid tot de samenwerking met de TU Delft.’*

Flexibiliteit en creativiteit nodig om tegenslag het hoofd te bieden

Dat was nog niet alles. Het boorbedrijf ging failliet waardoor de onderzoekers met een andere boortoren moesten werken. De geplande testlocatie in Tsjechië werd afgekeurd. En het Delft Aardwarmte Project liep vertraging op. Door flexibel en

creatief met de begroting en de planning om te gaan – in goed overleg met RVO.nl – boekten de innovators toch succes.

Financiering van doorbraaktechnologie is lastig

Willem de Jong: *‘Veel innovaties komen uit het mkb, de grote spelers durven het vaak niet aan. Die wachten tot het in de praktijk is bewezen. Eerst zien, dan geloven. Wij werken keihard om onze idealen waar te maken maar we beschikken niet over de financiële middelen. We weten domweg niet of we onze investeringen terugverdienen. Als het demonstratieproject op de campus van de TU Delft vertraagt, heeft dat voor ons grote gevolgen. Zonder pilot kunnen we de markt niet overtuigen. Dan staan we dus stil. Het verbaast me dat we met zoveel creatieve geesten aan een zeer kansrijke technologie werken en dat gebrek aan financiën vervolgens de voortgang ernstig belemmert. Dat is echt jammer.’*

Cultuurverschil levert weerstand op

Willem de Jong: *‘De business case voor de olie en gaswereld is uitermate gunstig, maar ook hier is het vreselijk moeilijk om financiering te krijgen. Een mogelijke oorzaak is het grote cultuurverschil tussen composiet en staal. Doe je ogen dicht en denk aan een boorlocatie. Wat zie je? Stalen pijpen, mannen in blauwe, met olie besmeurde overalls die grote sleutels vasthouden. Denk nu aan composietbuizen. Wat zie je? Mannen met brillen en witte jassen in een lab. Er is veel onbegrip over composiet. Ik wil daarom een prototype en testmodel kunnen laten zien.’*



Belang en rol van niet-technische aspecten

Willem de Jong: 'In ons team waren naast bedrijfskunde met name technische disciplines vertegenwoordigd: mijnbouw, boortecnologie, geothermie, composiet en materiaaltechnologie, lijmverbindingen, testkennis en productontwikkeling. Nu we een demonstratieproject gaan uitvoeren, gaan niet-technische aspecten wel een steeds belangrijker rol spelen: regelgeving en mijnwet bijvoorbeeld.'

Advies voor collega-innovators

Bezint eer ge begint

Willem de Jong: 'Wat ik anders zou doen als ik het project opnieuw zou kunnen uitvoeren? Ik zou meer aandacht besteden aan het eisenprogramma. Dit soort projecten vergt een hele goede voorbereiding. Maar je moet ook door! Het enthousiasme van het team mag niet teveel worden geremd met gezeur vooraf. Het is de kunst om de juiste balans te vinden.'

Brug slaan tussen creatieve uitvinders en gezonde bedrijfsvoering

'Je kunt pagina's volschrijven met risicoanalyses maar dan vinden de uitvinders je een zuurpruim en zwartkijker. Er is een fors cultuur(- en belangen)verschil tussen projectmanagers en innovators. Dat verschil moet je zien te overbruggen. Regelgeving en financiële randvoorwaarden zijn nou eenmaal een gegeven bij veel gesubsidieerde projecten. Dat begrip moet je afdwingen en je moet soms 'nee' durven zeggen.'

Helder doel en goed communiceren

Wat moet je absoluut doen om succes te hebben?

Willem de Jong: 'Innovatie impliceert onzekerheden en risico's. Het is belangrijk goed vast te leggen wat de doelstellingen zijn, alle neuzen dezelfde kant op. Omdat altijd dingen anders lopen, is een goede en heldere communicatie een must. Op die manier werk je aan een vertrouwensbasis, essentieel voor een goede samenwerking. Blijf duidelijk in wie wat doet en waar de verantwoordelijkheden liggen. Geen verborgen agenda's. Ik heb meerdere malen bedrijven zien afhaken, consortia uiteen zien vallen als iets tegen zit of anders verloopt. Zolang het goed gaat, heb je aan een half woord genoeg. Maar in een dip bestaat het gevaar dat mensen hun eigen conclusies trekken en zich zelfs terugtrekken. Dat kan in veel gevallen worden voorkomen door op een open en constructieve manier met elkaar in contact te blijven. Tegenslagen en improvisatie zijn nu eenmaal onlosmakelijk verbonden met succesvolle innovatie.'



