

Rotor van de microturbine van Turbec

De microturbine van Clyde wachtend op verscheping naar het onbemande platform Q8A



Microturbines zijn er helemaal klaar voor

Microturbines lijken hun belofte waar te gaan maken. De eerste praktijkervaringen met deze relatief schone manier van kleinschalige energieopwekking zijn hoofdzakelijk positief. Het zet bedrijven er zelfs toe aan om speciale branders en warmtewisselaars te ontwikkelen. De meeste afnemers zijn nog huiverig.

Marjolein Roggen

Aan positieve geluiden geen gebrek. Op het congres 'De veelzijdigheid van microturbines' van Energieprojecten.com voerde het optimisme de boventoon. Niet alleen de fabrikanten hielden hun 100-koppige publiek de zegeningen van deze nieuwe techniek voor, ook onderzoekers, adviseurs, gebruikers en energiebedrijven zijn behoorlijk in hun nopjes. Het moet gezegd, het is een verdienstelijke prestatie dat een techniek die pas sinds een jaar of vijf, zes serieus in ontwikkeling is nu al commercieel handen en voeten begint te krijgen. Toch is al te veel optimisme te voorbarig. Vooral nog zijn er in Nederland

slechts een handjevol proefprojecten met microturbines en staan de eindgebruikers nog tamelijk sceptisch tegenover microturbines. In het buitenland is de situatie vergelijkbaar.

Milieuvriendelijk

Microturbines moeten een milieuvriendelijk alternatief gaan vormen voor gas- en dieselmotoren en andere conventionele systemen zoals HR-ketels. Vooral het feit dat ze lokaal niet alleen elektriciteit maar ook warmte opwekken, maakt ze voor Nederland aantrekkelijk. Daarnaast is de microturbine geschikt voor koeling, CO₂-bemesting, drogen, verbranden

van afvalgas en voor voorverwarming. De technische voordelen van microturbines zijn evident. De emissie van schadelijke stoffen is laag. Ze zijn flexibel in brandstofgebruik: van biogas tot aardgas en van biodiesel tot diesel. Bovendien vergen ze weinig onderhoud en zijn dus zeer betrouwbaar, ze zijn compact, licht (500 kg) en trillingsarm. Het nadeel is vooralsnog de hoge investering, maar de prijzen dalen nog steeds.

Recuperator

Als de voordelen zo groot zijn en de technologie al voor de Tweede Wereldoorlog bekend was, waarom heeft het dan zo lang geduurd dat microturbines echt tot ontwikkeling zijn gekomen, vraagt Cees Jan Groen van Geveke zich retorisch af. Geveke is sinds 2000 de Nederlandse vertegenwoordiger voor microturbinefabrikant Capstone. Een van de belangrijkste redenen is het lage elektrisch rendement van een microturbine van 20 procent, waar een grote gasturbine rendementen van 37 tot 42 procent haalt (zie kader). De recuperator heeft volgens Groen voor een doorbraak gezorgd door het rendement drastisch te verhogen.

Een andere doorbraak is de vermogens-elektronica. Dankzij de vermogens-elektronica kunnen de turbine en generator op één as geplaatst worden zonder dat een tandwielkast nodig is. De vermogens-elektronica regelt bovendien het toerental en zorgt ervoor dat de output op 400 V/50 Hz blijft. Volgens Hillman zijn daarnaast betere materialen voor de turbineschoepen, de low-NO_x-branders en de komst van hogesnelheidslagers belangrijke technologische drijfveren gebleken.

Tel daarbij de zorg voor het milieu en de belangstelling voor kleinschalige opwekking, en niets lijkt een doorbraak nog in de weg te staan.

Boorplatforms

De kwaliteiten van microturbines maken hen in principe geschikt voor een veelheid van toepassingen. Uiteen-

lopend van boorplatforms en supermarkten tot glastuinbouw en woningbouw. Hoe realistisch zijn deze verwachtingen?

