het tweemaandelijkse verenigingsblad van w.s.g. isaac newton

de Appel

Energie en principieel



Voor zonsopgang

Werk aan de weg naar Australie

Zoneiland | Boer zoekt energie | Watermaker

Jaargang 31 | Maart 2009

Universiteit Twente
de ondernemende universiteit

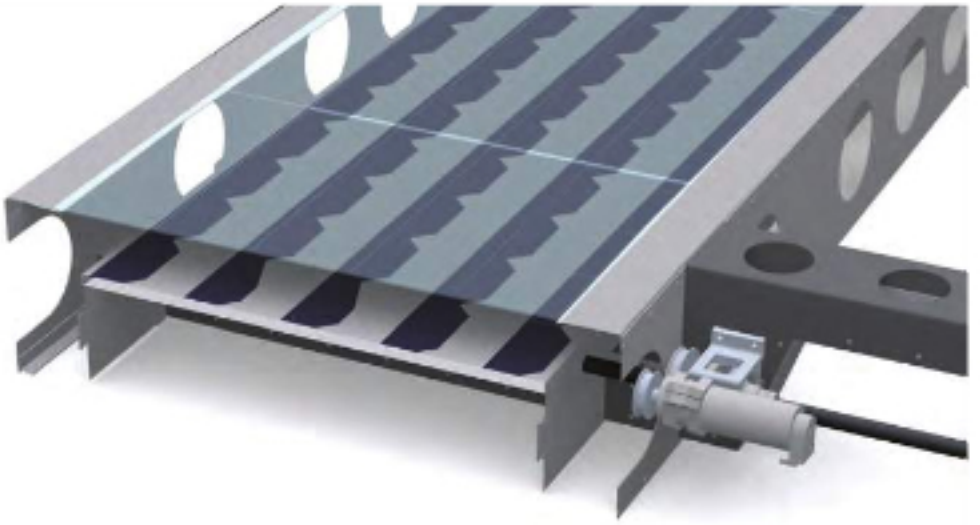
voor de ruimtevaart onacceptabel is, bijvoorbeeld een levensduur die in plaats 25 jaar op 20 wordt geschat, maakt voor het Solar Team niets uit.

LOBBY

Ook dichter bij huis is het spannend. Vanwege de kredietcrisis gooit het Solar Team hun sponsorbeleid over een andere boeg. Plattel: 'We proberen nu via hooggeplaatste personen mogelijke sponsoren aan te spreken. Dat werkt veel effectiever. Een presentatie houden voor het college van bestuur, dat is heel gaaf. En we zijn in de Tweede Kamer geweest voor een gesprek. Maar gemakkelijk is het lobbywerk niet. We hebben het grotendeels van het vorige team moeten leren.'

Het Solar Team Twente verschilt in een aantal opzichten behoorlijk van andere teams. Zo valt in een vergelijking met de gedoodverfde concurrent uit Delft op hoeveel werk hier door studenten zelf wordt verzet. Plattel: 'het team uit Delft wordt meer gestuurd door hun hoofdsponsor. Er is veel meer geld beschikbaar maar ze moeten winnen. Delft heeft nu zo vaak de titel behaald dat de druk hoog is. Daarom wordt er minder verantwoordelijkheid bij de studenten gelegd. Als er daar een grote som geld nodig is, doet Wubbo Ockels zijn mond open. Hier gaat Koen in gesprek met de hoge bazen.' Koen Geerlinks alias Wubbo knikt bevestigend vanachter zijn computer op het tegenoverliggende bureau.

Terwijl sponsoring in volle gang is zullen bij het ter perse gaan van deze Appel ook de eerste onderdelen reeds vervaardigd zijn. Het ontwerpen is daarmee niet geheel afgerond. Ook tijdens de productie wordt voor een optimaal resultaat de tekentafel af en toe weer gebruikt. Daarna echter komt de zon snel dichterbij. De eerste stralen tijdens de testfase en de volle lading bij aankomst in Australië. Op die route naar de zon staat ter hoogte van Langezijds voorlopig een groot bord: werk in uitvoering.



TECHNOLOGIE ALS MARKETINGINSTRUMENT

Kenmerkend voor het Solar Team Twente is innovatie. In de laatste editie wist het team dankzij een kantelbare vleugel en het gebruik van Fresnel lenzen de meeste zonne-energie binnen te halen. Het systeem met de Fresnel-lenzen is nu gepatenteerd. Belangrijke aspecten van het patent zijn het gebruik van cilindrische lenzen in combinatie met transleerbare cellen. Het patent geldt alleen voor toepassingen in een voertuig. Het voordeel van het patent zit in een onverwachte hoek. Koen Geerlinks, Financiën: 'We laten hiermee vooral zien dat we innovatief bezig zijn. Het is een marketing tool.'



SOLAR CHALLENGE

De volgende editie van de World Solar Challenge gaat in oktober dit jaar van start. De race vindt sinds 1987 plaats en werd opgericht door avonturier Hans Tholstrup. Vijf jaar voordat hij de race oprichtte doorkruiste de Zweed Australië met zijn zelfgebouwde zonneauto. De basisopdracht voor de race is makkelijker gezegd dan gedaan: leg 3010 kilometer af in een door zonne-energie gevoede auto. De regels voor het ontwerp en deelname zijn tegenwoordig zo strak dat een vergelijking met de Formule 1 niet onterecht is. Niet voor niets wordt de race vandaag de dag georganiseerd door South Australian Motor Sport Board.



Inderdaad, het zijn imposante systemen die Vanderlande Industries realiseert. Material handling systemen voor tal van nationale en internationale distributiecentra, luchthavens en sorteercentra. De ene keer betrekkelijk compact en overzichtelijk. De andere keer zeer uitgebreid, behorend tot 's werelds grootste installaties. Complex en opgebouwd uit de meest innovatieve en creatieve oplossingen op het gebied van elektronica, mechanica en besturingstechnologie.

Unieke systemen, die altijd weer anders zijn. Gerealiseerd door bijzondere mensen. Bas Bijkerk bijvoorbeeld. Een van onze collega's die niet uitgesproken raakt over de projecten waarbij hij van begin tot einde betrokken is.
Internationale miljoenenprojecten, waar hij in multidisciplinair teamverband aan werkt. En waar hij trots op is! Net als zijn 1 700 collega's op onze verschillende kantoren in de wereld.

De boeiendste technische en logistieke uitdagingen. Een creatieve omgeving met gedreven collega's die van aanpakken weten. De afwisseling van projectenwerk. Met internationale carrièremogelijkheden.

Unieke systemen. Bijzondere mensen. Je vindt het bij Vanderlande Industries. Kijk op www.vanderlande.com.

WWW.VANDERLANDE.COM

UNIEKE SYSTEMEN, BIJZONDERE MENSEN

VANDERLANDE® INDUSTRIES

Historisch Persoon

tekst Mark Voerman

Grote uitvindingen met levensveranderende gevolgen, toevallige ontdekkingen die het uiterlijk van de wereld voor altijd zullen bepalen. Allemaal hebben ze een ding gemeen: de mens. In de rubriek Historisch Persoon wordt iedere Appel iemand belicht die de geschiedenis ingrijpend heeft veranderd. Deze keer:

James Watt

SCHOOLTIJD

Op 19 januari 1736 wordt James Watt geboren in de Schotse plaats Greenock. Omdat zijn lichamelijke gezondheid het niet toelaat om net als zijn leeftijdsgenoten naar school te gaan, leert zijn vader, die timmerman is, hem het nodige. Rond zijn twaalfde levensjaar gaat James naar de middelbare school in Greenock, waar zijn ware talent boven komt drijven: wiskunde. Na de middelbare school verlaat Watt zijn geboorteplaats om te gaan studeren in Glasgow, maar daar wordt hem verteld dat iemand met zijn capaciteit beter op zijn plaats zou zijn op een Engelse universiteit. In 1756 neemt James op een universiteit in Londen zijn diploma in ontvangst.

EERSTE STOOMMACHINES

Voordat Watt geboren werd, in het jaar 1712, bouwt Thomas Newcomen de eerste stoommachine. Rond die tijd was dat er een grote vraag kwam naar vervanging van menselijke en dierlijke arbeid. Met name het werk in de kolenmijnen vergde de nodige lichamelijke inspanning en de levensverwachting van een mijnwerker in die tijd was dan ook niet erg hoog. Een van de processen waar-



bij de toepassing van de stoommachine voor het eerst zijn intrede deed, was het oppompen van water uit de mijnen. Dit was nodig om het delven mogelijk te maken. Een van de eerste machines van Newcomens hand had een rendement van minder dan 1 procent, wat het verrichten van arbeid met behulp van een dergelijke machine tot een energieverslindend proces maakte.

VERBETERINGEN

Zoals dat vaker het geval is, komt succes soms uit onverwachte hoek. Zo sleutelde James Watt tussen 1763 en 1764 aan enkele Newcomen-stoommachines, vele jaren nadat het eerste exemplaar was gebouwd. Al snel kwam hij tot de conclusie dat met enkele simpele aanpassingen de efficiëntie van de machine vele malen verbeterd zou kunnen worden. Een van de verbeteringen richtte zich op de koeling van de stoom. Door het combineren van de bestaande cilinder met een condensor slaagde hij er uiteindelijk in een rendement te behalen van maar liefst 19 procent! Daarnaast veranderde hij de translerende lineaire beweging van de stoommachines in een rotatiebeweging, waarmee fabrieksmachines aangedreven konden worden. Revolutionaire ontdekkingen die de weg vrijmaakten voor vele nieuwe toepassingen van de stoommachine.

TOEPASSINGEN

De verbeteringen die Watt aan het licht bracht, met name die van het veranderen van de lineaire beweging in een roterende, vonden al snel hun weg naar de praktijk. Het gevolg was dat fabrieken niet meer dicht bij een rivier hoefden te liggen om een waterrad aan te kunnen drijven. De fabrieken vestigden zich ver-

spreid over het land, waarmee de industriële revolutie werd ingeluid.

De komst van de stoommachine zorgde er overigens niet alleen voor dat fabrieksprocessen konden plaatsvinden zonder tussenkomst van menselijke arbeid. Ook werd het mogelijk dat men zich motorisch kon verplaatsen. Het eerste motorische vervoersmiddel dat gemeentegoed werd, was de stoomtrein. Dit had tot gevolg dat mensen grote afstanden in korte tijd konden afleggen, waardoor er meer werd gereisd. Mensen kregen de gelegenheid hun familie vaker op te zoeken of naar de stad te trekken om werk te zoeken. In het algemeen kan worden gesteld dat dankzij de uitvinding van de stoommachine de mobiliteit toenam.

Dichter bij huis is het Cruquius gemaal een mooie toepassing van de 19e eeuwse stoomtechniek. In 1849 gebouwd, is dit gemaal een van de drie gemalen waarmee destijds de Haarlemmermeer tussen 1849 en 1852 is drooggelegd (de andere twee gemalen heetten De Leeghwater en De Lijnden). De zuigers van deze motor hadden een diameter van maar liefst 3,66 meter.

NIET VERGETEN

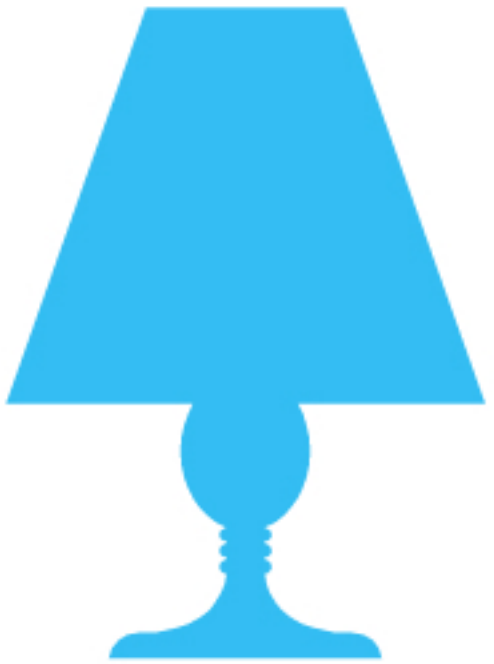
In opdracht van een eigenaar van een grote nijverheidsfabriek bouwt James voor het eerst een stoommachine naar eigen inzicht. Nu de kennis van Watt en het kapitaal van de fabriekseigenaar waren samengekomen ontstond een succesvolle onderneming die zich bezighield met de productie van stoommachines. Dit was in het jaar 1774. In 1800, 26 jaar later, houdt James Watt het voor gezien en stopt hij met het bouwen van stoommachines. In tegenstelling tot veel onfortuinlijke wetenschappers, die het grote geld dat hun uitvinding met zich meebracht weg zagen vloeien naar slimme zakenlui, wist Watt in 1769 patent aan te vragen op zijn verbeteringen en er munt uit te slaan. Dat maakte dat James Watt op 19 augustus 1819 als rijk man zijn graf inging. Watt is dan 83 jaar.

Vandaag de dag is de invloed die Watt heeft gehad op de natuurkunde nog steeds merkbaar. Het is niet zo dat we nu nog steeds rondrijden in met stoom aangedreven voertuigen, maar de manier waarop wij het vermogen van een auto uitdrukken hebben we nog steeds aan hem te danken. De paardenkracht was de eenheid waarmee Watt zijn stoommachines classificeerde. Tegenwoordig hebben we het in het S.I. eenhedenstelsel over Watts. Daarbij is 1 pk overeenkomend met 735 Watt.





Eén van de zuigers (onder) van het Cruquius gemaal (boven)



zuiniger

TNO.NL

TNO werkt aan een betere toekomst.
Ook als het gaat om onze energievoorraad.



Ik ben kapot, afgepeigerd, ik kan niet meer. Als een roze konijntje met een of ander b-merk batterij op mijn rug ben ik aan het eind van mijn Latijn. Maar dit is gek. Een boterham met kaas per Amsterdammer, een snelle rekensom met calorieën leert dat ik energie voor tien zou moeten hebben. Maar dan, uitgaan tot diep in de nacht en proberen het eerste, dan in ieder geval het tweede college van de dag te halen, een tweede rekensom leert dat er zo weinig tijd overblijft voor slaap. Ik weet niet hoeveel boterhammen met kaas dat zijn.

Op het goede spoor

Het is 2006, november, december, mijn eerste jaar als student. Het werk stapelt zich op en de overtuiging dat alles te halen is zonder er, in overeenkomst met de gouden jaren van het vwo, al te veel voor te doen, is al omgeslagen in hoop, om binnenkort volledig te water gelaten te worden. Ik zit in de trein, calculusboek 5de editie op mijn schoot en nog wat ander studiemateriaal in mijn tas boven mijn hoofd, voor in het weekend. Ik moet nog zoveel leren, dat dacht ik toen en dat weet ik nu. En de trein raast voort en de trillingen van de stalen wielen op de rails dringen via mijn voeten mijn lichaam binnen tot ze uiteindelijk mijn gedachten zachtjes heen en weer schudden. De laatst gelezen zin danst betekenisloos voor mijn ogen.

Ik kijk door het raam en zie hoe de trein het Nederlandse landschap doorbladert als een boek. Maar dan, niet als een boek, het landschap is een boek. Het landschap is een calculusboek, 5de editie, en met elke bladzijde die wordt omgeslagen klinkt een donderslag aan de hemel. En de donderslag is geen donderslag, maar het geluid neerkomend staal op staal; het geluid van een bottlecrusher, vergeef me! Maar hij werkt, hij werkt! Scherven van flessen, stinkend naar drank, rinkelen uit het apparaat de glasbak in. Of wacht, nee, geen flessen; scherven van tijd! Het is de tijd die met elke dreun platter geslagen wordt en stinkt naar drank. En het rinkelen van de scherven is het rinkelen van geld en de glasbak is geen glasbak maar een bodemloze put van vijf, zes, zeven jaar, als ik geluk heb. En ik ren ervan weg maar hoe harder ik ren, hoe langzamer ik lijk te gaan, steeds langzamer en langzamer, totdat…

Ik schrik wakker, de trein is gestopt. Verdwaasd kijk ik om me heen, naar buiten. Eén: waar ga ik naartoe? Naar huis. Twee: wat is het eindpunt van deze trein? Geen idee, dat zegt genoeg. Drie: Waar zijn we? En even schrik ik van het feit dat deze laatste vraag hardop is.

-"Deventer." Opluchting. Ik kijk tegenover me waar de stem vandaan komt.

-"Waar moet je heen?"

Daar zit ze, tegenover mij. Haar ogen weerspiegelen rust en haar lach vertegenwoordigt vrede. Ik ben er nog niet zeker van: slaap ik nog?

-"Amersfoort," antwoord ik. En wat is ze mooi.

-"Ga maar weer slapen, ik maak je wel wakker als we er zijn."

De trein begint weer te rijden, tellen later schiet het landschap weer voorbij. En langzaam stijg ik weer op, los van de aarde, slechts nog onderdeel ervan via de trillingen van de stalen wielen op de rails die via mijn voeten mijn lichaam binnendringen en mijn gedachten zachtjes heen en weer schudden. Maar daarbuiten geen integraaltekens dit keer, geen l'Hospital, geen insluitstelling. Slechts lege, witte bladzijden, bladzijden met mogelijkheden. Want tegenover mij waakt zij, met vleugels op haar rug.

JOOST MAAS

Watermaker

tekst Anne de Jong

Over twintig jaar zou het zo ver moeten zijn, Nederland heeft dan een zogenaamde waterstofeconomie. Dit betekent dat in het samenspel van energieopwekking, -transport en -gebruik waterstof de belangrijkste deelnemer moet gaan worden. Alle wegtransport moet waterstof als brandstof gaan gebruiken. In dit artikel wordt een uitzetting gegeven van de weg die wij nog te gaan hebben, willen we een waterstofeconomie beginnen. En anders dan de meeste mensen denken, zitten de grootste problemen niet in het 'gebruik', maar veel meer in de opslag. Wat als waterstof nu eens de bom onder onze samenleving wordt?

Sinds geruime tijd na ons eerste proefje met 'knalgas' zijn we er al bekend mee. Het element 'H', dat ongeradicaliseerd voorkomt als waterstof. Waterstof heet in het latijn Hydrogenium, wat best vertaald kan worden als 'watermaker'. Het is in de juiste combinatie met zuurstof een zeer explosieve stof, die met zorg van het eerdergenoemde zuurstof gescheiden opgeslagen moet worden. Het grote voordeel van waterstof is dat bij oxidatie slechts water, of waterdamp als afvalstof vrijkomt. Wanneer waterstof dus als energiedrager gebruikt wordt is de locale veroorzaakte impact op het milieu minimaal.