Kerngegevens

Projectnummer: DEMO09037
Projecttitel: Demonstratie INPUT & REGEON Technologie
Penvoerder: Acquit Business Development BV
Projectpartners: Verkley Telecommunicatie- & Kabelwerken BV, Well Engineering Partners BV (voorheen BECi BV), TU Delft, faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaart Techniek
Geïnterviewde: **Willem de Jong**, General Manager en eigenaar Acquit Business Development BV
Telefoonnummer: 06 28 45 06 80
E-mail: willem@acquit-bv.nl
Website: www.acquit-bv.nl
Looptijd: maart 2008 – september 2011

Aardwarmte project Koekoekspolder



Doelstelling

Doelstelling is om een aantal tuinbouwkassen te verwarmen met duurzame warmte uit de diepe aarde en daarmee 70 procent te besparen op gasverbruik. In de Koekoekspolder is het water op twee kilometer diepte ruim 70 °C. Dat is voor tuinders een geschikte temperatuur.

Technologie

Om een werkende aardwarmtebron te maken is het nodig om twee putten (doublet) in de grond te boren. Deze putten zijn twee lange buizen die zo'n twee kilometer diep de grond in gaan. Aan het einde hebben de buizen zeefachtige openingen waar het warme water de buis in loopt. Door de waterdruk stijgt het water in de buis vanzelf tot circa 20 meter onder het maaiveld.

Radboud Vorage, directeur bij Aardwarmtecluster 1 KKP BV, aan het woord:

'Het idee van aardwarmte is simpel: Pomp warm water uit de diepe ondergrond op, verwarm er tuinbouwkassen mee en pomp het afgekoelde water weer terug de aarde in, zodat het weer kan opwarmen. Niet alleen de tuinders geloofden er in, maar ook de Rijksoverheid leverde een belangrijke bijdrage. Door het beschikbaar stellen van de regeling Risico's dekken voor Aardwarmte (SEI), konden de geologische risico's voldoende afgedekt worden. Ook de provincie Overijssel en gemeente Kampen waren enthousiast. In een samenwerking tussen het tuinbouwbedrijfsleven en de overheid is het idee omgezet naar realiteit. Dat is prachtig!'





Toegevoegde waarde

Aardwarmte is duurzame energie. Er is alleen elektriciteit nodig om het warme water op te pompen en over de tuinbouwbedrijven te verdelen. De voordelen van aardwarmte zijn:

- Het gehele jaar beschikbaar, vierentwintig uur per dag.
- Weinig milieubelastend, zeker als groene stroom gebruikt wordt.
- Vermindering van de CO₂-uitstoot.
- Goed te combineren met andere energiebronnen, zoals Warmtekracht Koppeling (WKK).
- Een stabiele prijs voor warmte voor de tuinbouwbedrijven.
- Concurrentievoordeel.
- Een aardwarmtesysteem kan wel 30 jaar meegaan.

Resultaten

De innovators pompten in een testfase aardwarmte omhoog en realiseerden met succes de eerste teelt van 'groene' komkommers die met aardwarmte zijn geteelt. Het aardgasverbruik van de tuinders daalde met 70 procent tot 80%.

Radboud Vorage: 'Voor onze kennisontwikkeling was het project zeer belangrijk. Geothermie in dit gebied, de Slochterenformatie, is nieuw. We hebben voor het eerst de geologie van de bodem in kaart gebracht. De water- en gassamenstelling, de watertemperatuur, de porositeit en permeabiliteit: al deze factoren zijn nu in beeld. We weten hoe geschikt dit gebied is voor aardwarmte. Minder geschikt dan gedacht, maar wel goed genoeg!'

Vervolgactiviteiten

De tuinders draaiden met succes op de nieuwe energiebron. Toen gooide een technisch probleem roet in het eten. Er vond neerslag plaats in het systeem, dat leidde tot een verstopping.

Het probleem is opgelost door een nieuw oplosmiddel te ontwikkelen dat de neerslag heeft verwijderd. Vervolgens wordt een inhibitor toegevoegd die aan de binnenkant van de buis een soort beschermende laag aanbrengt. Het is de verwachting dat de neerslag zich niet meer gaat aanhechten.