Voor onbemande boorplatforms hebben microturbines zeker een punt. Boorplatforms moeten zeer regelmatig bevoorradt worden met dieselolie voor de dieselmotor die de elektriciteitsvoorziening voor zijn rekening neemt. Dat betekent dat elke keer een tanker met olie en een heli-copter met personeel naar het platform moet met alle risico's voor diesellekkage tijdens de overslag van dien. Voor Clyde Petroleum (inmiddels Wintershall) was dit een reden om naar alternatieven te zoeken. De aanwezigheid van ruw gas direct uit de bron en het geringe benodigde onderhoud, maken van een microgasturbine een goede kandidaat. De slechte ervaringen met een microturbine en compressor van Honeywell zo'n 2,5 jaar geleden bij een fakkelin-stallatie bij Waalwijk beloofden echter weinig goeds. Clyde heeft de draad toch weer opgepakt met een luchtge-lagerde microturbine van Capstone van 30 kW. Na een uitgebreide test op land langs de kust, is de microturbine een aantal maanden geleden verplaatst naar de locatie Q8A op het Continen-taal Plat. Op land heeft de turbine zon-der mankeren 5000-6000 uur gedraaid.

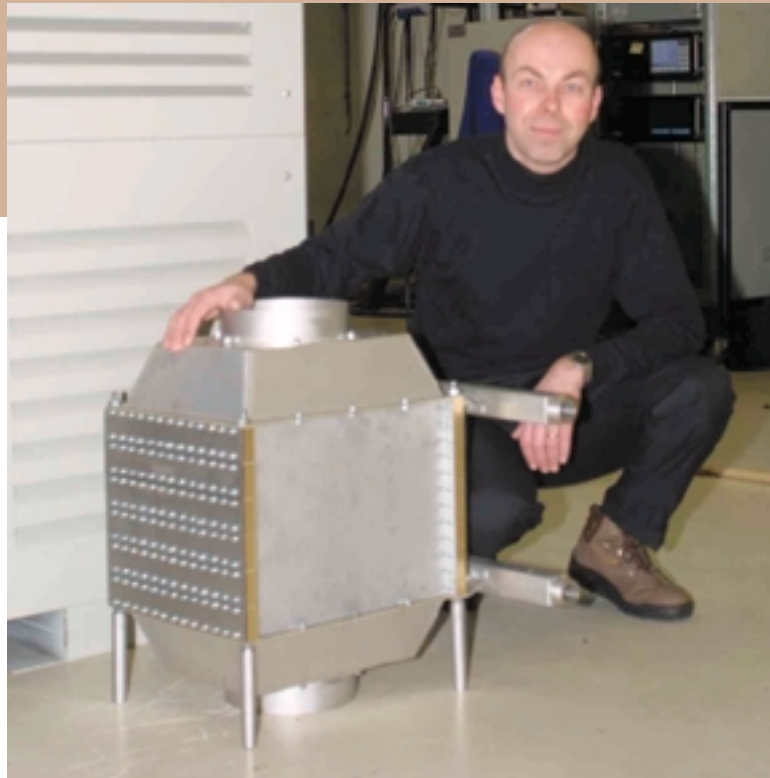
De door Gasunie Research ontwikkelde warmte-wisselaar samen met Han Lemmens

Op zee zijn de resultaten tot nu toe zo gunstig dat onlangs de dieselmotor is afgezet. Ook in kosten scoort de micro-turbine hoog. Berekeningen wijzen uit dat de kosten per kWh, inclusief aan-schaf, logistiek en onderhoud voor een dieselmotor ongeveer 0,40 tot 0,50 euro zijn en voor microturbines onge-veer 20 eurocent. Inmiddels heeft Geveke een order gekregen voor de levering van vier Capstone microtur-bines van 60 kW, die de basisstroomvoor-ziening van het nieuwe platform Q4C voor hun rekening gaan nemen.

Supermarkt

Bij boorplatforms verdient een micro-turbine zich snel terug omdat de bevoorradingskosten hoog zijn. Dat geldt niet voor toepassingen op land. Daar wegen de investeringskosten zwaar mee in de beslissing om tot aan-schaf over te gaan.