ENERGIEDRAGER

Waterstof komt bijna niet als pure stof in de natuur voor, maar moet gemaakt worden. Dit kan door water te elektrolyseren, of via biologische/chemische productie. Per massa-eenheid uitgedrukt is waterstof een erg goede energiedrager. Een kilogram waterstof bevat ongeveer 120 MJ aan chemische energie (LHV), en dit is weer ongeveer drie keer zo veel als benzine. Wanneer waterstof ook nog als brandstof voor een brandstofcel dient – met een typisch rendement van 70 tot 95% - zijn de benodigde kilogrammen aan brandstof de reduceren tot 30% van die van een plofmotor. (Uitgaande van een gemiddeld rendement van een verbrandingsmotor van 20%). Er is echter één probleem. Waterstof is de lichtste stof die er is, en is op kamertemperatuur bij 1 atmosfeer gasvormig. De energiedichtheid per volume-eenheid bedraagt dan 10.7 kJ/L. Vergeleken met benzine en diesel, die in de orde zitten van 30 MJ/L, is dit weer ontzettend weinig. Waterstof kan in een hogere volumetrische energiedichtheid gezet worden door het af te koelen, te comprimeren, of chemisch te binden. Met deze drie methoden wordt gespeeld om waterstof beter hanteerbaar te maken.

Wanneer waterstof in de ons voor ogen zijnde waterstofeconomie gebruikt gaat worden, moet het opgeslagen kunnen worden in een mobiel opslagsysteem. Hierbij is van belang dat het opslagrendement zo hoog mogelijk is. Met dit opslagrendement worden twee dingen bedoeld: Ten eerste moet er bij de opslag zo min mogelijk overbodige massa betrokken zijn. Een goede indicatie hiervoor is de gewichtsfactor, gedefinieerd als het gewicht van het waterstof dat opgeslagen wordt gedeeld door het totale gewicht van zowel het opslagmedium als het waterstof zelf. Het gewicht van het opslagmedium moet natuurlijk zo klein mogelijk zijn, omdat elke kilo aan opslagmedium ook versleept moet worden en dat kost energie. Natuurlijk is het wel zo dat in de toekomst auto's efficiënter omgaan met bewegingsenergie en er geprobeerd wordt om hier zo veel mogelijk van terug te winnen. Echter, meer massa betekent ook een hogere rolweerstand en het rendement waarmee bewegingsenergie teruggewonnen kan worden is ook beperkt. In de autowereld wordt als vuistregel aangenomen dat de brandstofefficiëntie omgekeerd evenredig is met de massa van de auto. Het is dus alleen de evenredigheidsconstante waar nog mee gespeeld kan worden. Een tweede punt waar naar gekeken moet worden is hoeveel energie er verloren gaat bij het opslaan. Wanneer er meer energie verloren gaat aan het gebruiksproces dan er aan verbrandings-

energie in het waterstof zit, is het gebruik van waterstof niet rendabel meer.

Zoals eerder vermeld is waterstof is met behulp van verschillende technologieën op te slaan. De stand van zaken rond deze technologieën is verschillend, en zo ook de theoretisch maximale opslagrendementen. De volgende manieren van opslaan wordt hard onderzoek naar gedaan:

- Compressie en/of cryogene tanken
- Metaalhydriden
- Chemische opslag
- Koolstof nanobuisjes

TANK

De werktuigbouwkundige oplossing van opslag is comprimeren. Waterstof wordt al meer dan 100 jaar opgeslagen en vervoerd gecomprimeerd in een tank. Dit gebeurt gewoonlijk onder een hoge druk van 200 tot 700 bar in cilinders die worden vervaardigd uit staal, aluminium of composieten. Voor deze opslagmethode is dus ook een zware tank benodigd. Veel hogere drukken zijn niet veilig toe te passen in voertuigen en alleen toe te passen als de gewichtsfractie waterstof t.o.v. het totale gewicht verder toeneemt. Door het gebruik van composieten kan het opslagmedium een stuk lichter worden. Een probleem met composieten is dat het erg gevoelig is voor scheuren. Dit is een probleem waar men in de vliegtuigindustrie ook zorgen over heeft. Wanneer het composiet een scheur oploopt gaat de totale sterkte dusdanig achteruit dat de tank geheel lek kan raken, met alle gevolgen van dien. De volumetrische energiedichtheid die met deze techniek te behalen valt is ongeveer 2 MJ/L bij 250 bar en 2,75 MJ/L bij 340 bar.

CRYOGEEN

Wanneer de tank ook gekoeld wordt lopen deze dichtheden flink op. Door waterstof af te koelen tot onder 20 Kelvin (-252.7 °C) bij 1 atmosfeer kan het als een cryogene vloeistof worden opgeslagen. De volumetrische energiedichtheid is dan bijna maximaal en bedraagt 8,4 MJ/L. Dit is ongeveer een derde van de dichtheid van benzine.

Het grote nadeel van deze technieken is dat het een boel energie kost om waterstof te comprimeren en/of te koelen. De zogenaamde energie-penalty die daarover betaalt wordt is op dit moment ongeveer 30% van de verbrandingswarmte. Er moet dus hard gezocht worden naar manieren om deze energie terug te winnen, of het koel/comprimeerproces rendabeler te maken. Een ander groot nadeel aan vooral de cryogene technieken is dat er in een voertuig geen ruimte is voor koeling van de tank. Het warmtetransport zorgt daarom voor een zogenaamde 'boil-off' van waterstof. Hierdoor gaat een deel van het waterstof gewoon verloren. En wanneer het voertuig twee weken niet gebruikt wordt is de tank leeg. Naast dat is erg goed ventileren ook belangrijk bij dit type tanken.



De Mercedes Benz Citaro op waterstof. Op het dak 9 tanken (totale capaciteit: 1845 L) waterstof op 350 bar. Genoeg voor een dag van 200 km rijden.

INTERSTITIONEEL

In metaalhydridesystemen wordt waterstof 'interstitioneel' opgeslagen tussen de atomen van een metaal. Het waterstof wordt dus niet echt chemisch gebonden aan het opslagmedium, maar het medium heeft een chemische evenwichtsconcentratie aan waterstof opgesloten, die afhankelijk is van de temperatuur. Verschillende metalen kunnen hiervoor worden gebruikt. Een voorbeeld is alanaat (AlH_4). Waterstof komt uit het metaalhydride vrij door het metaal te verwarmen. Het gewichtspercentage waterstof wat een dergelijk systeem kan behalen is nog niet boven de 9% uit gekomen. De warmte die benodigd is om het waterstof vrij te maken kan rechtstreeks onttrokken worden van de restwarmte van de brandstofcel. Hier



De Beierse autobouwers verbranden waterstof gewoon in een V12. Om dit mogelijk te maken moest het vermogen van 400 pk teruggeknepen worden naar 260 pk. Een groot offer voor weinig 'milieuvriendelijkheid'.

is wel weer een goed thermisch systeem voor benodigd.

CHEMISCHE OPSLAG

Met chemische opslag wordt bedoeld dat het waterstof gewonnen wordt door een chemische reactie in het opslagmedium. Het is dus eigenlijk een soort 'waterstof-accu'. Typisch voor deze opslagmethode is dat de reactie vaak niet of slecht reversibel is. De 'accu' kan niet meer opgeladen worden, waardoor het meer een soort wegwerpbatterij wordt. Het nut van deze technologie verdwijnt wanneer elektriciteit met een hoger opslagrendement in dezelfde massa gestopt kan worden.

NANOBUISJES

Met behulp van kleine koolstofbuisjes, gemaakt met nanotechnologie kunnen waterstofmoleculen per stuk opgeslagen worden. Hier is wel een relatief hoge temperatuur en lage druk voor nodig. Deze techniek staat nog helemaal in de kinderschoenen, maar is met een geschat maximaal te behalen gewichtspercentage van 10% 'veelbelovend'. De resultaten die er mee behaald zijn, zijn nog niet altijd reproduceerbaar, maar dat moet de pret niet drukken.

WAT NOG MEER?

Naast de hiervoor gedefinieerde problemen met het gewicht en volume van elke opslagmethode, zijn er natuurlijk nog veel algemenere eisen die nog lang niet gehaald worden met het gebruik van waterstof. Zo moet er voor elke opslagmethode nog standaarden vastgelegd worden voor veiligheidseisen en kunnen deze eisen niet in elk geval gehaald worden. Wat gebeurt er bijvoorbeeld wanneer twee waterstofauto's een frontale botsing krijgen? Alle faalmechanismen zijn nog niet bekend, maar de gevolgen van het falen kunnen desastreus zijn.

Ook de levensduur is nog niet hoog genoeg. De meeste opslagsystemen kunnen nog niet een hoger aantal keer 'herladen' dan zo'n 1500 keer. Met de brandstofcel is dit probleem nog veel groter. Een huidige generatie brandstofcel is versleten voordat hij 1000 uur functioneert. Dit betekent dat wanneer alle 700 miljoen auto's die nu rijden zouden overstappen op een brandstofcel, we elk jaar ongeveer de gehele wereldvoorraad aan platina zouden opeisen. Daarnaast ligt de kostprijs van een waterstofauto op dit moment ongeveer een factor 50 hoger dan een equivalente benzine- of dieselauto en presteert daarbij veel slechter. Wie wil zo'n ding dan hebben?

CONCLUSIE

Al met al lijkt het alsof onze waterstofeconomie nog een heel eind van ons af ligt. En dan zijn alleen nog maar de opslagproblemen bekeken. Er zijn door bedrijven en overheden miljoenen euro's in onderzoek gestopt naar waterstof als energiedrager. Uit de resultaten is alleen nog maar gekomen dat we er nog lang niet zijn en dat er nieuw onderzoek benodigd is. Dit maakt de vraag, of de waterstofeconomie er ooit gaat komen alleen maar groter. Misschien is de kans op de komst van een technologie ook wel omgekeerd evenredig met het mondiale researchbudget. Een alternatief als de 'accu-economie' - met elektrische voertuigen - is dan veel plausibeler.

BRONNEN:
www.eere.energy.gov/hydrogen andfuelcells/pdfs/ storage .pdf
http://www.tudelft.nl/live/pagina.jsp?id=ac438c59-8ec6-45fb-8c44-19-d666054f59&lang=nl
http://www.watertof.nl
http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/storage/
http://www.hydrogen-motors.com/mercedes-benz-citaro-fuel-cell.html
http://www.kennislink.nl/web/show?id=193033



Are you ready for Heerema Marine Contractors?

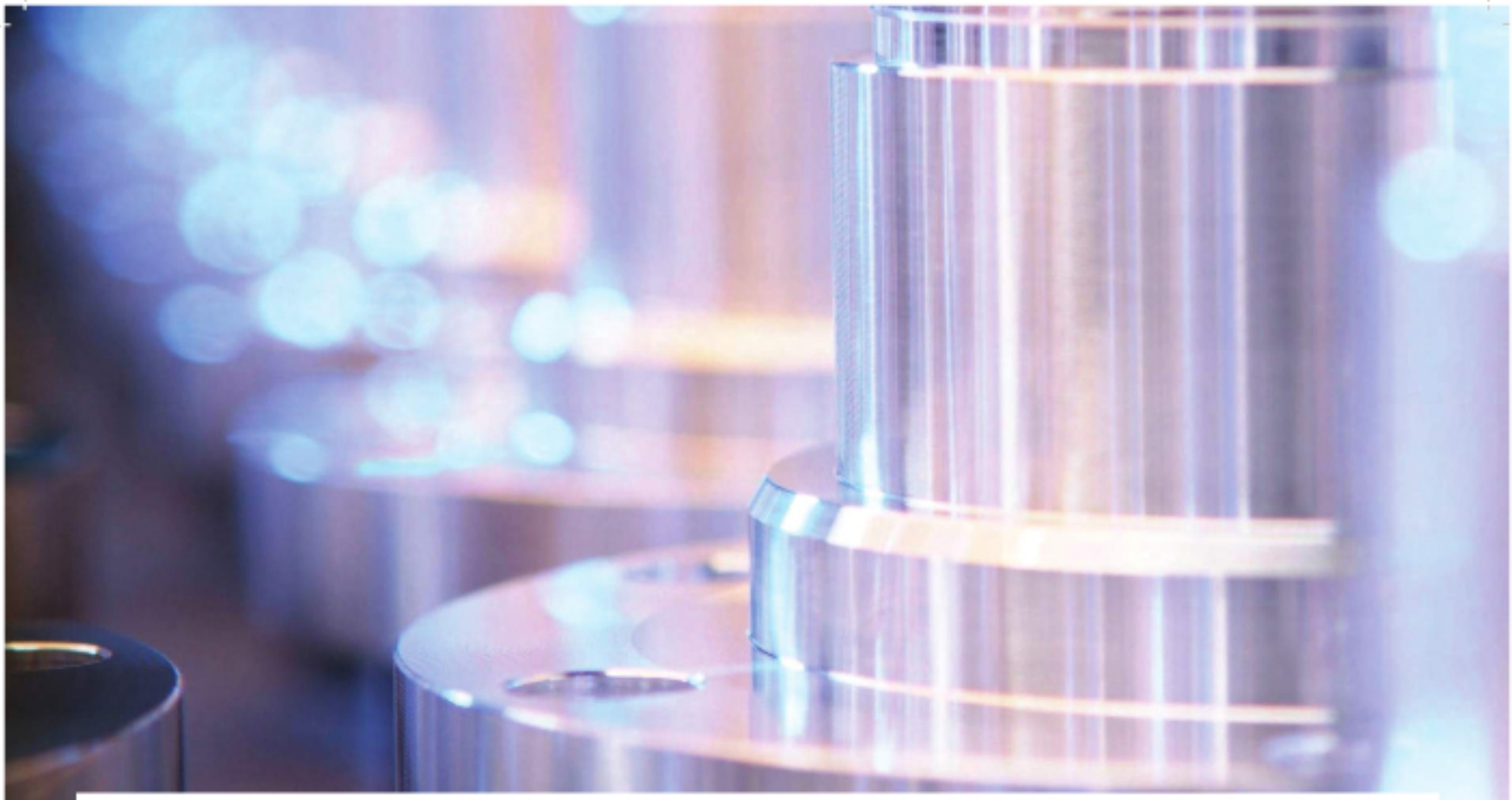
You have just graduated or are about to do so. Or you have outgrown your current job and are in need of a new challenge. Whatever stage of your career you are in, Heerema Marine Contractors may be able to offer you just the right opportunity.

We could brag about our record-breaking projects, our entrepreneurial culture, or the talented people you could be working with. Or we could tell you about onshore and offshore opportunities we offer in various locations around the world.

But why not experience the opportunities with one of the best offshore construction contractors for yourself? Perhaps one day you will join 1100 colleagues for an exciting, new phase of your career. Just imagine what Heerema Marine Contractors could mean for you!

For more information visit our website: www.heerema.com.

A HEEREMA GROUP COMPANY



Op zoek naar een uitdagende carrière bij een ambitieus, groeiend en internationaal high-tech bedrijf?

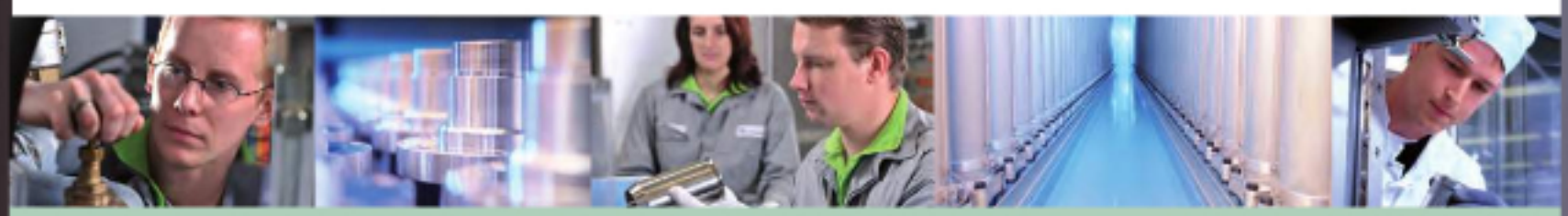
Ontdek dan Enrichment Technology

Enrichment Technology in Almelo is een hightech bedrijf dat zich bezighoudt met de ontwikkeling, productie en montage van gascentrifuges. Dit zijn complexe machines waar mee door onze klanten uranium zo kan worden verrijkt dat het geschikt is voor de opwekking van duurzame energie in kerncentrales. Daarnaast ontwerpen wij verrijkingsfabrieken die gebruik maken van onze gascentrifugetechnologie en verzorgen wij het gehele project-management voor de bouw van deze fabrieken. We opereren vanuit vier vestigingen in Europa en één in de Verenigde Staten. Ons machinepark is geavanceerd, wij werken met hoogwaardige materialen en de kwaliteitseisen liggen zeer hoog.

In verband met een toenemende vraag naar nieuwe verrijkings-capaciteit op de wereldmarkt, maken we een sterke groei door. We zijn dan ook voortdurend op zoek naar nieuwe collega's die een positieve, flexibele en daadkrachtige instelling hebben en die een bijdrage willen leveren aan onze ambities.

We bieden interessante ontwikkelings- en loopbaanmogelijkheden zowel in productie, engineering als op stafafdelingen. We werken in een hightech en kennis-georiënteerde omgeving met een open en professionele cultuur.

Voor meer informatie over Enrichment Technology en carrièremogelijkheden, neem contact op met de afdeling Recruitment via werving@nl.enritec.com en kijk op onze site: www.enritec.nl.



enrichment technology
a joint venture between Urenco and Areva

www.enritec.nl

Boer zoekt Energie

tekst Teus Baars

Grote staande cilindervormige tanks, containers met regelapparatuur, op de achtergrond het geluid van draaiende cilindermachines en koelinstallaties. Een geheel dat je eerder verwacht aan te treffen op een groot industrieterrein, dan op een boerenerf ergens in het land. Het zijn installaties die ter plekke energie generen uit mest en plantaardige reststromen. Men noemt dit proces mestvergisting naar het meest prominente onderdeel van de installatie.

Vergisting is het proces waar we onder andere brood en bier aan te danken hebben. Micro-organismen zetten daarbij in een zuurstofloze omgeving koolhydraten om in gassen zoals koolstofdioxide en methaan. Dit werkt het beste bij natte producten, want op drogere stoffen zoals hout bijten de bacterien zich letterlijk stuk. Daarom is een verbrandingsproces geschikter om energie uit hout te halen.
Bij Co-vergisting is er sprake het samenvoegen van twee van deze soorten 'natte biomassa' in een vergister, in dit geval mest en landbouwproducten. Daarbij onstaat een grote hoeveelheid methaangas, waar een warmtekrachtinstallatie (WKK-installatie) warmte en elektrischiteit uit produceert. In dit artikel een blik op voeding, werkwijze en bedrijfssituatie.