Radboud Vorage: 'We combineren kennis van de gas- en olie-industrie, adviesbureaus, universiteiten en TNO. De kennis is ook voor andere aardwarmteprojecten waardevol. We werken dan ook samen met het Productschap Tuinbouw, met Kas als Energiebron en met het ministerie van EZ. Het optreden van neerslag was een onverwachte tegenvaller die je voor de kiezen krijgt als je met een nieuwe technologie in een nieuw gebied aan de slag gaat. Helaas was de termijn van de regeling die RVO.nl biedt verstreken, dus het aardwarmtebedrijf draait zelf op voor de kosten van deze strop. Bij jonge technologieën doen problemen zich vaak pas in het begin van de productiefase voor, als de installaties in bedrijf zijn. In dat licht zou de termijn van de regeling best wat langer mogen zijn.'

Kennisoverdracht

De innovators ontwikkelen in samenwerking met Kas als Energiebron een stappenplan voor geothermie projecten. Ze delen ook de nieuwe kennis over bijvoorbeeld materiaalkeuze, wellheads, filters, en over de relatie tussen formatiewater, neerslagvorming en risico's met elkaar. Binnen het Platform Geothermie wordt veel samengewerkt.

Herhaalpotentieel, effect voor de markt en spin-off

Nieuwe afnemers

Radboud Vorage: ‘Nu de put weer draait hebben we weer een belangrijke stap gezet, en gaan we kennis ontwikkelen om er voor te zorgen dat storingen niet meer optreden. We willen in de toekomst twee nieuwe telers aansluiten die een koudere teelt hebben, aardbeien en zaden, dan kunnen we restwarmte nóg verder benutten. Het moet voor beide partijen wat opleveren, het project moet er economisch sterker van worden. We kennen elkaar, we zitten vlak bij elkaar in de buurt. Het gaat vrij vlot, we weten snel of we wat kunnen betekenen voor elkaar. We overleggen, we zien mogelijkheden, we berekenen samen of het financieel uit kan.’

Snelle verspreiding

Wat kan de technologie voor Nederland betekenen?

Radboud Vorage: ‘Ik verwacht dat er 3-5 projecten per jaar bij komen. De tuinbouw is redelijk open, de bedrijven delen graag kennis. Door die openheid, verspreiden technologieën zich snel. Daarom is de Nederlandse tuinbouwsector vooraanstaand in de wereld. Collega's verwachten ook dat je kennis beschikbaar stelt om er samen veder mee te komen, zeker ook als je publiek geld gebruikt.’

Obstakels, valkuilen, succesfactoren en kansen

De bodem had andere eigenschappen dan verwacht. Om het benodigde vermogen te halen, moest het nieuwe energiebedrijf extra injectiepompen installeren. Dit vergde een forse extra investering die gelukkig via de regeling Risico's dekken voor Aardwarmte (SEI) betaald kon worden.

Verder bleek de installatie gas te produceren, dus moesten de innovators een water/gasscheider toevoegen. In een latere

fase zal het meegeproduceerde gas voor warmteproductie worden benut. Ook dat is weer een innovatiestap.

Radboud Vorage: ‘Wat zou ik doen als ik het project opnieuw zou kunnen uitvoeren? Wetende wat ik nu weet over de formatie, zou ik kijken of je de putten slimmer kan aanleggen en ook andere materialen gebruiken. Je kunt schuiner boren om meer oppervlak te krijgen met het oog op het beoogde vermogen. Om dezelfde reden zou ik een dikkere buis gebruiken. We kennen nu de eigenschappen van de bodem, door deze slimmigheden toe te passen, kun je er veel meer uithalen. We realiseerden nu het gewenste vermogen door de warmte beter te benutten en door sterkere injectiepompen te installeren.’





De praktijk is een goede maar harde leermeester

Radboud Vorage: 'We baalden er van dat we last kregen van afzetting in de buizen en verstoppingen. Daardoor moest de gaskraan tijdelijk weer open. We hebben een oplossing gevonden, maar dat heeft veel leergeld gekost. Die rekening zouden we graag delen met andere projecten. De kennis is immers waardevol voor de BV Nederland, zeker nu we minder aardgas uit de bodem in Groningen gaan halen. Ons doel is om de aardwarmtetechniek verder te ontwikkelen, niet om deze te verkopen. We zien liever andere geothermieprojecten van de grond komen in plaats van dat we onze expertise afschermen. Maar we zouden ook graag een deel van het leergeld delen. Tips over hoe je dit kunt doen, zijn welkom.'