Adviesbureau Verhoef heeft in opdracht van Fri Jado, een leverancier van koel- en vriesapparatuur, onder-zocht of het economisch haalbaar is een microturbine aan te schaffen voor de energievoorziening van een stan-



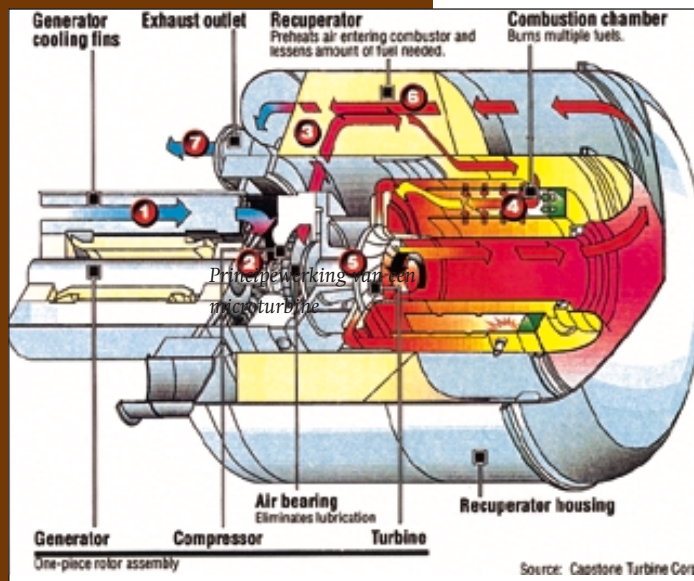
Techniek van microturbinen

De technologie voor microturbinen ligt al op de plank. 'U heeft hem vast in uw auto, als u tenminste een fatsoenlijke auto heeft', aldus hoogleraar Jos van Buijtenen van de TU Delft, doelend op de turbo-charger die in de meeste middenklasse auto's zit. Dankzij de inspanningen van de automobiellindustrie is deze technologie is al zover uitontwikkeld dat hij seriematig en betrouwbaar en dus betaalbaar van de lopende band rolt. Het 'enige' is dat deze sleuteltechnologie geschikt gemaakt moet worden voor een continue proces met hogere temperaturen dan 600 graden en een hogere drukverhouding dan 2,3 t.o.v. de omgeving zoals in een turbocharger. Bovendien kan de microturbine profiteren van de kennis over gasturbines voor vliegtuigen en grootschalige elektriciteitsopwekking die echter bij extreem hoge temperaturen van 1300 graden en een drukverhouding van 15 tot 35 werken.

Een microturbine is niet veel groter dan een flinke microfoon. De generator en de turbine zijn op een as gemonteerd, waardoor geen tandwielkast nodig is. Net als bij een gewone turbine zuigt een compressor lucht aan van buiten en perst deze lucht in een verbrandingskamer. Aan de lucht wordt aardgas toegevoegd en tot ontbranding gebracht. Het hete verbrandingsgas brengt een turbine in beweging die op zijn beurt een generator aandrijft, die elektriciteit opwekt. Het verbrandingsgas gaat naar de stoomketel waarin het gas de restwarmte afgeeft aan het ketelwater. Een optie is om de uitlaatgassen terug te voeren naar een recuperator die via een warmtewisselaar de warmte uit de uitlaatgassen opvangt en deze gebruikt voor de voorverwarming van de compressorlucht.

Het elektrisch rendement van een microturbine zonder recuperator ligt op 20 procent, het overall rendement ligt boven de 75 procent. Met een recuperator stijgt het elektrisch rendement van de turbine van 20 tot 30 procent en benadert daarmee de efficiency van gasmotoren.

Het relatief lage elektrische rendement heeft te maken met de temperatuur en druk. Het elektrisch rendement van een turbine is groter naarmate de druk en de temperatuur hoger zijn. De microturbinen werken bij een temperatuur van rond de 900 graden en een drukverhouding van 4 ten opzichte van de omgeving. Deze lage druk is nodig omdat anders te veel ingewikkelde kleine compressoronderdelen nodig zouden zijn. De temperatuur is beperkt door de beschikbare koelmethode. 'Sommige mensen vragen zich af waarom je überhaupt energie zou steken in een installatie met zo'n laag rendement', weet Buijtenen. Een voordeel van een lage drukverhouding is volgens hem juist dat je warmte eenvoudiger kunt terugwinnen. De geringere massa brengt daarnaast mechanische voordelen met zich mee voor de belasting van het lager, de warmtecapaciteit en de koeling. Bovenal is het eenvoudiger betrouwbare materialen te ontwikkelen: 'Zo kun je binnen de technologische grenzen toch duizelingwekkende toerentallen halen.' Het toerental van een microturbine ligt rond de 96 000. 'Als je een microturbine los op tafel zou leggen, zou hij binnen 1 seconde 600 meter verderop zijn', weet Groen van Geveke.