VOEDING

Mest is de basistof, het bevat goede methaanvormende bacterien. Daarnaast maakt mest het mengsel in de vergister vloeibaar. Koeienmest bevat maar zo'n zes tot acht procent droge stof. De substantie bevat zelf onvoldoende voeding voor de bacterien, vandaar de toevoeging van bijproducten. Uit een ton mest komt zo'n 25 kubieke meter gas vrij.

Het eerste bijproduct in de voeding is ingekuild gras. Kuilgras is droger dan normaal gras en daarnaast het hele jaar door beschikbaar. Bij het kuil komt -ter plaatste- verbouwde mais . Deze combinatie samen functioneert als buffer en zorgt zo voor een een stabiele en rustige situatie in de vergister. Uit kuilgras met mais maken de bacterien ongeveer 200 kuub gas per ton.

Het mengsel wordt vaak verder aangevuld met voornamelijk reststoffen uit de voedingsmiddelenindustrie. Bijvoorbeeld met het residu wat overblijft na het persen van olie uit zonnebloempitten. In dit product zit veel zetmeel en de organismes generen er een 400 kubieke meter gas per ton uit. Een ander voedingsrijk voorbeeld zijn de restanten van aardappelverwerkende bedrijven, kortom afgekeurde patat(-ten). Dit product bevat veel vet en zetmeel en zo een overdaad aan voeding wat resulteert in een gasopbrengst van 550 kuub gas/ton. Net als bij mensen kan de vergister niet op patat en vet alleen leven, juist een goed gedoseerd mengsel van al de soorten voeding zorgt voor een hoge gasproductie door de bacterien.



WERKING

Het proces begint met het invoeren van de grondstoffen uit de voorraadbunkers via een invoerbunker in de vergistersilo met behulp van een weegcomputer. Het menu moet daarbij niet al te veel afwijken van dat van de vorige dag, de organismen zijn nogal gebaat bij een soepel verloop van de voeding. De mest en dus de organismen worden apart met pompen aangevoerd. In de vergister wordt het mengsel een derde van de tijd intensief geroerd en verwarmd tot 41° Celsius de ideale temperatuur voor de nuttige bacterien. Dit verwarmen gebeurd met warmte uit de WKK.

Het gasmengsel wat onstaat, bestaat uit 60% methaangas en voor de rest uit stoffen zoals koolstofdioxides, waterdamp en zwavelgassen. Dat laatste is nogal schadelijk voor de motoren, daarom wordt het gas ontzwaveld door middel van een houten dak en een klein beetje zuurstof. Bovenop de silo zit een tweede opbollend rubberen dak, dat dienst doet als gasbuffer. Uit de buffer stroomt het gas naar de motoren. Meegevoerd vocht wordt daarbij weggecondenseerd door het gas onderweg 11° in temperatuur te laten dalen in een schuin oplopende buis. Het gas stroomt daarbij omhoog terwijl het gecondenseerde water terugloopt naar een opvangpunt.

Nu het gas daarvoor geschikt is kan het verbrand worden in special daarvoor aangepaste gasmotoren. Het biogas bevat nu zo'n 52 tot 63 procent methaan tegenover de 75 procent methaan die in aardgas zit. De rest van de gassen die door de motoren gaan, verbranden gewoon mee en vervliegen vervolgens in de atmosfeer. Daar hoeft verder geen nabewerking op plaatst te vinden.

De motoren wekken met het gas het hoofdproduct, elektriciteit, op. De onstane warmte wordt zoals gezegd deels gebruikt voor het proces zelf. De rest wordt weggekoeld zover het niet naar andere afnemers kan, zoals warmwatervoorzieningen van de boerderij.

De vloeibare restoffen uit de vergister noemt men ook wel digistaat. Dit spul leent zich heel mooi voor bemesting omdat de mest is omgezet tot beter opneembare stoffen door de plant. Daarnaast is het ook deels gewoon compost. Dit digistaat wordt gescheiden in een dikke en een dunne fractie. Het dikke deel bevat veel fosfaten en wordt ingezet als mestof in de akkerbouw. De dunne mest bevat veel meer stikstof en gaat het grasland op, net zoals dat nu al direct gebeurd met mest. Een ander voordeel van het digistaat blijkt het feit dat zowel bacterien als (zaaistoffen van) onkruid het loodje leggen in de vergister, wat weer resulteerd in een gezonder boerenbedrijf.

PRAKTIJK

De boer in Friesland, waar de Appelredacteur is langsgeweest, is in 2005 naast het veebedrijf met een kleine instalatie waaronder een 800 kuub silo een 190 kW gasmotor begonnen. Daar kwam in het vroege voorjaar van 2007 een grotere motor bij, gevolgd door een complete tweede vergistingsinstallatie van 2000 kuub in de zomer van dat jaar. In totaal zijn er nu drie motoren bijgekomen van 344 kW wat nog precies genoeg is voor de hele installatie, die nu zo'n 600 kuub gas per uur produceert.

In theorie zouden de motoren veel meer vermogen aankunnen maar dan zouden ze het snel begeven door het continubedrijf en het bedrijf met biogas. Het uitlaatgas heeft bijvoorbeeld een temperatuur van wel 700° en de uitstraalwarmte van zo'n motor is dan ook intens. De motoren zijn speciale M.A.N 12-cilinder motoren met turbo die zijn aangepast voor dit werk. Dit betekent onder andere een aangepaste cilinder kop, maar twee kleppen en speciale koeling van de cilinders.

Met een overschot aan mest en de groeiende vraag naar duurzame techniek is mestvergisting een zeer aantrekkelijke nieuwe tak geworden voor het boerenbedrijf. Op dit boerenbedrijf was het vergisterpark zelfs zo rendabel dat de boer er voor kon kiezen om op te houden met de melkveehouderij. Zo is uit deze agrarier een nieuwe energieboer geboren. Inmiddels bestaat het plan om twee van de 344kW motoren te verplaatsen naar een wijk van de nabij gelegen hoofdstad Leeuwarden om daar een stadsverwarmingsinstallatie te vervangen. Het biogas wordt daar dan heengebracht met een 12km lange pijpleiding, een extra uitdaging vanwege het waterdamp in het gas. Zo kan de geproduceerde warmte veel nuttiger worden ingezet.

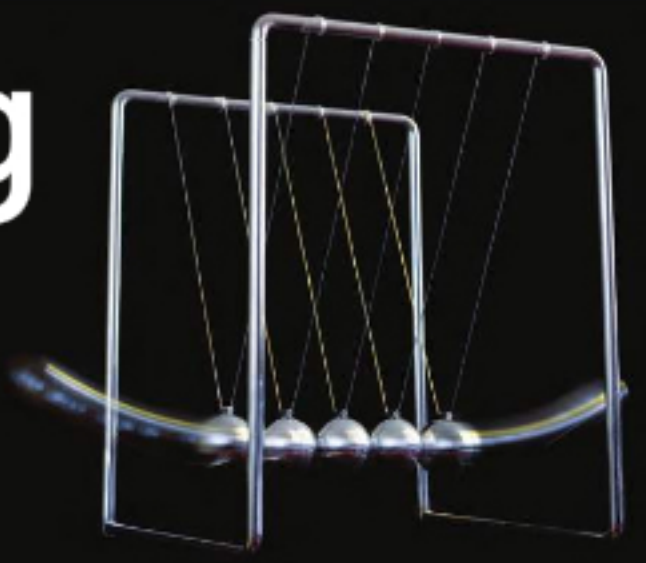
TOT SLOT.

Vergisting wordt ook wel toegepast in zogenaamde stortgasinstallaties waarin reststoffen van een grote rioolwater-zuiverings-installatie in wordt verwerkt. In Sneek heeft men dat nu op veel kleiner schaal in een kleine wijk toegepast op het rioolwater vermengd met GFT-afval. Een kleine installatie ter grootte van een garagebox zuivert het water nog schoner en schuiniger dan een RWZI en wekt daarbij ook nog voldoende energie op voor het buurtje. Co-vergisting van mest is dus een van de beloftevolle technieken voor meer locale en mileuvriendelijke vormen van energieopwekking.

MET DANK AAN:

Djurre Postma

Het Gevolg



tekst Daan Wirtz

De vallende appel van Isaac Newton had grote gevolgen voor de werktuigbouwkunde, en daarmee voor de wereld. In de rubriek 'Het Gevolg' iedere editie het verhaal achter een grootse uitvinding of ontdekking die, net als Newton's appel, het wereldbeeld voorgoed veranderde. Deze keer:

De Batterij

Tegenwoordig werkt bijna alles op batterijen. Afstandsbedieningen, i-pods, horloges, broodmessen en waxinelichtjes. Zeker met het thema energie, een mooie gelegenheid om deze kleine stroomgenerator onder de loep te nemen. Almaar kleiner, sterker en duurzamer worden ze en zorgen nog steeds voor grote inkomsten wereldwijd: jaarlijks 48 miljard dollar met 6% groei! De eerste batterijen zijn echter al zo oud als de weg naar Rome... Iets jonger moet ik erbij zeggen, maar de eerste herkenbare batterij dateert uit de eerste eeuwen na Christus. De zogeheette "Baghdad Battery", welke in 1936 bij Baghdad werd gevonden. De samenstelling en de functie van de batterij zijn tot op heden niet bekend, maar de aardewerken pot met electroden en een electrolyt-oplossing werkte weldegelijk als een batterij zoals wij hem tegenwoordig nog steeds kennen.

THE VOLTAIC PILE

De naam batterij (of battery) werd voor het eerst gebruikt door Benjamin Franklin in 1748. Hij duidde daarmee op een stapel electrisch geladen glasplaten welke een electrische klap gaf als deze aangeraakt werd. De naam "battery" is dan ook een letterlijke benaming voor de klappen. De eerste echte moderne



ontwikkeling van de batterij startte met de "Zuil van Volta" door de de Italiaan Alessandro Volta. In 1800 maakte hij zijn uitvinding bekend met de benaming "de batterij". Deze zuil bestond uit vele cellen die Volta ontworpen had aan de hand van eerdere bevindingen uit 1791 van Luigi Galvani. Een 32-cellige zuil kon een voltage van 50 Volt genereren. Volta kon de werking van de cel echter niet begrijpen en dacht dat chemische verschijnselen als corrosie op de elektroden eerder een nare bijkomstigheid was dan een onvermijdelijk proces. Later, in 1834, toonde Michael Faraday aan dat de corrosie een consequentie was van het werken van de batterij.

EN TOEN...

Al waren deze uitvindingen en experimenten uit het verleden erg waardevol voor verdere ontwikkelingen, de voltages van deze cellen fluctueerden te veel en waren niet hoog genoeg voor praktisch gebruik. In 1836 volgde de "Daniell Cell" die het allerdaags praktisch gebruik van batterijen aanzienlijk dichterbij bracht. Deze batterijen maakten gebruik van vloeibare electrolyten en werden opgeborgen in glazen potjes. De batterijen waren daarom erg kwetsbaar, lekkagegevoelig en dus niet erg geschikt voor mobiel gebruik. Tegen het einde van de 19e eeuw kwam de eerste batterij "op de markt" met een electolyt-pasta en maakte de eerste draagbare electrische apparaten praktisch mogelijk. In de decennia daarna is de batterij zoals gezegd op vele vlakken verbeterd en geoptimaliseerd, maar de werking blijft vooralsnog hetzelfde. Met de hedendaagse lithium-ion batterij en de veelvuldig gebruikte AA-tjes, is de batterij klaarblijkelijk nog lang niet aan het eind van zijn Latijn.

En …"What is the biggest battery you have?"… De grootste batterij ter wereld staat in Alaska en is bedoeld om 7 minuten lang 12.000 mensen van stroom te voorzien tijdens een "black-out" van het normale electriciteitsnetwerk. Deze enorme Nikkel-Cadmium batterij bestaat uit 13.760 cellen, beslaat een oppervlak van 2000 m2, weegt 1300 ton en levert een vermogen van 40 megawatt.

PRAKTISCHE WEETJES:

Oplaadbare batterijen ontladen sneller dan wegwerp batterijen. Dit komt doordat de nikkel-batterijen (bv. Normale AA-batterijen) in de eerste 24 uur, 10% van hun lading verliezen. Daarna ontladen ze zichzelf met 10% per maand. Wat het opladen betreft is het verstandig goed op te letten hoe lang de batterijen in de oplader zitten. Te kort, en de levensduur neemt af. Te lang, en je overlaadt de batterij, wat de batterij beschadigd. Daarnaast moet ook zeker zijn dat je batterijen volledig ontladen zijn, voordat ze de oplader in gaan. Als dit niet het geval is, kunnen er kristallen op de elektroden ontstaan, wat het reactieoppervlak verkleint en de interne weerstand vergroot. De capaciteit van de batterij daalt drastisch en het gevreesde "memorie effect" is een feit. De levensduur van je batterijen kan verhoogd worden door ze in de vriezer te leggen. Het zelfontlaad proces wordt daardoor vertraagd en dus zal de batterij langer mee gaan. Denk eraan, een bevroren batterij levert maar de helft van het vermogen dus ontdooi ze voor gebruik...

Bij auto-accu's moet men erop bedacht zijn dat de accu's nooit helemaal ontladen mogen worden alvorens op te laden, omdat de elektroden bij elke oplaad-ontlaad-cyclus "actief" materiaal verliezen. Dit komt de levensduur niet ten goede. Het opladen moet niet te snel gedaan worden, omdat het water in het electrolyt dan omgezet wordt in zuurstof en waterstof door electrolyse. Bij snel en krachtig overladen van de accu, kan de hoeveelheid waterstof explosief vrijkomen, wat kan resulteren in een explosie in het bijzijn van vonken.



Zoneiland

tekst Evren Özcan

In Almere zijn de gemeente en Nuon bezig met het realiseren van een kunstmatig eiland vol zonnecollectoren. Dit Zoneiland zal qua grootte het vierde collectorveld ter wereld worden en zal de aangrenzende nieuwbouwwijk voorzien van duurzaam opgewekt stadswarmte. Echter, in hoeverre zal dit eiland goed functioneren en in hoeverre zal dit eiland een toegevoegde waarde zijn voor het stadswarmtenet? De Appel sprak met Frank de Vries, businessmanager van Nuon Warmte en leidinggevende van dit project, om meer inzicht te krijgen over het toekomstige eiland.

In de loop naar een meer duurzame toekomst wordt de verloren geachte restwarmte van de industrie tegenwoordig steeds beter gebruikt. Zo is stadswarmte – het leveren van de benodigde warmte van huizen via industriële restwarmte – in opkomst met ongeveer driehonderdduizend aansluitingen in Nederland. Ook de stad Almere doet mee met deze manier van verwarmen van wijken. In Almere worden er nu 42.000 woningen van Stadswarmte voorzien door Nuon, waarbij de energie wordt opgewekt door een warmtekrachtcentrale van Electrabel.

AMBITIEUS EILAND

De gemeente Almere en Nuon – gesteund door een subsidieproject van de Europese Unie – willen echter de lat voor stadswarmte hoger leggen door de warmte niet via een reguliere energiecentrale te verkrijgen, dat aardgas of vuil verbrandt, maar via een duurzaam zonnecollectorveld: Zoneiland. Dit ruim twee voetbalvelden grote eiland met 7.000 vierkante meter aan zonnecollectorenoppervlak, het op drie na grootste in de wereld, zal de toegangspoort worden van de Almeerse nieuwbouwwijk Noorderplassen-West en zal tegelijkertijd een alternatieve bron voor het stadswarmtenet van deze wijk zijn.

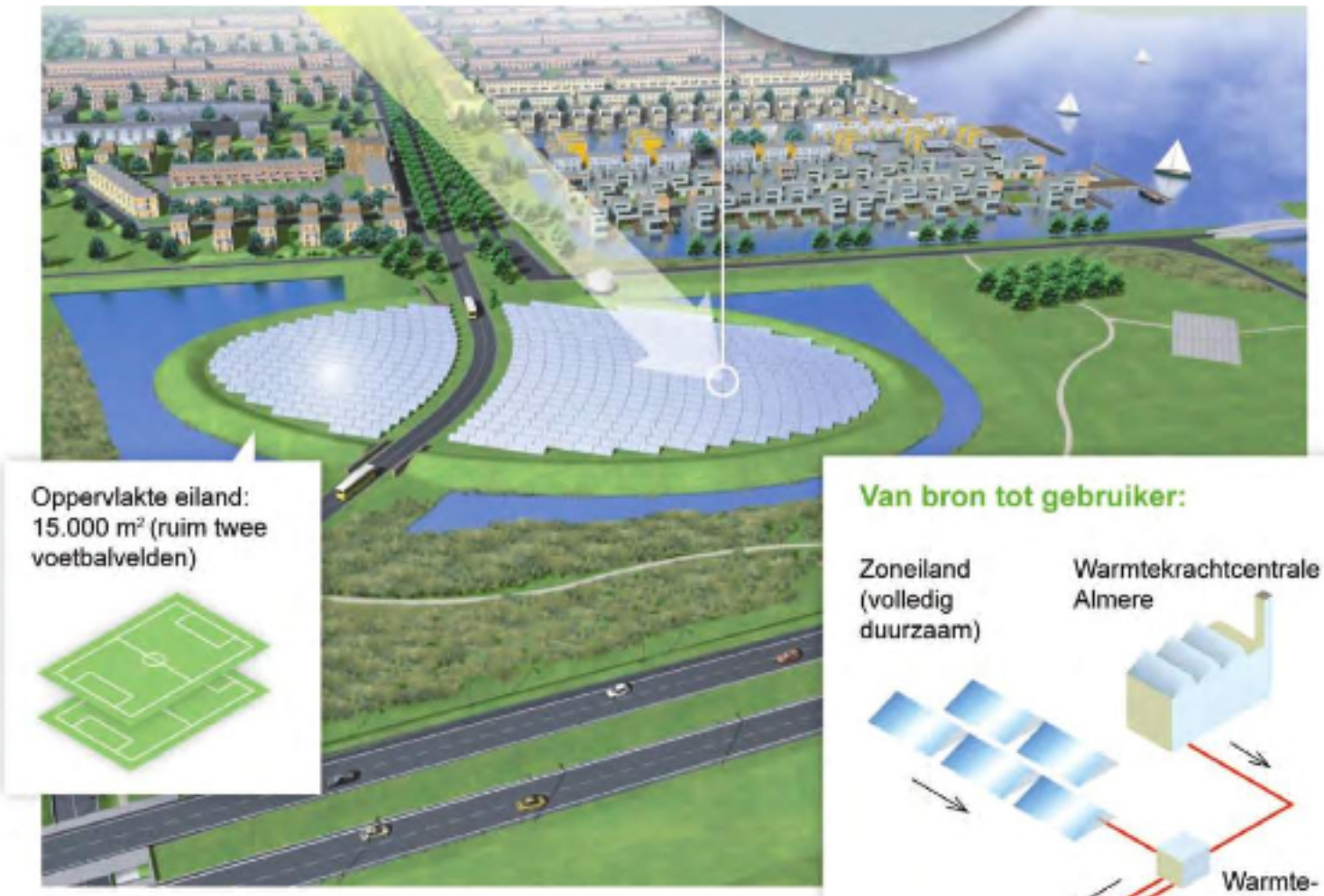
Het plan wordt door Frank de Vries, businessmanager van dit project, nader toegelicht: "De bedoeling is dat het eiland 10.000 Gigajoules per jaar gaat opleveren. Dat zou ongeveer uitkomen met de 10% warmtebehoefte van de wijk." De overige 90% aan warmte-energie zal komen van het huidige stadswarmtenet. Dit bevestigt ook De Vries: "In Almere is er een ringnet en daar wordt op afgetakt. Er zijn 42.000 aansluitingen in Almere stad en de wijk waar wij het nu over hebben is een uitbreiding van Almere stad, waar 2700 woningen worden gerealiseerd."