Belang en rol van niet-technische aspecten

Samen staan we sterk

Het principe van aardwarmte is simpel. Voor de realisatie van een aardwarmtebron zijn echter wel veel verschillende deskundigheden noodzakelijk. Het realiseren van een gezamenlijke aardwarmtebron en warmtenet is daarom een complex proces. Het vraagt om een goede samenwerking en afstemming tussen het tuinbouwbedrijfsleven en de overheid. **Radboud Vorage:** 'Naast kennis over de geologie en de boortechniek is er deskundigheid noodzakelijk op het gebied van financiering, vergunningen, warmtetechniek, veiligheid, communicatie en projectmanagement. Je kunt onmogelijk een aardwarmteproject realiseren zonder een goede samenwerking tussen alle partijen. We zijn het eerste aardwarmtecluster in Nederland. Je moet de samenwerking ook formeel goed regelen, op papier. We richtten daarom een nieuw energiebedrijf op. In de BV zijn heldere afspraken gemaakt over wie wat doet, wie wat inbrengt, welke deskundigheden we nodig hebben en hoe we het organiseren. Het goed in kaart brengen en afdekken van risico's is essentieel. De garantieregeling van de Rijksoverheid was daarom cruciaal.'

Communicatie is essentiële smeeroil

Goede samenwerking tussen disciplines vergt goede communicatie. **Radboud Vorage:** 'In de voorbereidende fasen hadden we maandelijks overleg met alle betrokken partijen. Tijdens het boren voerden we die frequentie op en overlegden we wekelijks. Communicatie is de smeeroil van dit soort projecten, maar ook het opbouwen van een netwerk met deskundigen uit verschillende disciplines.'

De klant is koning

Om acceptatie bij klanten te kunnen stimuleren, onderzocht het CLM (Centrum voor Landbouw en Milieu) wat de duurzaamheidsvoordelen zijn. **Radboud Vorage:** 'De tuinders moesten hun klanten in het project meenemen. Als je dat niet doet, dan blijft alles bij het oude. De tuinders willen op lange termijn zowel de energiekosten als de afzet stabiliseren. Fluctuerende kosten en opbrengsten maken het lastig om te opereren. De kosten voor aardwarmte zijn stabiel. En tuinders kunnen zich met aardwarmte onderscheiden, het biedt concurrentievoordeel. Zodoende draagt het project bij aan een gezonde bedrijfsvoering. Dat gaat niet vanzelf: 'Be good and tell it.' We gebruikten de resultaten van het CLM-onderzoek voor de vermarkting van het product. We hebben klanten uitgenodigd voor een speciale bijeenkomst en presenteerden de resultaten. Met succes, restaurantketen La Place koos bijvoorbeeld daardoor voor komkommers die met aardwarmte zijn geproduceerd. Een belangrijke afnemer!'



Communicatie met omwonenden

Draagvlak bij omwonenden is ook cruciaal. Als de bevolking zich tegen je keert, zijn de kaarten opeens heel anders geschut.

Radboud Vorage: *'We organiseerden drie excursies en informeerden de buurt met nieuwsbrieven tijdens de boring en ook daarna.*

De tuinbouw heeft ook het jaarlijkse evenement 'Kom in de Kas': dan kunnen geïnteresseerden komen kijken en vertelden de innovators over het nieuwe energiebedrijf dat kassen met aardwarmte verwarmt. We kregen erg veel positieve reacties!'

Advies voor collega-innovators

De aanhouder wint

Wat moet je bij een dergelijk project absoluut doen om succes te hebben? **Radboud Vorage:** *'Je moet volhouden en niet opgeven! Je krijgt tegenslagen, die moet je overwinnen. Het debiet viel tegen, het thermisch vermogen viel tegen en we kregen onvoorziene technische problemen. Mijn advies is om bij tegenslag zo snel mogelijk gebruik te maken van je kennisnetwerk. Betrek andere partijen bij het vinden van oplossingen. Relaties met kennis en kunde kunnen je vaak verder helpen, en zet verschillende deskundigen bij elkaar. De oplossing ligt vaak op een onverwachte plek. Als je in je eigen kringetje blijft ronddraaien, zie je de oplossing niet: je moet naar buiten om hem te vinden.'*