daard koel- en vriesinstallatie in een supermarkt. Nuon geeft een supermarkt in Noord-Holland slechts een aansluiting van 160 kVA. Dat is onvoldoende voor de betreffende supermarkt, die 258 kVA nodig heeft. Om toch over deze hoeveelheid elektriciteit te kunnen beschikken, zou op kosten van de klant een extra transformator geplaatst moeten worden van bijna 70.000 euro. Geen slecht idee om eens te kijken naar een lokale energieopwekking. Verhoef is daartoe aan het rekenen geslagen met een microturbine van 30 kW en een van 60 kW. Behalve de koel- en vriesapparatuur die samen 60 procent van de energievoorziening voor hun rekening nemen, zijn ook de elektrische bake-off ovens en de verlichting grote energievreters. Een microturbine van 30 kW blijkt het meest geschikt. Deze turbine is voldoende voor de opwekking van elektriciteit mits de elektrische bake-off ovens vervangen worden door gasgestookte ovens. 'Je moet wel alles uit de kast halen om deze microturbine haalbaar te maken', is de ervaring van directeur Peter Verhoef. Zo zou er een absorptiekoelmachine geplaatst moeten worden die de opgewekte warmte gebruikt voor koeling, waardoor de vries- en koelset kleiner en dus energiezuiniger kan worden. De investering zou zich in

Aanbieders op de markt

Het aanbod van microturbines is vrij overzichtelijk. Het Amerikaanse Capstone gaat er prat op in de vorige eeuw als eerste een commerciële microturbine verscheept te hebben. Capstone levert turbines van 30 en 60 kW. Grote concurrenten zijn Elliot, Bowman en Turbec. Een vijfde partij, Honeywell, heeft zich vanwege teleurstellende ervaringen, inmiddels van deze markt teruggetrokken. Elliot en Bowman werken intensief samen: Elliot levert de motor van 80 kW, Bowman de electronica. Onder hun eigen naam brengen ze vervolgens nagenoeg hetzelfde product op de markt. Op stapel staan een microturbine van 100 kW en 60 kW. De afgelopen twee jaar heeft Elliot wereldwijd zo'n 15 microturbines geïnstalleerd, vooral voor warmtetoepassing. Bowman heeft dit jaar zo'n dertig microturbines verkocht en denkt komend jaar en het jaar daarop dit aantal telkens te kunnen verdubbelen. Voor Nederland is FT Turbomachinery de vertegenwoordiger van Bowman. Turbec tenslotte is een Scandinavische firma voor microturbines met een vermogen van 100 kW. Het grote verschil tussen Turbec en Bowman enerzijds en Capstone anderzijds is de smering van de lagers. Capstone heeft luchtlagering om elk risico van olie-lekkage te vermijden, Turbec en Elliott/Bowman houden vast aan oliege-smeerde lagers omdat dit een bewezen technologie is.

4,5 jaar terugverdienen. Dat lijkt te overzien, maar de betreffende supermarkt heeft toch gekozen voor een extra transformator. De onbekendheid met de techniek en het gebrek aan technisch deskundig onderhoudspersoneel gaven de doorslag. Volgens Maurits Waaijberg van Clyde hoeft dat geen reden te zijn. Zelf durft hij het aan om in zijn nette pak in een kwartier tijd het onderhoud aan de installatie te verrichten.