De aanvoer- en retourtemperatuur van het water in het bestaande stadswarmtenet zijn respectievelijk 90 en 50 graden Celsius. Voor het eiland legt De Vries uit: "Wat het Zoneiland gaat bijdragen is een aanvoertemperatuur tussen de 70 en 40 graden. Het gaat het water niet extra verwarmen, maar stopt er alleen wat extra energie in. De mensen merken er verder niets van of de warmte komt van de zonnecollector of van het warmtenet"

Terwijl de technische plannen voor Zoneiland een laatste check ondergaan en de grond voor de aanleg bouwklaar wordt gemaakt door de gemeente, blijken enkele belangrijke details nog onbeslist te zijn. Zo zegt De Vries: "De exacte keuze voor de collector is nog niet gemaakt, dus dat is nog zoeken wat wij daarin precies gaan doen." Ook het medium – of water of een andere organische vloeistof – dat door het buizenstelsel van het Zoneiland zal stromen is onbepaald. De Vries verklaart: "Je zit met water met vorstgevaar. Er is in jaren weer een strenge winter geweest en je wilt eigenlijk toch ook in de winter, als er zon is, die zonnewarmte gebruiken."

MATE VAN FUNCTIONEREN

Doordat deze aanbestedingen nog exact gemaakt moeten worden, is ook de opleverdatum niet precies bekend. Wel zegt Frank de Vries: "Ik kan mij voorstellen dat wij voor de opleverdatum niet de



winter gaan gebruiken."

Deze laatste woorden tonen tussen de regels lezend aan hoe kwetsbaar het functionele gebruik van het Zoneiland kan zijn. In de wintermaanden, wanneer de warmtebehoefte het hoogst is, bestaat immers de mogelijkheid dat het Zoneiland niet met een acceptabel rendement functioneert. Hoewel dus het Zoneiland een mooi simpel plan lijkt, leidt deze kwetsbaarheid van het Zoneiland automatisch tot de vraag of deze klimaattechnisch goedbedoelde investering wel noodzakelijk is voor de wijk.

Frank de Vries geeft ook toe dat het belangrijk is om te weten wat de uiteindelijke output van het eiland gaat worden. De Vries: "De technologie is natuurlijk niet heel geavanceerd, het is een technologie die al lang wordt toegepast. Ik zie niet in waarom het niet zal werken, het gaat erom in welke mate het werkt."

Wat betreft de mate van functioneren zou men in eerste instantie denken dat in het bewolkte en gure weer van Nederland weinig plek biedt om een schijntje zonneschijn op te vangen – zeker in de winter. Daarom lijkt het Zoneiland niet te passen bij Nederland. Hoewel Frank de Vries de Nederlandse weersomstandigheden erkent, weerspreekt hij wel deze dreiging voor het functioneren van het eiland. "Op een grijze dag als vandaag denk ik ook: 'Wat moet je met een Zoneiland', maar aan de andere kant heb ik begrepen dat er maar weinig zonne-energie nodig is om water op te warmen. Er is een simulatie gemaakt op basis van een gemiddeld jaar, dat volgens mij bij het KNMI vandaan komt, wat de energieopbrengst van de zon is. Daar is die 7.000 vierkante meter en die 10.000 Gigajoules ook op gebaseerd. Met name dat in de periode april tot en met oktober daar 80 of 85 procent van de energie geleverd gaat worden."

In de overige maanden neemt het Zoneiland dus nauwelijks energie op. De verhouding van de stadswarmte levering voor de wijk – 90% bestaand netwerk en 10% zoneiland – is dan ook het jaarlijkse gemiddelde van de wijk. Ondanks een geringe zonneoogst in de winter, blijkt de zomer dit gemiddelde dus omhoog te helpen. De Vries geeft aan: "In de zomer zal het misschien eens voorkomen dat de

hele woonwijk warm water krijgt vanuit het Zoneiland."

Dit jaarlijks onregelmatig functioneren en de 90%-10% aandeelverdeling van de levering van warmte zorgt voor twijfel over of het aanleggen van het Zoneiland. Namelijk, is deze aanleg meer waard dan het voor 100% aansluiten van de nieuwbouwwijk op het bestaande ringnet voor stadswarmte.

DE WARE AARD

Hoewel de Almeerse nieuwbouwwijk zonder moeite ook volledig op de bestaande stadswarmtevoorziening aangesloten kan worden, blijkt de ware aard van dit project het acceptabel te maken dat er toch een Zoneiland komt – of het nu goed werkt of niet. De ware aard van dit eiland is namelijk dat dit project een experiment is naar de haalbaarheid en inpassing van alternatieve bronnen voor stadswarmte.

Over het haalbaarheidsexperiment van het eiland zegt De Vries: "Wat wij hier willen is een proef. Leren hoe je het moet inpassen, leren hoe je het moet bedrijven, leren waar eventueel technologische verbeteringen in kunnen zitten en hoe je het rendement verder kunt verbeteren." Daarnaast wil Nuon ook resultaten krijgen over wat een grootschalig collectorveld oplevert in de vier seizoenen en in een land als Nederland.

Het technisch onderzoek is maar de ene kant, legt De Vries uit: "De andere kant is het financiële beeld. Is dit project rendabel, is dit rond te rekenen en is dit een voorbeeld dat navolging kan vinden?" De eerste berekeningen zijn niet rooskleurig voor de investering dat enkele miljoenen gaat kosten. De Vries: "Wij hebben nog niet alle investeringsbedragen scherp, maar wat ik nu zie is dat het op dit moment geen commerciële investering zou kunnen zijn." Dit heeft natuurlijk ook enigszins te maken met de huidige energieprijzen.

De grootste reden voor dit project is toch wel het experiment naar de infrastructurele inpassing van alternatieve bronnen voor stadswarmte. Het Zoneiland zal een extra productiemiddel zijn op de hoofdstroom van de stadswarmte die de wijk Noorderplassen-West ingaat. Nuon wil kijken wat het betekent wanneer deze alternatieve productiemiddelen – zonnecollectoren zoals in Almere of eventueel geothermie – aangesloten worden op het bestaande netwerk.

Dit geeft ook Frank de Vries, vertellend over het Zoneiland, aan: "Er komt eigenlijk een extra voeding bij. Dat is ook de gedachte waarom wij deze duurzame oplossing willen. Als je meerdere van dat soort oplossingen hebt, dan kunnen je centrales kleiner zijn. Of als er weinig vraag is, dan kan men zich helemaal redden met het Zoneiland." De Vries vindt het eiland ook innovatief als voorbeeld: "Als wij ergens een stadswarmtenet hebben, dan kunnen wij later, als de technologie het toelaat, duurzame productiemiddelen daaraan koppelen."

EEN MARKANTE PLEK

Samenvattend ligt de betekenis van het Zoneiland in Almere niet zozeer in het functioneren van het Zoneiland en haar rendement, maar de betekenis ligt meer in het toetsen van de infrastructurele toepassingsmogelijkheden van dit soort alternatieve warmte-energie producerende projecten.

Frank de Vries concludeert: "Ik ben ervan overtuigd dat als wij het straks gerealiseerd hebben en het er zo uitziet zoals wij het nu op onze plaatjes hebben, dat het dan ook een hele mooie aanwinst is voor de wijk. Ik denk dat het een markante plek gaat worden voor mensen die geïnteresseerd zijn in energie en duurzame energie. Het is voor ons een proefneming, het is het onderzoeken op een wat grotere schaal dan vier paneeltjes. Er zullen altijd argumenten zijn om dingen anders te doen, maar je kunt het daarin niet iedereen naar hun zin maken. Ik denk dat ook vanuit milieuoverwegingen en milieuverenigingen wel toegejuicht wordt dat dit soort experimenten gebeuren, want het gaat uiteindelijk toch om CO_2-reductie. Daar is het om te doen en niet ergens anders om."

Al met al geven dit soort projecten of, beter geformuleerd, praktische experimenten een toegevoegde kennis aan de maatschappij – ook als het project technisch niet succesvol blijkt. Er moet ooit immers iets gedaan worden. Daarnaast geeft de kunstzinnige vormgeving van het hele project ook een zekere marketing instrument aan stadswarmte, de gemeente Almere en Nuon. Het Zoneiland zal dus niet alleen een geprezen groene icoon blijken te zijn, maar ook een rapport over de haalbaarheid van dergelijke collectorvelden in Nederland. De toekomst zal uitwijzen wat de exacte conclusie zal zijn van dit eiland.

MET DANK AAN:

Frank de Vries, businessmanager Nuon Warmte

AkzoNobel Masterclass

tekst Umut Ersoy, Junior Consultant AkzoNobel Technology & Engineering

Last year around this time, I was working on my Master Thesis thinking really hard about what to do afterwards. I was studying Mechanical Engineering at the University of Twente and there were a lot of possibilities.

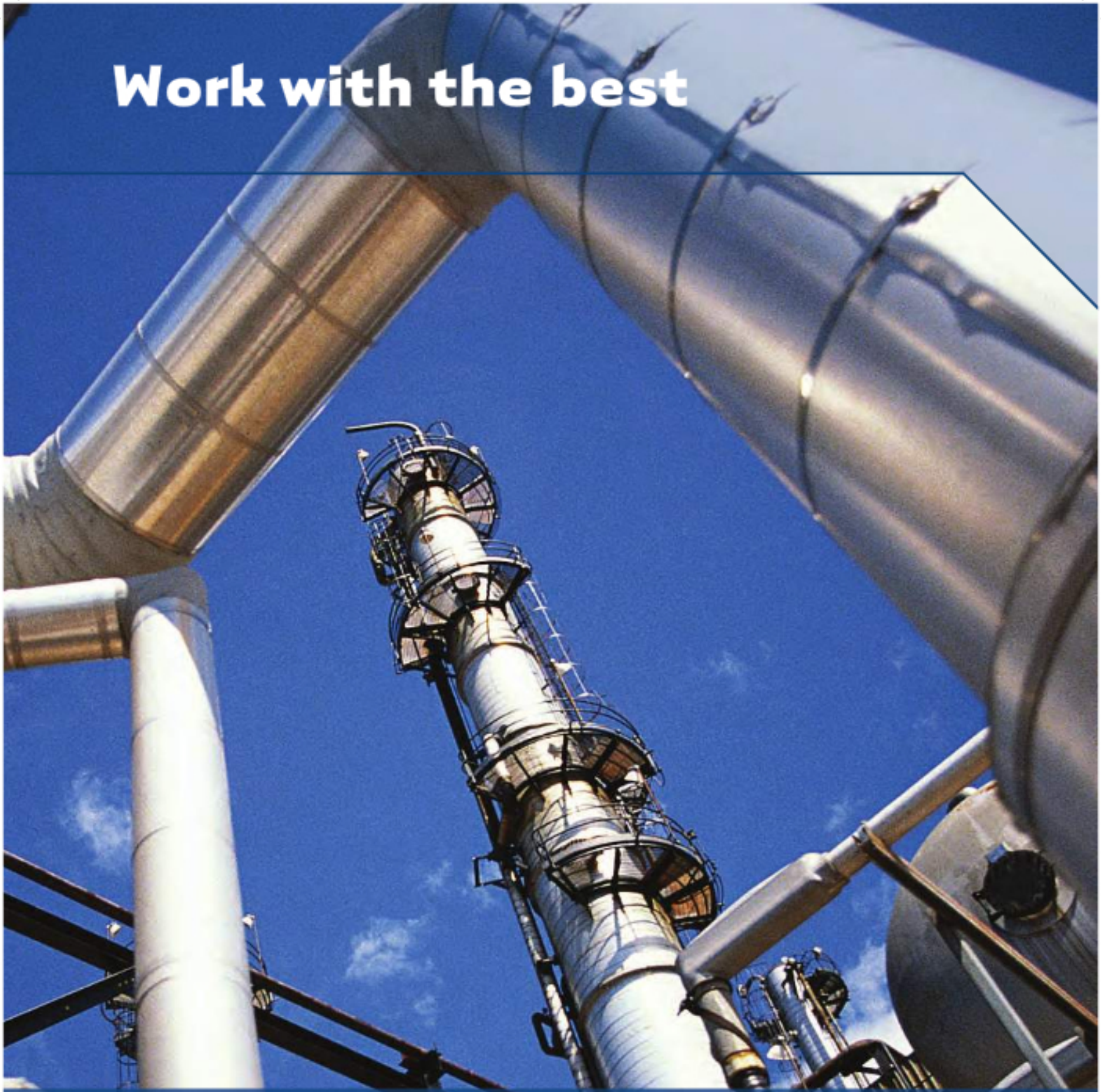


So why did I choose for AkzoNobel? Take for example the process of finding a room in a shared (students') house. The room has to satisfy some conditions: it should be at the right location, large enough to cover all the furniture, the rent should be payable and the room should be in proper condition. But I consider the people who would become your housemates the most important factor for deciding to rent a room. These persons can make the difference between living long and happily in the same house or finding yourself unsatisfied with the room and start searching again for another room in another house, even though the room did meet the initial conditions.

AkzoNobel definitely met all my initial requirements: it is a multinational company, using leading edge technology; a company that has job rotation career policy, plenty learning and development possibilities and excellent employee benefits. But I decided to choose for AkzoNobel after meeting a lot of potential future colleagues, tasting the ambiance and getting to know the company culture. Participating in the Masterclass gave me this excellent opportunity during a three-day program with workshops, lectures, site visits and fun activities. Fortunately, there was a room available for me at Akzo Nobel! After graduating in October last year I started working at AkzoNobel Technology & Engineering (T&E) as a Junior Consultant in November. AkzoNobel T&E serves customers throughout the world with Safety, Health, Environment and Regulatory Affairs, Process & Manufacturing Support and Project & Design Management. My group focuses on Manufacturing and Operations consultancy. For example, we give advice how maintenance could be improved by balancing costs and performance of production plants. In practice this means working in multidisciplinary team with people from all around the world in an international environment on challenging projects with plenty of opportunities to learn and development. For me, participating in the Masterclass resulted in working at a company with a lot of challenging projects, excellent possibilities and a great company culture. Are you curious whether AkzoNobel is also for you a company to work long and happily for?

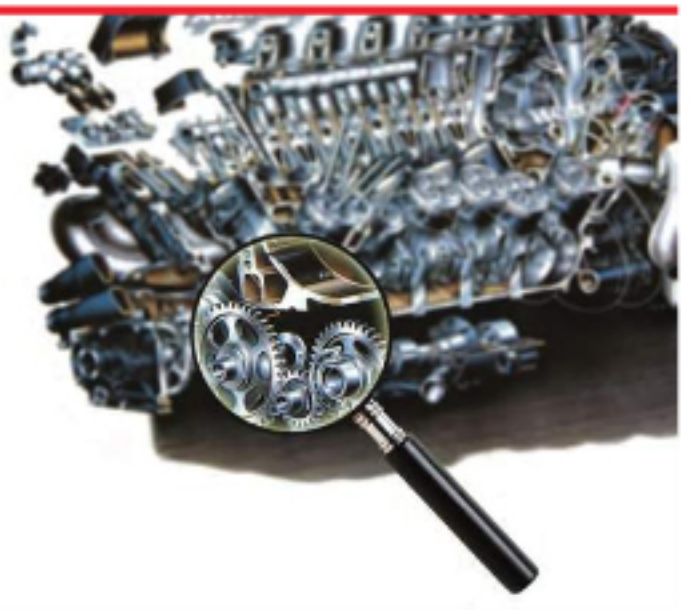
AkzoNobel
Tomorrow's Answers Today

Work with the best



Fluor is voortdurend op zoek naar engineers en designers (met en zonder ervaring) voor onze afdelingen Process, Mechanical, Electrical & Control Systems, Civil en Piping. Kijk op www.fluor.nl voor meer informatie over Fluor en ons actuele vacature aanbod.

FLUOR®



Ik was oprecht bezorgd. Die groene en rode lijntjes onder woorden zouden toch niet uitgeprint gaan worden? We zaten achter de 'snelle computer' op onze basisschool. Hoeveel computers er destijds stonden weet ik niet, maar dit was in ieder geval het pronkstuk. Je kon er zelfs CD's mee afspelen. En er zat een programma op dat lijntjes onder spelfouten zet.

De nekslag van de helpende hand

De vraag heb ik toen daadwerkelijk gesteld: 'Worden die lijntjes niet uitgeprint? Die lijntjes, wat gebeurt daarmee?'. Niemand reageerde. Iedereen stond gebogen over de typist, gefascineerd door de woorden die op het scherm verschenen. Het was vermoedelijk niet de tijdgeest maar mijn eigen onwetendheid. De lijntjes worden nooit uitgeprint.

Mijn kennis van computers en software bevindt zich tegenwoordig op een gezond niveau. Helaas geldt dat voor een andere vaardigheid, die ik toen wel had, niet. En dat is schrijven. Schrijven met de hand met een pen op papier. Gewoon een tekst, een artikel of desnoods deze column. Tot mijn schaamte kwam ik onlangs tot de conclusie dat ik daar moeite mee heb.

Op papier kun je bijvoorbeeld niet eerst de tweede alinea schrijven en later de eerste invoegen. De letters in echte inkt geven niet mee. Een paar woorden schrappen gaat nog wel. Extra woorden plaatsen valt echter niet mee. Nog moeilijker is het om reeds geschrapte woorden opnieuw te schrijven. Dan besef je wat voor bende CTRL+z en CTRL+y je besparen. Ja, CTRL-y bestaat ook, daarmee herstel je een herstelactie. Probeer maar eens.