Uitgelicht

- Het is het eerste geothermische clusterproject in de tuinbouw in Nederland. De tuinders halen nu ruim tweederde van hun warmte uit de aardwarmtebron. Hun klanten zien het gebruik van aardwarmte als een pluspunt dus het biedt de tuinders structureel concurrentievoordeel.
- Het is het eerste geothermie project in de Slochterenformatie en dat leverde veel geologische kennis op. Een student in Delft studeerde er op af.
- Door te investeren in kennisnetwerken kon het technische probleem met de verstopping verholpen worden. Daar hebben vervolgprojecten ook veel belang bij.
- Het was het eerste geothermie project dat gebruik maakte van de Garantieregeling van de Rijksoverheid (SEI). Daardoor kon er geïnvesteerd worden in extra injectiepompen en kon het thermische vermogen gerealiseerd worden.
- De ervaringen van dit project zijn vastgelegd in het stappenplan van de Kas als Energiebron. Ook draagt het project bij aan de ontwikkeling van een handboek voor geothermie.
- De ervaringen van het project worden gebruikt voor het opstellen van een onderzoeksagenda voor de ontwikkeling van geothermie in Nederland. Dat moet een versnelling geven aan de toepassing van geothermie.



Kerngegevens

Projectnummer: AARD01001
Projecttitel: Aardwarmteproject Koekoekspolder
Penvoerder: Greenhouse Geo Power
Partners: Maatschap Gebroeders Vahl, Kwekerij Voorhof BV en Ambo Valentes BV
Geïnterviewde: **Radboud Vorage**, directeur bij Aardwarmtecluster 1 KKP BV
Telefoonnummer: 06 51 43 13 01
E-mail: greenhousegeopower@hotmail.com
Website: www.greenhousegeopower.nl
Looptijd: oktober 2010 – juli 2012

Bijlage 1: wegwijzer en bronnen

Energie-innovatie projecten

De Energie-innovatie (beleids)programma's Energie Onderzoek Subsidie (EOS) en Innovatieagenda Energie (IAE) hebben tussen 2005 en 2011 aan ruim duizend innovatieve onderzoeks- en praktijkprojecten subsidie verleend. Als inspiratie voor nieuwe onderzoeks- en productideeën biedt RVO.nl praktijkverhalen en projectbeschrijvingen aan. Ga naar:
www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-en-milieu-innovaties/resultaten-energie-innovatie

Links

Topsector Energie: In 2011 heeft de overheid negen topsectoren aangewezen. Dit zijn sectoren waarin Nederland wereldwijd sterk is. De Energiesector is er daar een van. Bedrijven, wetenschappers en de overheid werken in de Topsector Energie gezamenlijk aan adviezen en programmalijnen, waarin zij aangeven met welke maatregelen de sector kan blijven concurreren op de wereldmarkt. Alle kansen, knelpunten, ambities, adviezen en een plan van aanpak zijn per sector beschreven in de actieagenda's. Lees meer:
www.topsectoren.nl/energie

Sociale innovatie en maatschappelijke inbedding:

Het succes van een energie-innovatie is deels afhankelijk van techniek, maar cruciaal blijkt de economische, sociale en maatschappelijke inpassing. Hier is te weinig aandacht voor in Nederland. Daardoor slagen we er vaak niet in om technisch energieonderzoek van hoog niveau te vertalen in innovaties. Bekijk cases en krijg tips van innovatiewetenschappers op de website 'Sociale innovatie en maatschappelijke inbedding':
www.rvo.nl/gammaonderzoek

Samenwerken: Topsector Energie en Maatschappij (STEM) is een TKI doorsnijdend sociaal innovatieprogramma binnen de Topsector Energie. Hierin werken bedrijven en wetenschappers met elkaar aan niet-technologische innovatie uitdagingen op weg naar een toekomstbestendige energievoorziening. In 2013 en 2014 voert RVO.nl voor dit thema een tender uit, waarbij kennisinstellingen subsidie kunnen aanvragen. Zie:
www.rvo.nl/subsidies-regelingen/tender-samenwerken-topsector-energie-en-maatschappij-stem