Glastuinbouw

E.ON Benelux heeft zich als energiebedrijf gemeld als voorvechter van microturbines. Waar andere energiebedrijven zich massaal terugtrekken uit kleinschalige warmtekrachtcentrales in de glastuinbouw vanwege de hoge gasprijzen, ziet E.ON de vrije markt juist als aanleiding om wel in deze techniek te investeren. Op dit moment voorziet het energiebedrijf via de RoCa3 warmtekrachtcentrale een groot glastuinbouwgebied, de zogeheten B-driekhoek, van warmte, elektriciteit en CO₂. 'Dat verloopt naar ieders tevredenheid', verzekert Klaas Ploeger van E.ON, 'het rendement is 90 procent; de centrale voorziet in 80 procent van de behoefte aan warmte en CO₂.' Vanwege de hoge kosten van een leidingenstelsel van 10 kilometer, de herstructurering

in de sector, de technologische voortuitgang en het milieu heeft E.ON echter een alternatief ontwikkeld om deze producten bij de tuinder zelf op te wekken. Sinds begin dit jaar heeft het energiebedrijf bij een tuinder een microturbine staan om warmte en elektriciteit op te wekken. De uitlaatgassen zijn zo zuiver dat de CO₂ zonder verdere reiniging als groeimiddel gebruikt kan worden. Probleem is echter dat de concentratie CO₂ van 2 procent te laag is om gedoseerd toe te dienen. Mede vanwege het veranderde verrekeningssysteem voor gas heeft de tuinder ervoor gekozen om zijn eigen ketel te blijven gebruiken. E.ON heeft zich echter niet van de wijs laten brengen. In het nieuwe concept 'E.ON EnergieTotaal' worden de rookgassen die uit de microturbine vrijkomen, naverbrand in een speciaal ontwikkelde brander. Nadat de hete en CO₂-verrijkte rookgassen (tot 11 procent CO₂) in een aparte afgassenketel via een warmtewisselaar hun warmte hebben afgegeven, vloeien ze af naar de kas voor CO₂-bemesting. Het energieconcern werkt hiertoe samen met ketelfabrikant Van Dijk Heating, gasbranderfabrikant Eclips en Cogen Projects. Deze combinatie zal in het komende half jaar bij een tuinder worden geïnstalleerd en getest.

Warmtewisselaar

Gasunie Research heeft evenmin stilgezeten. Naast het monitoren van de verschillende installaties die bijna twee jaar geleden her en der zijn opgesteld (zie *Energietechniek* 2000, nummer 3), hebben de onderzoekers aanpalende apparatuur ontwikkeld om het maximale voordeel uit microturbines te halen. Zo is een compacte, goedkope en robuuste warmtewisselaar ontwikkeld die de rookgassen afkoelt tot minder dan 5 graden boven de intrede-temperatuur van het CV-water. Deze warmtewisselaar met een vermogen van 120 kWth levert samen met een microturbine van 60 kW een rendement op van 84 procent, waar een conventionele HR-ketelinstallatie niet verder komt dan 67 procent. Deze combinatie verdient zich zonder subsidie in 4,2 jaar terug, de milieuvordelen nog niet eens meegerekend.

Daarnaast heeft Gasunie Research samen met de Zwitserse branderfabrikant en Geveke Motoren een schotelbrander ontwikkeld waarin, net zoals bij E.ON, de hete rookgassen van een microturbine worden gebruikt om bij te stoken. Deze BurnerGen-techniek levert nog een extra energiebesparing op en een 10 procent lagere NO_x-uitstoot.

Met de demonstraties bij een zwembad, steenfabriek en een bitumenfabriek die Gasunie samen met Nuon en Essent heeft uitgevoerd, hebben zich niettemin de nodige aanloopproblemen voorgedaan, telkens van verschillende aard. Bij het zwembad moest de kogelgelagerde compressor herhaaldelijk vervangen worden en was het rendement van de standaard warmtewisselaar te laag. Bij de steenfabriek gaf vooral de elektronica problemen door de hitte van de ovens en bij Esha gooiden de recuperator, de elektronica, de verbrandingskamer en de olieafscheider roet in het eten. Volgens Han Lemmens van Gasunie Research allemaal overkomelijke problemen.

Al met al is er nog geen sprake van een definitieve doorbraak, maar dat lijkt een kwestie van tijd. Of om te spreken met Hillman van Elliot: 'We zijn er nog niet maar we komen er wel'.