Het ergste is echter het ontbreken van spellingscontrole. Het plaatsen van trema's, accents aigu, accents grave en ook alle stilistische aspecten moet je zelf beheersen. Twee s'en of slechts één? Hoeveel e's, en is het dan met of zonder trema? Of toch een streepje? De tijd heeft vermoedelijk al redelijk wat kennis van het Nederlands van het voortgezet onderwijs uitgewist. Maar de nekslag wordt toegediend door de helpende hand van de voortschrijdende technologie.

Overdreven, denk je misschien. Maar is het je weleens opgevallen hoe men die groene en rode streepjes noemt? Zelfs op de website van het groene boekje heeft men het over *kringeltjes*. Maar dat woord bestaat helemaal niet; ik zie hier in mijn tekstbestand een *rood zigzaggend of golvend streepje*. Ik ben opnieuw oprecht bezorgd.

STIJN VAN EWIJK

Inhoud









04 Woord van de voorzitter

05 Nieuws

06 Voor zonsopgang
Solar Team Twente werkt aan de weg naar Australie

12 Historisch Persoon
James Watt

15 Column Joost
Op het goede spoor

16 Watermaker

20 Boer zoekt Energie

22 Het Gevolg
De Batterij

24 Zoneiland
Nuon over het zonnigste eiland van Almere

27 Advertorial
AkzoNobel

29 Column Stijn
De nekslag van de helpende hand

30 Een zonnige toekomst
De Euroreis ging langs Oerlikon Solar

33 Treinvoeding

36 Verenigingsnieuws
Wat is er de afgelopen tijd gebeurd?

38 Evaluatie nieuws

40 Principieel
Fluid-structure interaction for combustion systems

Een zonnige toekomst

tekst Joost Maas

Onze huidige primaire energiebronnen raken op. Wanneer dat zal zijn, daar is de wetenschap nog niet helemaal uit, maar zeker is dat wij in de nabije toekomst hard op zoek moeten gaan naar andere manieren om onze vraag naar energie te beantwoorden. Oerlikon Solar is een bedrijf dat zich bezig houdt met een van de kandidaten: zonne-energie. Tijdens de Euroreis bezochten wij dit jonge bedrijf, het eerste bedrijf dat zich niet alleen bezig houdt met het produceren van de innovatieve thin-film zonnepanelen, maar zelfs volledig automatische productielijnen voor deze panelen levert.

De zon staat hoog aan de strakblauwe hemel en geeft ons energie. En dit kunnen wij wel gebruiken. Half acht was het toen wij vanmorgen, met tas en al, in pak, klaar stonden bij de twee busjes om ons richting Trübbach, Zwitserland te begeven. Zeventien studenten en een begeleider, niet het soort gezelschap dat de avond ervoor vroeg naar bed gaat.

OERLIKON SOLAR

We staan voor de poort van Oerlikon Solar, een van de zes marktsegmenten van het overkoepelende bedrijf OC Oerlikon Corporation AG, welke zich naast solartechnologie ook bezig houdt met coating, textiel, vacuüm voortstuwing en precisietechnologie. Oerlikon solar is een relatief nieuw bedrijf dat in 2003 werd opgezet als productielijn voor solartechnologie en in 2005 tot onafhankelijke afdeling binnen het Oerlikon Coating segment werd gemaakt. Sinds 2007 opereert het zelfstandig als het zesde marktsegment van Oerlikon.

Het hoofdkwartier in Trübbach, waar zich ook de fabriek voor de pilotline bevindt, doet modern aan. Groot, ruim, goed beveiligd; de deur van de hoofdingang moet voor ons van binnenuit open worden gemaakt. Een lift waar een leuke studentenkamer met gemak in zou passen brengt ons naar de tweede etage, waar wij vervolgens plaats kunnen nemen in een riante vergaderzaal. Hier begint Jürg Steinmann, hoofd product communicatie, zijn verhaal.

TOEKOMSTMUZIEK

We make Solar Power economically viable, zo opent Steinmann zijn presentatie, het motto van Oerlikon Solar. Vervolgens toont hij ons een grafiek, het mondiale energieverbruik ingedeeld per energiebron sinds 2000 tot het jaar 2100. Een toekomstvoorspelling, en hoogst waarschijnlijk geen bijzonder accurate, maar het idee is duidelijk: Energie afkomstig uit olie en aardgas neemt steeds meer af en sterft langzaam uit (raakt op), kernenergie sterft al rond 2040 uit (toch niet zo'n goede oplossing als gedacht), windenergie raakt verzadigd (de wereld staat een keertje vol met die windmolens) en zonne-energie stijgt tot ongekende hoogte. In 2100 neemt de zon verruit het grootste percentage (ruim 60%) van alle energiebronnen in beslag. Steinmann blijft even stil om dit toekomstbeeld tot ons door te laten dringen.

ZONSOPGANG

Hoe accuraat Steinmann's toekomstvoorspelling is, is voorlopig nog niet te achterhalen. Dat zonne-energie een belangrijke rol gaat spelen binnen het mondiale energieverbruik kent hier en daar wel wat bewijsmateriaal, met niet in de minste plaats Oerlikon Solar. Het bedrijf groeide, in de paar jaar dat het bestaat, uit tot een marktleider binnen solartechnologie met meer dan 850 werknemers wereldwijd. Ook indrukwekkend: om op de huidige positie te komen heeft Oerlikon Solar de afgelopen drie jaar ieder jaar met meer dan 100% moeten groeien.

Voor deze groei zijn genoeg verklaringen. De zoektocht naar een nieuwe energiebron is in deze tijd intensiever dan ooit en veel experts wijzen naar de zon als primaire energiebron in de nabije



toekomst. Steinmann noemt nog een belangrijk voordeel van zonne-energie: national security. De zon komt overal, is van niemand en kan door niemand geclaimd worden. Conclicten ten gevolgen van energiebronnen, zoals huidige olieconflicten, zullen tot de geschiedenis behoren.

THIN-FILM

We make Solar Power economically viable. Zo gemakkelijk gezegd, maar zeker niet zo gemakkelijk gedaan. Huidige zonnecellen, zoals hier en daar al wel op daken (of op auto's gedurende een of andere challenge) te vinden zijn, zijn duur. Te duur om een doorbraak in energievoorziening te veroorzaken. Oerlikon Solar richt zijn pijlen daarom op een nieuwe, innovatieve technologie: thin-film. Niet alleen leveren zij thin-film silicone zonnepanelen, maar zij leveren ook, als eerste bedrijf op de wereld, volledig automatische productielijnen om deze panelen te fabriceren.

Thin-film technologie verschilt van de 'standaard' zonnecellen in de hoeveelheid silicone (polymeer bestaande uit silicium en zuurstof) dat nodig is voor productie. Waar de standaard zonnecel een significante hoeveelheid silicone bevat, bestaan thin-film cellen uit een laagje silicone (vaak in combinatie met andere materialen) van slechts een paar micrometer dik; een haar is dikker. Deze laag wordt aangebracht op een draagmateriaal als glas, aluminium of roestvast staal. Het paneel dat zo ontstaat wekt minstens zoveel energie op als een conventioneel paneel.

Binnen Oerlikon Solar bestaan er twee soorten thin-film silicone zonnepanelen: de amorph panelen en de micromorph panelen. De amorph versie, de goedkoopste, bestaat uit een laag amorph silicone dat aangebracht wordt op de dragende laag. De micromorph-technologie werd geïntroduceerd in de herfst van 2007. Oerlikon's eigen Dr. Johannes Meier ontdekte dat wanneer er twee verschillende soorten silicone worden gebruikt, amorf en microkristallijn, de efficiëntie van de panelen 50% omhoog gaat. Dit heeft te maken met het feit dat de amorph cellen alleen het zichtbare gedeelte van het zonlicht omzetten in elektriciteit, terwijl microchrystallijn silicone ook het infrarode spectrum van het licht absorbeert.

HIGH-TECH

Dan is de tijd aangebroken voor een tour door de fabriek. Het contrast met de andere fabrieken die wij de afgelopen dagen bezocht hebben kan niet groter zijn. Waar wij intussen gewend zijn met helmpjes op over grote stukken staal te moeten klimmen, omsingeld door rokende lasers en posters van schaars geklede dames, wordt ons hier verzocht een witte jas aan te trekken en plastic sloffen over onze schoenen te schuiven. De ruimte die wij vervolgens betreden heeft meer weg van een high-tech laboratorium dan van een fabriekshal. En dat is het misschien ook wel.

Binnen de fabriek bevindt zich de pilotline voor de productie van de thin-film panelen. De glasplaten worden hier schoongemaakt en vervolgens in een clean room volledig omgebouwd tot energieopwekkende panelen. Alles is er schoon, wit, rustig. De productielijnen die uiteindelijk door het bedrijf geleverd kunnen worden, zijn volautomatisch. Op



Een thin-film zonneveld. Op dit moment slechts nog een project, binnekort wellicht onderdeel van onze primaire energievoorziening.

een aantal man na die in de clean room de boel onder controle houden, zijn het hier de machines zelf die werken aan hun energiebron van de toekomst.

GRID PARITY

Ondanks het feit dat Oerlikon Solar de solartechnologie alvast een rooskleurig eind van de 21ste eeuw belooft, stelt het zijn doelstellingen stap voor stap. Zo richt het bedrijf zich voorlopig op het bereiken van Grid Parity, wat ze in 2010 hopen te kunnen hebben. Grid Parity is het punt waarop zonne-energie geproduceerd kan worden voor de prijs waar op dit moment conventionele energie voor wordt geproduceerd uit fossiele brandstoffen. Dit zal als eerste bereikt worden op momenten dat het verbruik, en daarmee ook de kosten, van energie het hoogst is, en op momenten dat de meeste zonne-energie wordt gegenereerd per module.

Om Grid Parity te bereiken wordt er hard gewerkt aan het goedkoop kunnen produceren van de zonnecellen. Zo wordt er veel geïnvesteerd in zo efficiënt mogelijke productielijnen en wordt er veel research gedaan naar het verhogen van de efficiëntie van de modules. Al deze ontwikkelingen moeten er uiteindelijk aan bijdragen dat de zon straks niet alleen de schoonste, maar ook de goedkoopste energiebron wordt. Op een incidentele regenwolk na staat niets de zon dan nog in de weg om 's werelds primaire energiebron te worden.

De tour is afgelopen. Eenmaal buiten stappen we weer onze dieselslurpende busjes in, op weg naar de bergen van Liechtenstein om nog even te sleeën over de diepe laag sneeuw die zich de afgelopen dagen als een deken over het gebied heeft gerold. Want de zon staat hoog aan de strakblauwe hemel en geeft ons energie. En dat kunnen wij wel gebruiken, met nog twaalf vermoeiende maar mooie dagen euroreis te gaan. The sun is shining, I feel good, and no one's gonna stop me now.

MET DANK AAN:
Jürg Steinmann
Oerlikon Solar
www.Oerlikon.com

Treinvoeding

Aerodynamische tuning van de pantograaf

tekst Roel Müller

Iedereen kent het beeld wel: terwijl je op kerstavond op het perron staat te vernikkelen wordt je mokkige WB-hart verblijd door een laag-zoemende electrische goederenlocomotief die met veel geratel onderweg is een enorme berg kolen uit Duitsland te halen of containers uit Italie of graan uit... Boven de locomotief strekt een pantograaf zich uit naar de bovenleiding om het stalen monster van energie te voorzien. Wat een prachtig beeld bij het toch altijd wat ongrijpbare begrip 'impuls'. En zo op deze klamme kerstnacht weet de loc het station in een heel knus licht te zetten met deze stroomafnemer die vonkend langs de bovenleiding schraapt. Dat laatste was nu juist niet de bedoeling. In technisch opzicht is het in ieder geval verre van optimaal.

Dit vonken wil wel vaker voorkomen, meestal als gevolg van een te lage contactkracht tussen de stroomafnemer en de bovenleiding, waardoor een vlamboog onstaat. Ook een te hoge contactkracht komt voor. Dat veroorzaakt een hoge slijtage, wat er in sommige gevallen toe leidt dat de koolstof strips van de stroomafnemer veel sneller door midden slijten, waarna de stroomafnemer verstrikt raakt in de bovenleiding met alle nare gevolgen van dien. Het kan ook gebeuren dat een stroomafnemer met een te hoge contactkracht de bovenleiding zo ver opduwt, dat een draad onder de stroomafnemer terecht kan komen, met even desastreuze gevolgen.

Het lijkt misschien eenvoudig de contactkracht te beheersen, aangezien de stroomafnemer hoe dan ook door een regelbare balg tegen de bovenleiding wordt gedrukt. Maar helaas levert deze balg in de huidige generatie stroomafnemers een constante druk, zodat aerodynamische krachten tijdens het rijden van de trein niet gecompenseerd kunnen worden.

De aerodynamische krachten worden dan ook door middel van aerodynamische aanpassingen afgesteld. Vlakke en gebogen metalen plaatjes (ongeveer 10 tot 20 cm groot) worden hiervoor als aerodynamische schoepjes aan de stroomafnemer geschroefd.

Het probleem was, dat er geen model voor handen was om te bepalen welke schoepjes de juiste kracht op de stroomafnemer uit zullen oefenen. Daardoor is het aerodynamisch tunen van de troomafnemer nu nog een proces dat verscheidene weken kan duren, waarbij een trein omgebouwd voor metingen, technisch personeel en infrastructuur nodig zijn. Wanneer dit proces ingekort kan worden zou dit een grote besparing opleveren en hopelijk ook beter afgestelde stroomafnemers. Mijn afstudeeropdracht voor



Lcomotief met stroomafnemers voor verschillende stroomsystemen in Europa

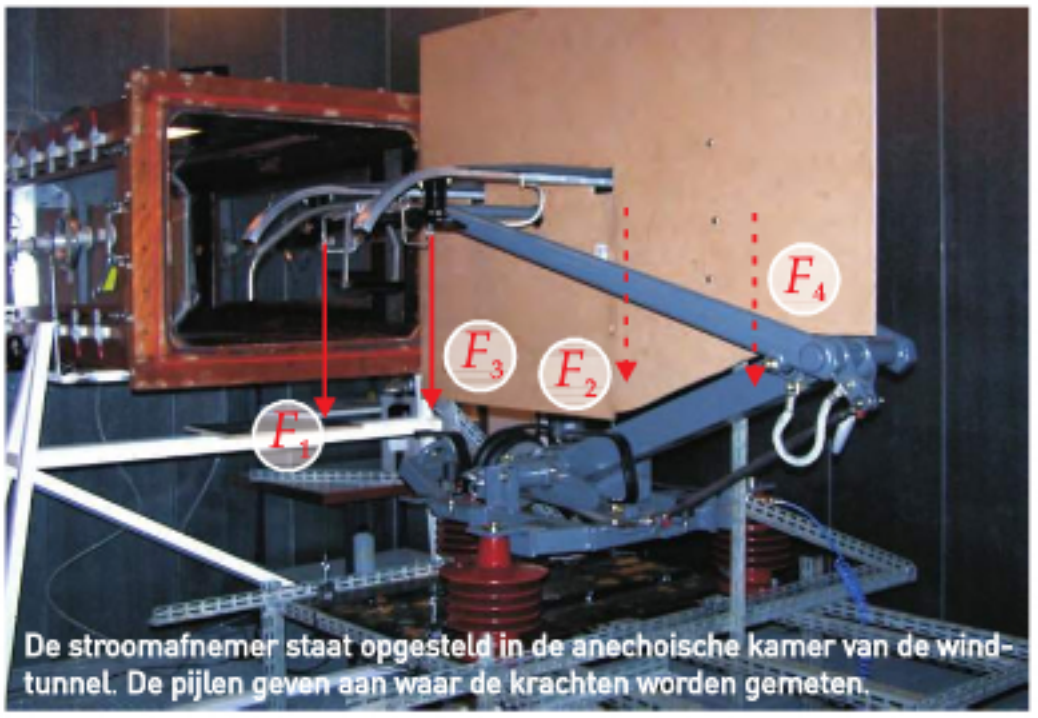

Het VIRM waar de onderzochte 'panto' voor bedoeld is.

stromingsleer was dan ook zo'n model te construeren. Dit deed ik voor Lloyd's Register Rail Europe, vroeger bekend als Nedtrain consulting.

Lloyd's Register Rail biedt services die de hele levenscyclus beslaan, vanaf de aanvankelijke strategische overwegingen, de verwerving, ontwerp en bouw, beproeving en certificering tot aan de exploitatie en het onderhoud van het materieel.Om dit model te vormen, heb ik onderzoek gedaan naar de krachten die deze schoepjes kunnen leveren. Daarbij is eerst een benadering gemaakt met het potentiaalstromingsmodel, waarbij dankbaar gebruik is gemaakt van de complexe getallen. Daarnaast is er een stelling van de heren Cauchy en Riemann die ons verzekeren dat werkelijk elke complexe analytische functie bruikbaar is als model voor een potentiaalstroming. Makkelijker kan het dus haast niet.

Helaas heeft potentiaalstroming de optimistische, maar desalniettemin onrealistische eigenschap dat loslating van de stroming, en dus het overtrekken van een (vleugel)profiel niet voorspeld kan worden. Dit is nu precies wat er op een typisch schoepje op een stroomafnemer ongeveer altijd gebeurd. Daarom is een volgende stap gemaakt met simulatie in het computerprogramma ANSYS CFX. Dit gaf veel meer inzicht in de stroming, mede dankzij de mooie plaatjes die ANSYS kan maken, maar helaas was de rekentijd nog te lang om hiermee een volledig model met alle benodigde parameters te construeren.

Uiteindelijk is er een windtunnelexperiment uitgevoerd, waarbij een grote verscheidenheid aan schoepjes snel ge-



De stroomafnemer staat opgesteld in de anechoische kamer van de windtunnel. De pijlen geven aan waar de krachten worden gemeten.

LLOYD'S REGISTER GROUP

De Lloyd's Register Group is een onafhankelijke organisatie op het gebied van risicomanagement die haar klanten wereldwijd helpt bij de verbetering van de kwaliteit, de veiligheid, de milieuperformance en de zakelijke performance, omdat elk leven telt. De expertise en activiteiten omvatten het spoor, de scheepvaart, olie- en gas en andere op assets gebaseerde bedrijfstakken.