Bronnen

AWT, *Kapitale kansen, Slim geld voor ambitieuze ondernemers*, Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid, Den Haag, 2011
 Marco Kolkman en Peter Paul van Kempen, *Innovators aan het woord*, RVO.nl, Utrecht, 2013
 Marko Hekkert en Marjan Ossebaard, *De innovatiemotor*, Assen, 2010
 Raphaël Smals, Bas Hillebrand, Paul H. Driessen, *Het succes van innovatieprojecten vanuit een bedrijfskundig perspectief*, Radboud Universiteit Nijmegen, Faculteit der Managementwetenschappen, Vakgroep Bedrijfskunde in opdracht van RVO.nl, Nijmegen, 2012
 Yoshitaka Osawa & Kumiko Miyazakib, *An empirical analysis of the valley of death*, 2006



Bijlage 2: lijst van geraadpleegde personen

Betrokken personen vanuit RVO.nl

Opdrachtgevers:

Frank Witte, Marco Kolkman, Dounia Ouchene

Communicatie-adviseurs:

Gerdien de Weger, Marijke van Zoelen

Projectadviseurs betrokken bij de selectie van de projecten:

André de Boer

Bert Janson

Fred van den Brink

Freek Smedema

Gerdi Breembroek

Jos Reijnders

Maurits Clement

Maus Dieleman

Olivier Ongkiehong

Paul Ramsak

Piet Heijnen

Geïnterviewden

Arjan Westerhoff, Datacenter Manager bij Schuberg Philis

Bart Jonker, projectmanager fysiek bij De Woonplaats

Dhiradj Djairam, onderzoeker aan de TU Delft

Earl Goetheer, Principal Scientist Gas Treatment bij TNO

Ed de Jong, Vice President Development bij Avantium

Edward Hamers, Chief Technology Officer van Hyet Solar

Erwin Giling, Project Manager Process and Instrumentation bij TNO

Folkert Linnemans, Business Development Manager bij Ekwadraat

Frederik Gast, mede-oprichter en directeur van BioGast Sustainable Energy BV

Gustave Corten, oprichter en eigenaar van CortEnergy

Henk de Beijer, eigenaar van SolabCool BV

Herman Klein Teeselink, directeur HoSt

Jan Brouwer (TNO), CATO programma directeur

Johan Oude Breuil, projectmanager participatie bij De Woonplaats

Johan Smit, programmadirecteur en hoogleraar aan de TU Delft

Joost Dubois, Director Communication & Branding DSM Bio-Based Products & Services BV

Jos Lenssen, Chief Operations Officer van Hyet Solar

Jos van der Burgt, Consultant en Innovator bij DNV GL

Louis Hiddes, directeur Mijnwater BV

Marcel Besten, projectmanager realisatie van woningcorporatie De Woonplaats

Michiel Snijder van Wissenkerke, directeur R&D bij Goss Contiweb

Peter Penning, mede-oprichter van SunCycle

Piet van Egmond, R&D Program Manager bij DSM Bio-Based Products & Services BV

Pieter Veltman, CEO van Hyet Solar

Radboud Vorage, directeur bij Aardwarmtecluster 1 KKP BV

Robert Sakko, Robert Sakko, Director Technology van Heatmatrix

Robert Snijder, mede-oprichter van donQi

Roeland van Veen, Product Groep Manager Drogers bij Goss Contiweb

Ruurd van Schaik, bedrijfsleider van de Divisie Engineering van VAR

Sander van Egmond (Universiteit Utrecht), CATO communicatie manager

Sjaak van Loo, Managing Director van Procede

Sjef Cobben, hoogleraar Power Quality aan de TU Eindhoven

Stoyan Kanev, projectmanager bij ECN

Willem de Jong, General Manager en eigenaar Acquit Business Development BV

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Croeselaan 15
Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht
T +31 (0)88 042 42 42
E info@rvo.nl
www.rvo.nl

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | augustus 2014
Publicatie-nr RVO-016-1401/BR-DUZA

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) is een dochter van het ministerie van Economische Zaken. RVO.nl voert beleid uit voor diverse ministeries als het gaat om agrarisch, duurzaamheid, innovatie en internationaal. RVO.nl is hét aanspreekpunt voor bedrijven, kennisinstellingen en overheden. Voor informatie en advies, financiering, netwerken en wet- en regelgeving.

Deze publicatie is tot stand gekomen in samenwerking met Van Kempen Consultancy en de geïnterviewde innovators.

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorg is samengesteld kan Rijksdienst voor Ondernemend Nederland geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele fouten.