LLOYD'S REGISTER RAIL

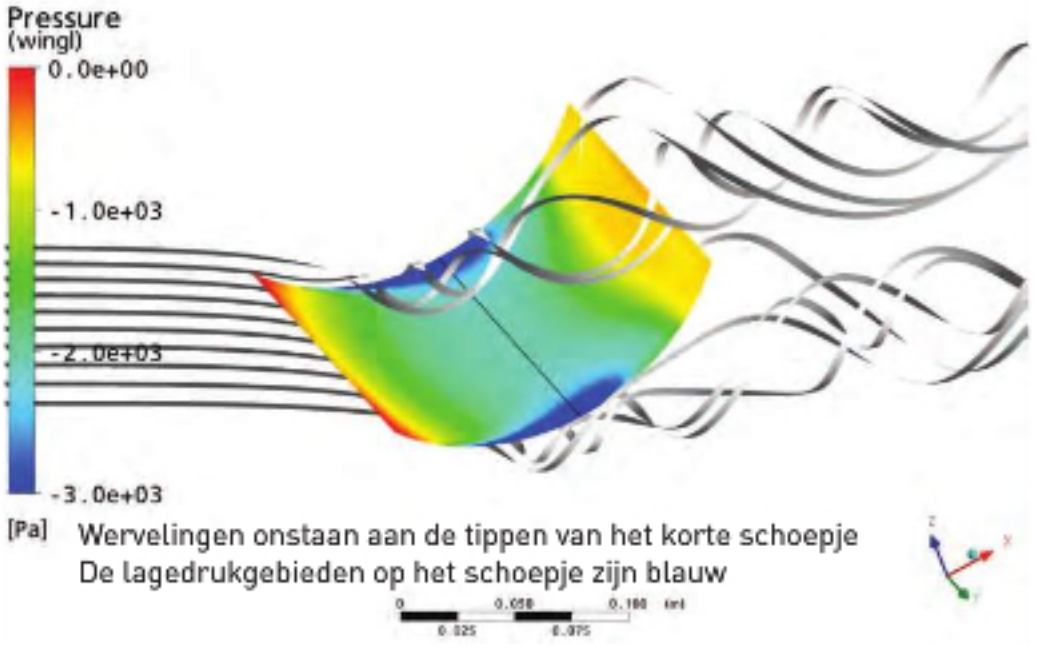
Met kantoren in Europa, het Midden-Oosten en Azië, biedt Lloyd's Register Rail een 'one-stop-shop' voor advies op het gebied van techniek, veiligheid en risicomanagement voor infrastructuur, rollend materieel en hun interfaces.

test kon worden. Dat was in dit geval te danken aan het geluk dat er een stroomafnemer geleend kon worden van de fabrikant Stemmann GmbH, net over de grens in Schüttorf, zo'n 20 km van Enschede. Ook was de meetapparatuur, die ook gebruikt wordt bij metingen op de trein, al beschikbaar bij Lloyd's register.

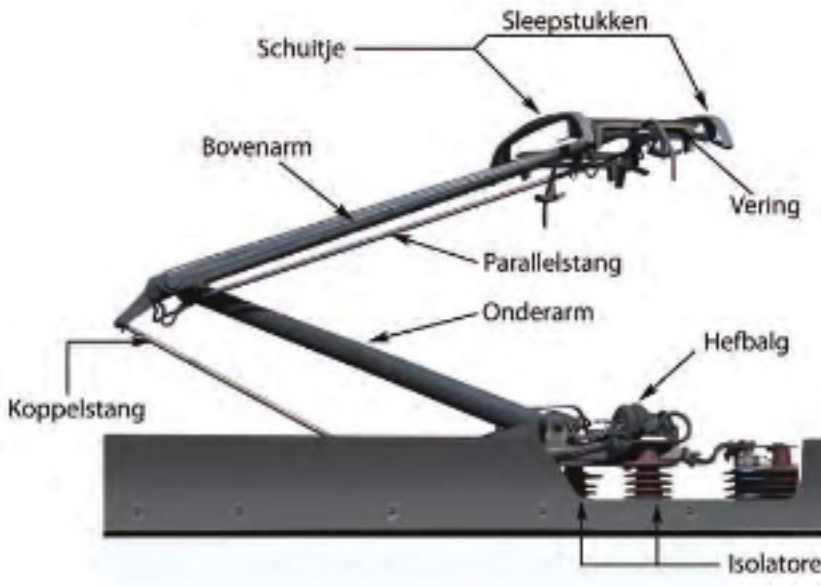
De foto toont de opstelling. De schoepjes kunnen aan de stroomafnemer voor de uitstroomopening van de windtunnel kunnen worden geplaatst. De pijlen geven aan waar draden vanaf de stroomafnemer de krachten overbrengen op krachtsensoren. Hiermee kan de totale kracht en de verdeling van de kracht over beide koolsleeplijsten worden gemeten. De houten plaat zorgt ervoor dat er geen stroming door het symetrievlak van de stroomafnemer is, zodat een halve symmetrische stroming gesimuleerd kan worden.

Aan de hand van de resultaten van deze windtunneltest heb ik een model opgesteld. Dat model kan gebruikt worden in de vorm van een programma geschreven in MATLAB. Aan de hand van een opgegeven geometrie van de schoepjes, in combinatie met informatie over de stroming rond de trein ter plaatse van de schoepjes, voorspelt dit model de krachten op de stroomafnemer. De bedoeling is dat hiermee veel gerichter gezocht kan worden naar de optimale configuratie van schoepjes.

Binnenkort zal er weer een optimalisatiesessie plaatsvinden waarbij mijn model voor het eerst in de praktijk gebruikt kan worden. Natuurlijk hoop ik dan te zien dat mijn model inderdaad het afstellen van de stroomafnemer kan vergemakkelijken zodat treinen sneller toegelaten kunnen worden en veel geld bespaard wordt.



Wervelingen onstaan aan de tippen van het korte schoepje
De lagedrukgebieden op het schoepje zijn blauw




Bovenkant van de stroomafnemer, met daaraan zes schoepjes.

Deze rubriek dient om de leden te informeren over belangrijke ontwikkelingen binnen de vereniging, waar de meeste leden op een andere manier weinig over zouden horen, deze keer:

INTERCONTINENTALE STUDIEREIS INSPIRAÇÃO

Het is alweer een tijdje geleden, maar in november en december van 2008 heeft de Intercontinentale Studiereis Inspiração plaatsgevonden. Een 35-tal deelnemers heeft drie weken langs de zuidoost kust van Brazilië gereisd en daarbij de omgeving op stelten gezet.

Het organiseren van de studiereis was natuurlijk al veel eerder begonnen. Van te voren is er door de deelnemers een vooronderzoek gedaan naar het thema 'Van grondstof tot eindproduct' en er zijn contractonderzoeken gedaan bij bedrijven om de reis betaalbaar te houden. Tijdens de reis toetsen de deelnemers hun bevindingen van het vooronderzoek.

Op 21 november zijn de deelnemers vertrokken, om drie weken lang interessante bedrijven te bezoeken en cultuur te snuiven. In Brazilië is een reis gemaakt langs São Paulo, Curitiba, Florianópolis, Porto Alegre en tot slot Rio de Janeiro. Hier zijn verschillende bedrijven, universiteiten en een ambassade bezocht, zoals vliegtuigfabrikant Embraer, een ondergrondse waterkrachtcentrale van Copel, motorenfabrikant MWM en de federale universiteit van Santa Catharina (UFSC).

Hoewel de deelnemers al geruime tijd terug zijn, zijn de activiteiten omtrent de studiereis nog niet afgelopen. Binnenkort komt er een fotoboek uit waarin de mooiste kiekjes van de reis zijn samengevoegd. Ook wordt er een symposium georganiseerd, waar onder andere het onderzoeksresultaat wordt gepresenteerd. Voor dit symposium is iedereen uitgenodigd.

Lijkt het je leuk om meer te lezen over de ervaringen van de deelnemers tijdens de reis, lees dan de dagverslagen op *www.inspiracao.nl* of bekijk een dagverslagenbundel in de Newtonkamer. Op dit moment zijn we op zoek naar mensen die over ongeveer anderhalf jaar een gave intercontinentale reis neer willen zetten. Lijkt het je leuk zo'n reis te organiseren? Stuur dan een mail naar *bestuur@isaacnewton.utwente.nl* of spreek iemand aan van het bestuur in de Newtonkamer.

UITGELICHT





In het holst van de nacht op 16 februari vertrokken de Euroreizigers. 18 enthousiaste WB'ers stonden te trappelen om 16 dagen lang Europa te doorkruisen en bedrijven als kranengigant Liebherr en het welbekende Cern te bezoeken. Toen men toch onderweg was, werden ook even prachtsteden als Venetië, Milaan en Geneve aan gedaan. Hoogtepunten van de reis bestonden uit een mix van mooie bedrijven, goede lunches , gave steden en goed stuk gaan. Bij terugkomst was iedereen moe maar voldaan en werd er nog even een klein afscheidsbiertje gedaan bij een uitzonderlijk goed geplande wisselborrel.



Op 4 maart nam het eerstejaarsfeest plaats. In samenwerking met S.G. Daedalus en onder het thema 'Dots & Stripes' werd in de Pijp een mooi feest neergezet voor de eerstejaars. Het feest kwam wat traag op gang maar na een uurtje was de zaal goed vol en begon de band Lick met spelen. Na Lick nam de DJ van de Pijp het weer over voor wat altijd mooie feestmuziek. Het was een goed feest.



Het jaarlijkse Newtonfeest vond dit jaar plaats op 12 februari. Het thema dit jaar was "Van het verre Oosten tot het wilde Westen". Vanwege dit brede thema was de variatie in de outfit van de deelnemers enorm, variërend van piraten tot cowgirls en van boeren tot mexicanen. De band Stillus bracht een al even gevarieerd repetoire ten gehore, wat de feestvreugde nog eens extra opstuwde. Voor sommigen was de nacht zeer kort, de excursie naar Heerema vertrok 3 uur na afloop van het feest.



Op 7 januari lag er ijs op de vijver achter het WB-gebouw. Dit betekende dat er dit jaar eindelijk weer een ijsfestijn gehouden kon worden. Zo'n 70 werktuigbouwers bezetten de vijver achter het WBgebouw voor een mooi ijsfestijn. Om 16.00u was er een stempeltocht over de ijsbaan, de winnaar hiervan ging naar huis met kaarten voor Guus Meeuwis en Ilse de Lange. Na deze 'tocht der tochten', zocht men snel de warme koek en zopie op en werd er nog een klein pilsje ter afsluiting gedronken. Ook maakte de hovercraft nog even kennis met het ijs wat mooie plaatjes opleverde.

WAT IS ER DE AFGELOPEN TIJD GEBEURD?



Slechts enkele uren na het eind van het Newtonfeest vertrok een bus naar het westen des lands. Heerema had hun kraanschip de Hermod in de haven van Rotterdam liggen en opengesteld voor een excursie. Dit enorme schip was voor een aantal deelnemers voldoende reden om nachtrust te vergeten en gelijk na het Newtonfeest de bus in te rollen voor de excursie. Het bleek de moeite waard, de excursie was een groot succes.

Evaluatie Nieuws

tekst Jelmer Woudstra

De evaluatiecommissie is het jaar begonnen met een relatief groot aantal evaluaties. Naast de gebruikelijke bachelorvakken en projecten, evalueren we nu ook de (beter bezochte) mastervakken. Dit doen we in het Engels, schrik dus niet van de tevens Engelse samenvattingen. Daarnaast is er dit jaar een nieuw bachelorvak: Beam. Dit vak is naar aanleiding van de evaluatieresultaten van afgelopen jaren ter vervanging van de vakken Applicatiebouw en Modelvorming in het curriculum gekomen. Beam A, het eerste van de vier delen waaruit het vak bestaat, is inmiddels geëvalueerd. Er kan geconcludeerd worden dat het vak positief ontvangen is door de respondenten! Kortom, lees de samenvattingen hieronder door

WISKUNDE HERSTELONDERWIJS

Het Wiskunde Herstelonderwijs (WHO) is dit jaar voor het eerst geëvalueerd. De cursus wordt met een onvoldoende beoordeeld met een 5.9. Negatieve punten waren de informatievoorziening via TeleTop en de terugkoppeling op het werk tijdens de avondcolleges. Deze scoorden onvoldoende met respectievelijk 5.9 en 5.7. Over het nut van de toets in de eerste week zijn de meningen verdeeld (5.9). Over het studiemateriaal waren de studenten wel te spreken, dit werd met een 8.3 gewaardeerd. Ook de afsluitende toets was goed (8.1) en de vragen op deze toets waren zeer duidelijk (9.1).

BEAM A

BEAM A is dit jaar voor het eerst gegeven en maakt een goede start. De respondenten beoordelen het vak voldoende met een 6,5. Opvallend is dat dit tevens vrijwel het laagste cijfer uit de hele enquête is: de inhoud en relevantie scoren beiden goed met een ruime 8. De hoorcolleges worden over het algemeen goed beoordeeld, studenten waarderen de combinatie van hoor- en werkcolleges erg goed (8,3). Tevens sloot de vakinhoud goed aan bij de tijd die voor het vak stond (9,0).

CALCULUS I

Calculus 1 is dit jaar met een 7.2 beoordeeld als ruim voldoende, een lichte verbetering t.o.v. de vorige enquête uit 2005/2006 (6.8). Dit jaar werden de hoor- en werkcolleges in één blok gegeven, dit beviel de respondenten zeer goed (8.7). Ook zijn er casussen toegevoegd aan het vak. Het niveau hiervan was iets te laag (7.1, waarbij 6 precies goed is). Het doel van de casussen, namelijk de relatie tussen wiskunde en werktuigbouwkunde duidelijk maken, scoorde onvoldoende met een 5.7. Ook werd de stof er niet duidelijker door (5.5). Een ander punt dat nog verbeterd kan worden is de hoeveelheid voorbeeldopgaven met uitwerkingen (6.8). Verder wordt op alle punten ruim voldoende tot zelfs zeer goed gescoord!

LINEAIRE ALGEBRA

Lineaire Algebra scoort voor de derde opeenvolgende keer slecht met een 4,3. Na een 4,6 in 2004/2005 en een 4,7 in 2007/2008 is het cijfer dit jaar nog lager. De inhoud wordt niet interessant bevonden door de studenten (4,0) en de structuur & opbouw van de hoorcolleges wordt slecht beoordeeld met een 3,7. Het enige wat van de respondenten bijna een ruim voldoende krijgt, is het tentamen (gemiddeld 6,8). Al met al verdient dit vak absolute aandacht en zal er structureel iets moeten veranderen.

DESIGN TOOLS

The course Design Tools was appreciated with a 5.7. The learning outcome of the course was seen as relevant for the academic development of the students (7.8) and the contents of the course are interesting to the students (8.0). The organization of the lectures was insufficient (3.2). Respondents complained about the availability of software and the facilities for laptops in the lecture rooms. Furthermore, most of the subjects were valuated as sufficient to good.

FLUID DYNAMICS

With only two scores below the mark 8 the course fluid dynamics scores very high. The students are complaining about the amount of work they have to complete and think that, with the study material they received, the course is not suitable for self study. The main complaint is that the first lectures were given too slow (conservation laws), so that there was too little time left for the far more difficult part (potential flow).

TRANSPORT PHENOMENA

The course Transport Phenomena was appreciated with a 7.3. The learning outcome of the course was seen as relevant for the academic development of the students (8.7) and the con-

tents of the course are interesting to the students (8.5). The course was not suitable for self study (4.8), since the weekly tutorials were compulsory. Furthermore, students were relatively satisfied with the course by giving grades between 7 en 9 at the different questions.

NUMERICAL METHODS IN MECHANICAL ENGINEERING

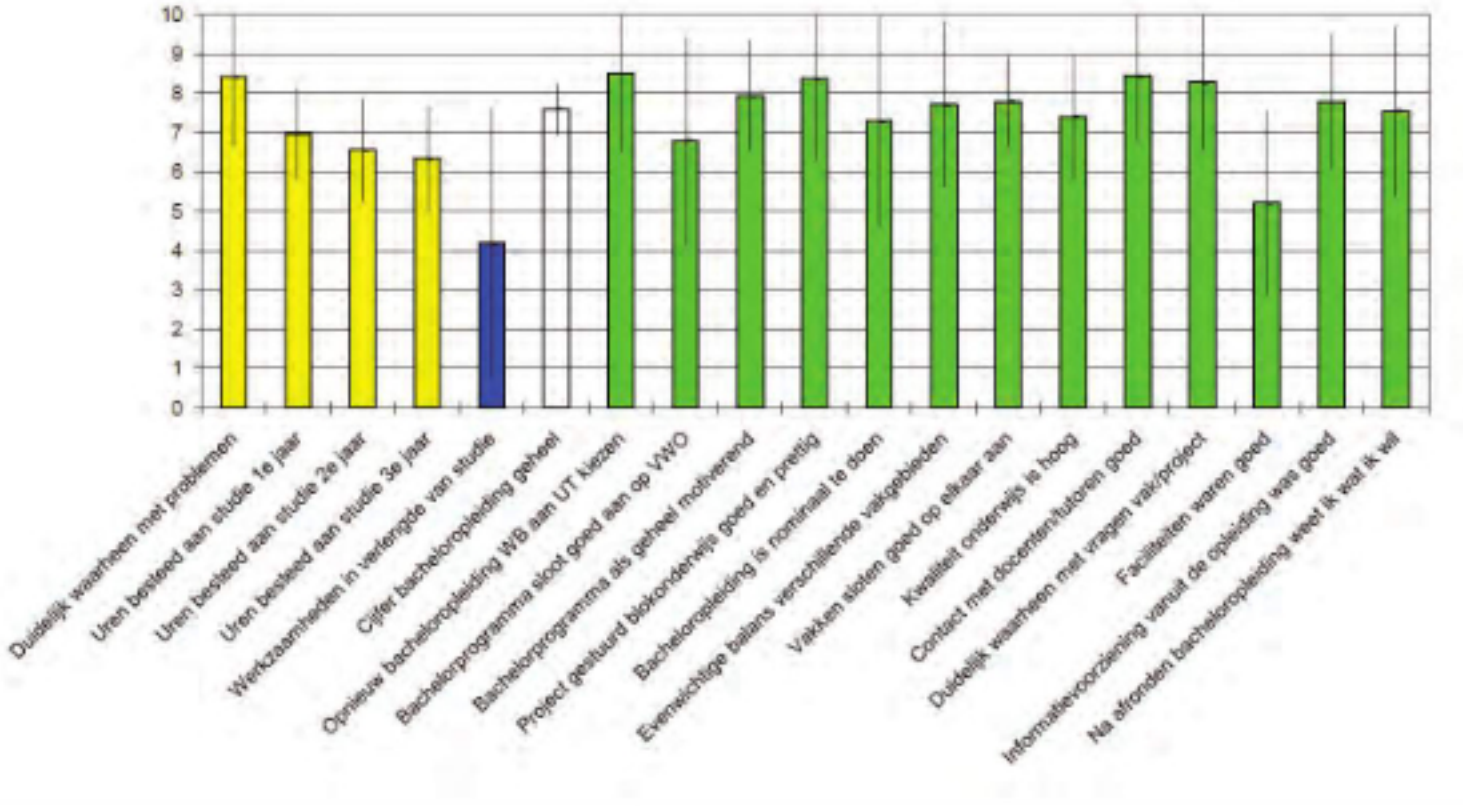
The students appreciated the course NMME, the overall mark is sufficient (6.5). The students were satisfied with the availability of the teachers (8.4), and they see the course as relevant for their profession and academic development (8.6). The speed of the lectures is valuated with a 5.3, which means the speed was a little too fast. Another comment of the students is about the study material, it covered the matter insufficiently (5.4) and the study material was not suitable for self-study (4.0). Other marks were between sufficient and good.

BACHELOR 2007 / 2008

De bachelorfase wordt over het geheel met een 7,6 ruim voldoende beoordeeld. Studenten zijn erg tevreden over het contact met docenten en tutoren (8,4). Ook weten studenten waar ze terecht kunnen met problemen omtrent hun studie (8,4). De respondenten geven aan dat zij niet het idee hebben een goede basis te hebben om aan het werk te kunnen gaan na hun bacheloropleiding(4,8). Verder worden de onderdelen van de bachelorfase voldoende tot goed beoordeeld.

PREMASTER 2007 / 2008

De pre-master opleiding krijgt dit jaar een 7.4 (vorig jaar 7.1). Men vindt de vakken relevant als voorbereiding op de masteropleiding (8.0) en de verroostering haalbaar (7.2). Tevens is het goed duidelijk voor de studenten waar ze heen kunnen met vragen (9.2). De voortgangsregelingen waren voor aanvang van het pakket niet bij alle studenten even goed bekend (6.0), maar ze werden wel als goed haalbaar gezien (8.8).



Colofon

De Appel is een uitgave van het werktuigbouwkundig studiegenoot-schap Isaac Newton in samenwerking met de opleiding Werktuigbouwkunde aan de faculteit der Construerende Technische Wetenschappen van de Universiteit Twente.

Redactie
Joost Maas hoofdredacteur
Anas Hendriks eindredacteur
Alex Budding grafisch ontwerper
Thijs Donderwinkel grafisch ontwerper
Teus Baars redacteur
Stijn van Ewijk redacteur
Jeroen Jansen redacteur
Anne de Jong redacteur
Emma Ligtenbelt redacteur
Sjoerd van der Lippe redacteur
Evren Özcan redacteur
Olav Peuscher redacteur
Mark Voerman redacteur
Daan Wirtz redacteur

Drukker
Printec Offset
Ochshäuser Straße 45
34123 Kassel, Duitsland

Advertenties
p. 2 Enrichment
p. 11 Vanderlande
p. 14 TNO
p. 19 Heerema
p. 28 Fluor
p. 43 DTI
p. 44 IHC

Redactie-adres
W.S.G. Isaac Newton
t.a.v. De Appel
Postbus 217
7500 AE Enschede
tel. 053 - 489 25 31
fax 053 - 489 40 05
e-mail: appel@isaacnewton.utwente.nl

Contact Principieel
e-mail: e.pupupin@utwente.nl
tel. +31 53 489 4535

Uitgave
jaargang 31, nummer 4, maart 2009

Oplage
1100 exemplaren

Abonnementen
abonnementsprijs: € 15,- per jaar
abonnementen zijn te verkrijgen bij het bestuur van W.S.G. Isaac Newton

© 2009 de appel
De redactie is op geen enkele wijze verantwoordelijk voor de inhoud van de aangeleverde kopij en houdt zich het recht voor kopij in te korten en te wijzigen.

Behoud van energie



Het is alweer zover, mijn laatste Woord van de Voorzitter. Op het moment van schrijven zullen wij als alles goed gaat over anderhalve maand de dagelijkse leiding van de vereniging overdragen aan een zestal enthousiaste Newtonmannen. Tot die tijd zal de vereniging al veel van deze mannen te zien krijgen, en mocht je tips, advies of ander commentaar hebben, schroom niet een van hen aan te spreken, te herkennen aan de zwarte kandidaatsdas.

Dit plaatsmaken voor een nieuwe groep bestuurders dwingt mij natuurlijk ook tot een kleine terugblik over het afgelopen bestuursjaar. Een aantal constante factoren waar onze vereniging om bekend staat zijn tot nog grotere hoogte gestegen, bijvoorbeeld de kwaliteit van het magazine dat je nu leest. Ook de drie studiereizen die dit jaar weer hebben plaatsgevonden (Inspiração, de Euroreis en de Beneluxreis) waren wederom erg *succesvol*. *Daarnaast raast de economische* crisis voorlopig ook nog langs ons heen: Het bedrijfsleven is geïnteresseerder dan ooit om met ons samen te werken en de BorrelCie draait recordomzetten.

Maar het is natuurlijk niet slechts succes wat de klok slaat. Na een tijdje de dans ontsprongen te hebben merken ook wij de gevolgen van het algemeen dalende activisme, waardoor het steeds lastiger wordt om mensen te vinden om de vele mooie activiteiten van Isaac Newton te organiseren. Gelukkig lukt het tot nog toe altijd om onze commissies te vullen, en ik ben ervan overtuigd dat dit in de toekomst ook goed zal gaan.

Alle clichés over een bestuursjaar blijken nu toch waar te zijn: Het jaar is voorbij gevlogen, er is veel te veel gedronken en veel te weinig geslapen, als bestuur leef je praktisch in de Newtonkamer. Het is wonderbaarlijk om je te realiseren hoeveel energie en daadkracht je nu werkelijk kan opbrengen als je je een jaar lang met passie inzet voor een vereniging als de onze. We zullen met evenzoveel energie het jaar knalled afsluiten, maar kijk niet raar op als we na onze wissel een paar dagen oververmoeid in ons bed liggen. Onze energie zal dan overgevloeid zijn naar het 52e bestuur, en zo blijft de energie behouden.

Namens het gehele 51e bestuur veel leesplezier gewenst,

Thomas van der Meer
Voorzitter 51ste bestuur de; W.S.G. Isaac Newton

Conanti Dabitur

FLUID-STRUCTURE INTERACTION FOR COMBUSTION SYSTEMS

text A.K. Pozarlik, Thermal Engineering

A major part of the electric power for domestic and industrial use is produced by natural gas fired gas turbines. To reduce their emission of nitric oxide, gas turbine technology evolves to low burning temperatures by introduction of lean premixed natural gas combustion. However, in gas turbines operated in this combustion regime, combustion instabilities related to noise feedback, can occur. The flame with its enormous thermal power and huge density gradient, easily amplifies acoustic pressure changes inside the combustion chamber.

The flame is an acoustic source and produces the sound waves which travel downstream in the combustion chamber and induce a vibration in the liner structure. The acoustic source is modified by the reflected waves and it starts to produce even stronger pressure fluctuations inside the combustion chamber. The self-excited loop is created when the unsteady heat release is in phase with pressure variations and the energy gain in the system exceeds the losses in the acoustic domain. The combustion instabilities will grow then exponentially until they reach a saturation limit. This behaviour leads to a higher vibration amplitude of the liner and finally to even stronger changes in the reflected waves and flame itself. This closed feedback loop is hazardous, when the acoustic eigenfrequency is close to the resonance frequency of the structure. Both processes can amplify each other and finally lead to fatigue damage of the liner.

The possibility of the liner damage should be predicted before it starts to be dangerous for the gas turbine. A numerical approach is attractive to state the hazardous instability frequencies. The partitioning approach for coupling fluid and structure domain is used here. Numerical predictions are compared with the experimental data.

EXPERIMENT

In order to measure vibration of the liner during the combustion process, the setup available at the Laboratory of Thermal Engineering is equipped with a system of windows, see (fig. 1). This transparent system allows optical measurements of the liner velocity. The velocity amplitude

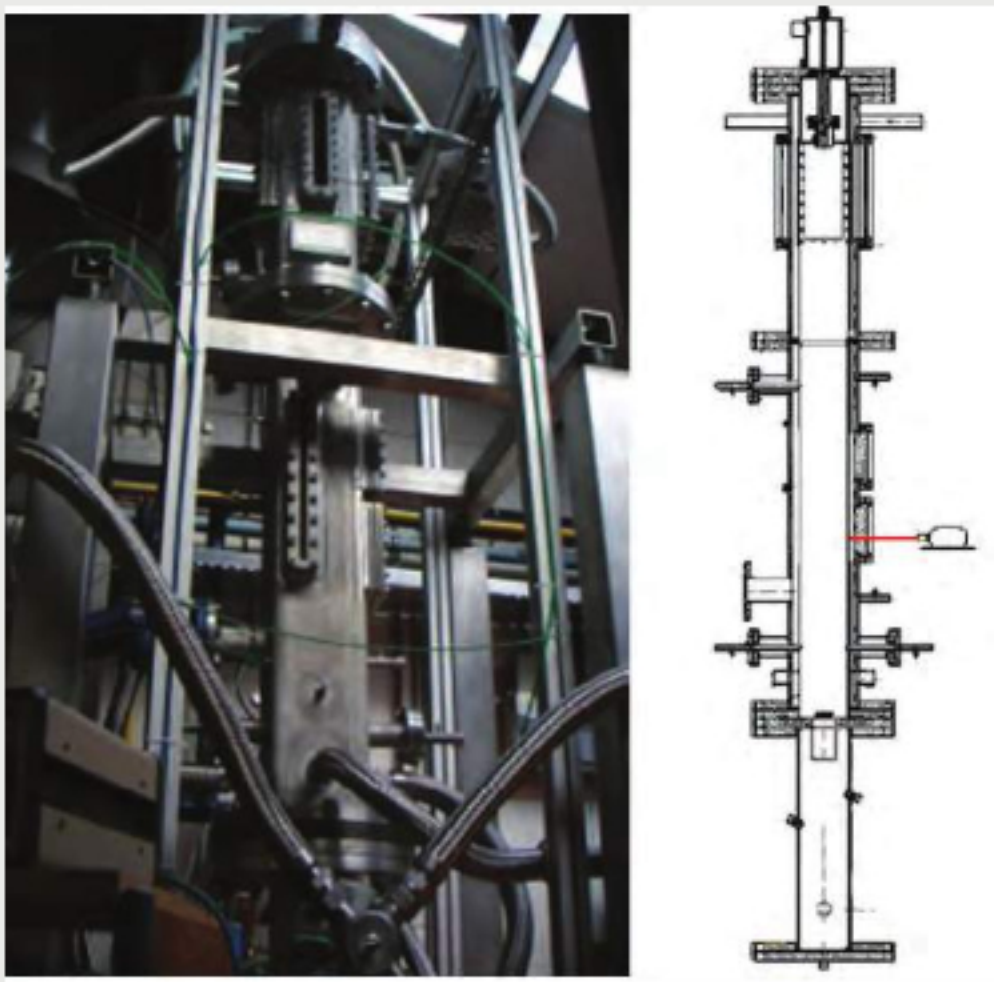
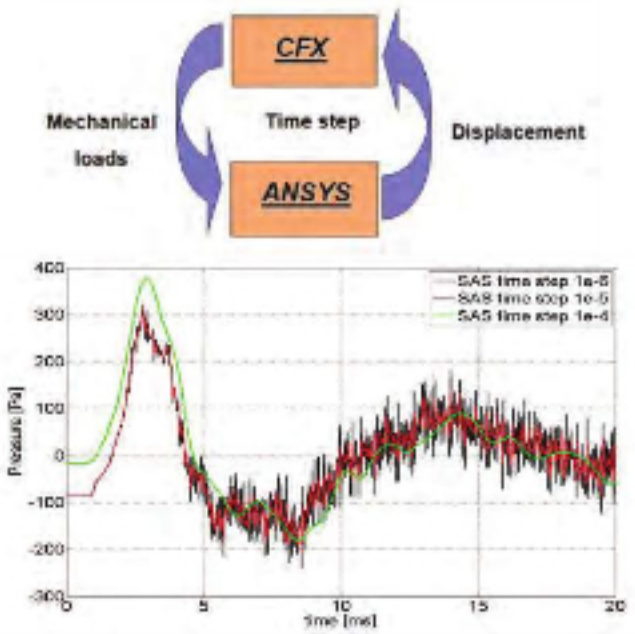
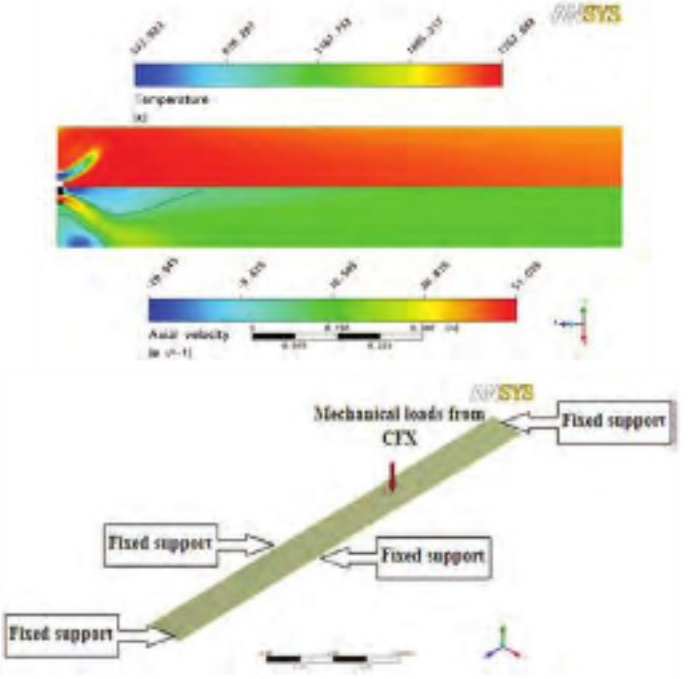


Fig. 1. Combustion setup at the Laboratory of Thermal Engineering





Above: Fig. 2. Data exchange scheme
Below: Fig. 4. Time step influence

Above: Fig. 3. Temperature and velocity profile
Below: Fig. 5. Boundary conditions for CSD analy-

and frequency is obtained with the use of a Laser Doppler Vibrometer. A flexible section with a thickness much smaller than the major part of the liner is located directly behind the transparent window. This thin, flexible section responds stronger to any changes in the pressure field inside the combustion chamber during the transient combustion. To prevent changes in the vibration pattern, there are no pressure sensors, thermocouples or other measurement equipments attached to the flexible wall. Pressure fluctuations are measured with the use of the pressure transducers located along the liner walls.

NUMERICAL DATA

During lean premixed combustion three main phenomena i.e. combustion, acoustics and vibration interact and influence the system behaviour. To investigate all of them, the partitioning numerical approach is employed. Unlike the monolithical approach, where the fluid and structural equations are solved in a single computational domain, the partitioned procedures use independent techniques for the fluid and structure sub-domains and exchange data along the fluid-structure interface. The partitioned approach can thus take full advantage of existing, well developed and tested codes for fluid and structure analysis. Two commercial codes from Ansys, i.e. CFX 11 for the reacting flow calculations and Ansys 11 FEM package for the structural analysis are used here. Exchange of information between CFX and Ansys is possible with the use of the MFX coupling code, available within the Ansys FEM package. The concept of the dynamical exchange of data between the fluid and structural domain through interface connection used here is done for two-way and one-way interaction analysis. For the two-way interaction, data is exchange between solvers every time-step. The CFX sends information about mechanical loads and obtains wall displacement, velocity and acceleration data, as shown on (fig. 2). The one-way interaction concept is reduced to data send from CFX to Ansys. Due to the stiffness of the available liner, no significant displacement of the liner is achieve and as a consequence the changes in the pressure field made by vibrating liner have minor influence on the system performance. Thus applied here, the one-way assumption is a good approximation and no information on the structural displacement needs to be sent back to the CFX code. Both, one-way and two-way interaction concepts are compared and validated against experimental results.

Numerical calculations of the reacting flow are done for a quarter section of the combustion chamber to reduce the number of elements and calculation time. Results of a previous CFD analysis on the full geometry served as inlet conditions. On the investigated wall, a heat transfer coefficient is imposed. Other walls have adiabatic and no-slip conditions. The influence of the pressure from the cooling passage is neglected. Periodic conditions are prescribed on the side walls. The near-wall region is created with the use of prism elements to avoid generating highly distorted tetrahedral elements at the face. The standard SAS-SST model as available in CFX served for modeling the turbulence. The Eddy Dissipation and Finite Chemistry Rate model is used

for the combustion flow calculation. This way, the reaction rate at each step is limited by turbulent mixing or chemical kinetics. The lean premixed natural gas flame is stabilized by two recirculation regions. Temperature and axial velocity profile together with recirculation zones obtained during the steady-state calculations are shown on (fig. 3).

The equivalence ratio of fuel to air is fluctuated with a frequency of 300 Hz and amplitude equal to 8.5%. Previous calculations for the different operating condition and simplified geometry have shown the influence of the time step on the investigated model, see (fig. 4). Due to the fact that calculations with a very small time step would extend numerical investigation enormously, the time step 1e-4 s is chosen. Total calculation time is set to 80 ms.

Parallel to the CFD simulation, the numerical simulation of the combustor wall is done. Material properties of the liner are adequate to the uniform liner temperature of 760 °C. The structural model is reduced to the one liner wall. The side parts of the liner are treated as clamped, as indicated on (fig. 5). On the inside face, the mechanical loads, i.e. pressure and shear from the CFD calculation are transferred. Total calculation time and time step are the same as during the CFD computation.

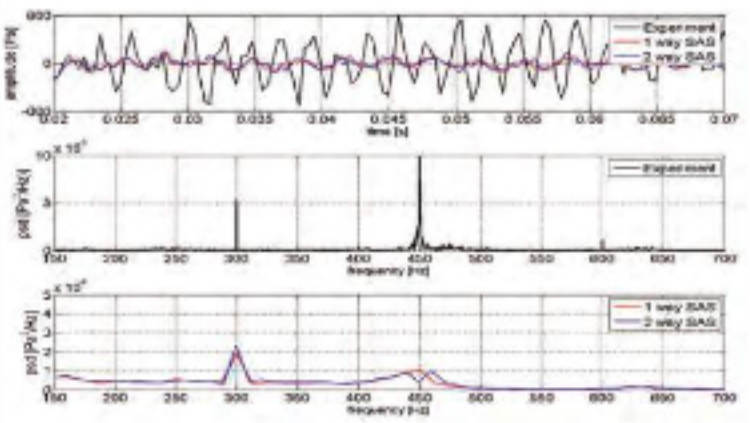
RESULTS AND CONCLUSIONS

Numerical results for the pressure as a function of time show generally good agreement with the experimental data. However, some under-prediction of the amplitude, especially during pressure calculations, by the numerical results can be observed, see (fig. 6 and fig 7). This behaviour is most likely a consequence of the numerical dissipation and dispersion of the acoustic wave due to the time step used for analysis. A smaller time step and higher grid resolution would improve resolving the acoustics. However, this entails much higher computational costs.

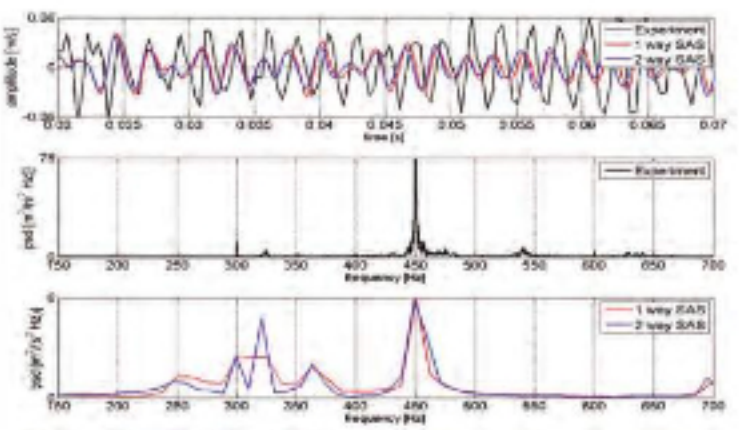
The amplitude of changes in the pressure field leads to high dynamical forces on the liner face, which finally induces strong fluctuations in the material. As a result of smaller fluctuations in the pressure field also the magnitude of the velocity changes during vibrations is lower. However, the difference is not as significant as in the case of the pressure fluctuations. This discrepancy is caused by cooling passage damping which is present during experiment and is not taken into account in the numerical simulations.

Next to investigation of the signals amplitude, the Fast Fourier Transform is performed to check the frequency of the instabilities. Spectral analysis of the pressure and velocity field shows very good agreement between experiments and both numerical models. The forcing pressure peak at 300 Hz is clearly visible in the models, and what is even more important, both models predicted correctly the thermo-acoustic instability peak around 450 Hz, as shown on (fig. 6). Similarly, all characteristic peaks of the liner vibrations are predicted correctly. The forcing peak at 300 Hz and the one associated with the thermo-acoustic instabilities at 450 Hz are visible. Also instabilities around 320 Hz are present in the CSD calculation, see (fig. 7). The pressure and velocity results in the frequency domain demonstrate that the thermo-acoustic instability problem is resolved correctly and the frequency at which failure of the system occurs can be predicted.

The work was performed in the EU sponsored project FLUISTCOM in the Marie Curie Program, contract number MRTN-CT-2003-504183. All experiments and numerical investigation was done at the Laboratory of Thermal Engineering under supervision of dr J.B.W. Kok and prof. T.H. van der Meer.

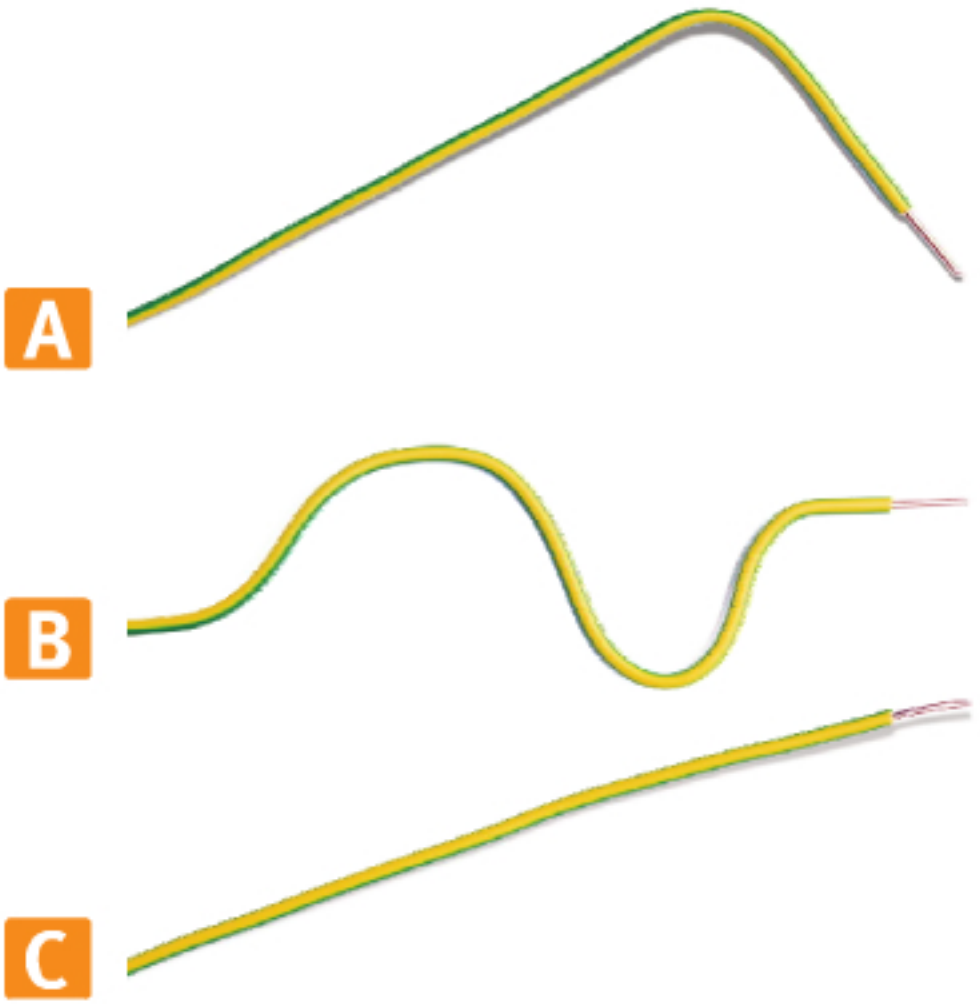


Left: Fig. 6. Pressure data in time and frequency domain



Right: Fig. 7. Velocity data in time and frequency domain

Hoe ziet jouw carrièreverloop eruit?



DTI Engineering is dé intermediair op het gebied personeelsbemiddeling van MBO-, HBO- en universitair opgeleide vak-specialisten in de disciplines werktuigbouwkunde, elektrotechniek en installatietechniek. Ons doel is het bij elkaar brengen van opdrachtgevers en kandidaten op een dusdanige wijze dat hieruit langdurige dienstverbanden voortvloeien.

Meer informatie? Kijk op www.dti-engineering.nl

Vind wat je zoekt!

dti engineering

dé technische intermediair in:
werktuigbouwkunde
elektrotechniek
installatietechniek

DTI Engineering heeft vestigingen in: Eindhoven, Almelo, Amsterdam, Arnhem, Breda, Capelle a/d IJssel en Maastricht

IHC MERWEDE



Werken bij IHC Merwede betekent werken aan grootse projecten. We zijn wereldleider in de bouw van gespecialiseerd baggermateriaal en complexe custom-built-offshoreschepen. Vele tonnen staal die door jouw kennis en kunde tot leven komen. Want zonder jouw bijdrage – hoe klein ook – rolt er geen schip van de werf af. En die bijdrage wordt groot beloond. Naast uitstekende arbeidsvoorwaarden krijg je de kans om alles uit jezelf en je vak te halen. We stimuleren je ontwikkeling, groei en doorstroom. En in het tempo dat jij bepaalt. Want groter dan bij ons kun je niet worden.

Kijk voor actuele vacatures, traineeships en stage- en afstudeermogelijkheden op onze site.

www.ihcjobs.nl

The technology innovator.



Telefoon op kinetische energie

Het bedrijf Ulysse Nardin zal binnenkort de eerste telefoon op de markt brengen die automatisch oplaadt in je broekzak. De 'hybride smartphone', zoals Ulysse Nardin het model zelf noemt, draagt de naam Chairman. Net als bij veel (luxe-) horloges maakt de Chairman gebruik van kinetische energie. Je zou de telefoon dus wel de hele tijd bij je moeten dragen als je hem altijd opgeladen wil houden. De Ulysse Nardin Chairman is een erg luxe-model waarvan slechts 1846 exemplaren beschikbaar zullen zijn. Wat het toestel gaat kosten is nog niet bekend, maar goedkoop zal hij niet zijn. Horlogefabrikant TAG Heuer bracht vorig jaar ook een mobiele luxe-telefoon op de markt: de TAG Heuer Meridiist. **Portablegear.nl**

Hybride dieselbus

In Gent is onlangs de eerste hybride dieselbus in de Benelux gelanceerd. De hybride bus wordt aangedreven door een dieselmotor en een energie-opslagsysteem. Dat systeem slaat de energie, die vrijkomt bij het afremmen, op in een batterij. Daardoor kan de energie op andere momenten gebruikt worden en is zo'n hybride bus stiller dan een gewone bus. De eerste hybride dieselbus rijdt op lijn 3 in Gent en wordt na de eerste drie maanden opgevolgd door een nieuwer model in verband met eventuele kinderziekten. Vanaf juli volgt dan de rest van de 34 hybride bussen, die door Van Hool werden ontwikkeld en geproduceerd. Tegen het einde van 2010 rijden er twintig van deze bussen in Gent, tien in Leuven en vijf in Brugge. Het gaat zowel om stadsbussen, gewone bussen als gelede of harmonicabussen. **BEH**





Wonen in amfibische iglo

Binnenkort wordt het werkelijkheid. De amfibische iglo is ontworpen met het idee dat zowel water als wonen de ruimte moet krijgen in Nederland. De iglo kan daarom zowel op land als op water geplaatst worden en dient als woon- of bedrijfsruimte. Op het dak van de eco iglo zijn 21 zonnepanelen bevestigd die gedurende de dag via een 'sun-tracking' systeem meedraaien met de zon. De Technische Installatie bevat een uitgekiend en op elkaar afgestemd geheel van elektriciteit, koeling en verwarming-, ventilatie- en watersystemen. De eco iglo bestaat uit een duurzame staal-glas constructie. Deze wordt op het land op een betonnen constructie geplaatst en op het water op een drijfelement. De eerste eco iglo wordt een modelwoning en bedrijfspand van Intact Ecodesign. **Idealize.nl**

Schokdemper oogst energie

Drie studenten van MIT hebben een schokdemper ontwikkeld die energie oogst op hobbelige wegen. Zes prototypes zijn ingebouwd in een Humvee, de militaire versie van de Hummer. Deze worden nu in testritten beproefd. De schokdempers zijn gekoppeld aan een hydraulisch systeem dat een hydromotor in beweging zet, die op zijn beurt weer is gekoppeld aan een elektromotor. MIT-student Shakeel Avadhany claimt dat de regeneratieve dempers zorgen voor tien procent brandstofbesparing. Elke demper is goed voor een vermogen van 1 kW. In de Humvee levert dat op een normale – Amerikaanse – weg voldoende elektriciteit op om de belasting van de wisselstroomgenerator over te nemen, of om in de cabine van een truck de koelkast te voeden. **MIT**



Voor Zonsop

tekst Stijn van Ewijk fotobewerking Alex Budding & Stijn van Ewijk

Het contrast is treffend. Het vervallen en halfverlaten complex Langezijds biedt plaats aan de ontwikkeling van een nieuwe hightech zonneauto. Het Solar Team Twente heeft de ontwerpfase bijna afgerond. Voor hen ligt nu het productiestadium, dan begint het testen en aan de horizon komt langzaam de Australische vuurbol in zicht. Vanwege het thema 'Energie' van deze Appel ditmaal een extra uitgebreide Solar Team Twente column.

ogang



'Wat een puinhoop, dachten we toen we hier kwamen', vertelt Emiel Koopmans, aerodynamica-specialist, tijdens de lunch. 'Maar nu ziet het er hetzelfde uit.' We zitten in de gezamenlijke ruimte van het Solar Team Twente en proberen de fruitvliegjes boven een laatste stuk taart te negeren. Het huidige Solar team heeft hier aan het begin van het collegejaar plaats genomen. In het meest noordelijke puntje van Langezijds, op tien minuten loopafstand van de hoofdingang, werken ze verdeeld over verschillende kantoorruimtes aan de volgende zonneauto. Behalve een 'woonkamer' is ook de werkplaats aangrenzend gelegen.

> De werktijd loopt soms op tot 60 a 70 uur per week

'Hier zit ik met de marketingafdeling', zegt Haico Stegink gebarend naar de drie andere bureaus. Zelf heeft hij inkoop, logistiek en secretariaat onder zijn hoede. 'Naast ons werkt de sponsorafdeling en ook enkelen van de technische afdeling. Naast hen zitten nog meer ontwerpers - werktuigbouwers - en dan komen de elektrotechnici.' In totaal telt het team zeventien leden, verdeeld over managementfuncties, technische functies en marketing. Onder hen veel werktuigbouwers, van zowel het Saxion als de Universiteit Twente, maar ook de studies industrieel ontwerpen, elektrotechniek, advanced technology, communicatiewetenschappen en commerciële economie zijn vertegenwoordigd binnen het team.

Stegink wijst op de planning aan de muur. 'We zijn nu bijna aan het einde van de ontwerpfase. Binnenkort kunnen de eerste onderdelen gefabriceerd en vervolgens uitgeprobeerd worden. Daarna zullen de eerste testen met de gehele auto plaatsvinden en begin september gaat de verhuizing naar de andere kant van de wereld van start. Een aantal mensen zal vooruitgaan om alles tot in de puntjes voor te bereiden.'

FAT LADY

Voorlopig echter wordt er hard gewerkt aan de auto zelf. Gekozen is de auto van vorig jaar deels door te ontwikkelen in plaats van een compleet nieuw model neer te zetten. 'Onze aanpak baseert zich op drie pijlers voor verbetering', legt Stegink uit. "Ten eerste gaat de aerodynamica een belangrijke rol spelen. Vorig jaar heeft men meer op de mechanica gefocust, om deze vervolgens te omhullen door een vorm met een zo laag mogelijke weerstand. Dit keer speelt de aerodynamica vanaf de eerste schets een belangrijkere rol. De tweede pijler is de betrouwbaarheid. Deze proberen we te verhogen door eerder met het testen te starten. De kinderziektes moeten eruit voor we in Australië arriveren. Tot slot is het gewicht een belangrijke kwestie. De vorige auto is een beetje een fat lady. Vanwege het kantelbare zonnepaneel moest de vleugel zelfdragend zijn. Dit leidde tot veel extra kilos. We letten nu op iedere gram.'

De twee belangrijkste aspecten van het oude model blijven bestaan: een kantelbare vleugel en fresnel lenzen. Vorig jaar wist het Solar Team Twente hiermee de grootste hoeveelheid energie te vergaren. Vanwege de eerdergenoemde nadelen – hoog gewicht en lage betrouwbaarheid – bleek een zesde plaats het best haalbare. Een eindresultaat dat verre van slecht is – slechts tien teams haalden de finish –, maar de innovatieve technologieën van de zonneauto hebben het potentieel van een winnaar.

'De afspraak is om iedere dag van half negen tot half zes beschikbaar te zijn', legt Emiel Koopmans uit. 'Maar de werktijd loopt soms op tot 60 a 70 uur per week.' Koopmans is samen met een andere werktuigbouwer verantwoordelijk voor de aerodynamica. 'Dit is echt heel anders dan een project bij werktuigbouwkunde. Er is weinig tijd en het moet goed. Bovendien is deelname hier een keuze. Men werkt met passie aan het project.' Koopmans laat de resultaten zien van enkele berekeningen aan de luchtweerstand van een onderdeel. 'Voor deze calculaties worden 8 CPU's gebruikt', grijnst hij. 'Voordat het werk voor het team begon heb ik in de zomervakantie geleerd CFD (Computational Fluid Dynamics) software te gebruiken. We maken een mesh van de luchtstroom en laten daar vervolgens berekeningen op los. Binnenkort gaan we praktijkonderzoek doen, dan gaat een 1:2,5 schaalmodel in de windtunnel getest worden.'

MINUTEN

'Het gaat om race-minuten', zegt Stegink en laat ter illustratie een vel papier vol tabellen met racetijden zien. 'Iedere verbetering wordt uitgedrukt in raceminuten. En iedere minuut telt.' Om succesvol minuten te kunnen schrappen wordt het team bijgestaan door verschillende bedrijven en werknemers van het Saxion en de Universiteit Twente. 'Het is ongelooflijk hoe groot het enthousiasme is. Bedrijven zijn bijna altijd bereid tijd voor je vrij te maken als ze horen dat je van het Solar Team bent.' Bijdragen variëren van specialistische kennis en materiaal tot kleine geldsommen in het 'Adopt a cell' programma. Laatstgenoemde biedt

geïnteresseerden de mogelijkheid deel uit te maken van de Solar Race door voor een klein bedrag een zonnecel te adopteren.

Tim Plattel, werktuigbouwer, heeft de leiding over het team. Voor een goede afstemming tussen de verschillende afdelingen, tussen bedrijven en het team en tussen de verschillende activiteiten zit hij regelmatig aan de vergadertafel. 'Ik ben anderhalve dag per week aan het vergaderen om alle processen te stroomlijnen. Iedereen is heel gemotiveerd en doet zo goed mogelijk zijn ding binnen het team. Het is belangrijk dat alle activiteiten dan wel op elkaar aan blijven sluiten. Ik haal misverstanden weg en houd iedereen goed geïnformeerd.' Door de aard van zijn taken voelt hij zich geen werktuigbouwer: 'Ik heb nog niets uitgerekend of ontworpen. Maar ik moet wel van alles een beetje weten en daarbij komt werktuigbouwkundige kennis goed van pas. Ik denk dat een bedrijfskundige aanzienlijk meer moeite zou hebben om met de technische afdeling te communiceren. Alleen als het om elektrotechniek weet ik ook niet meer. Ik geef wel eens de namen van onderdelen door, maar wat het is of doet blijft vaak een raadsel.'



Spannende momenten zijn er genoeg voor Plattel. Onlangs vloog hij samen met Anne Leenstra, strateeg, de wereld rond om fabrikanten van zonnecellen te bezoeken. Het team gebruikt zonnecellen uit de ruimtevaart. Deze cellen hebben rendementen van 30 tot 32 procent en er zijn maar drie fabrieken ter wereld die deze zonnecellen produceren. Twee daarvan staan in de Verenigde Staten en eentje in Duitsland. Om het betaalbaar te houden koopt het team cellen die voor ruimtevaartapplicaties ongeschikt zijn door kleine productiefoutjes. Wat