

KERNVISIE MAGAZINE

▶ **CLIMATE GAMBLE
DE FINSE AANPAK**

▶ **NIEUW GAMMA
KNIFE VOOR
ANTONI VAN
LEEUWENHOEK**

▶ **CHINA OMARMT
KERNENERGIE**

**NIEUWE HOOGLEERAAR
ALBERT VAN DE WIEL
VERBINDT ZIEKENHUIS
MET TU DELFT**

COLOFON

KernVisie magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

JAARGANG 11, NUMMER 1, FEBRUARI 2016
KERNVISIE VERSCHIJNT TWEEMAANDELIJKS
OPLAGE 2200 EX

ONTWERP & GRAFISCHE REALISATIE

StudioHusken.nl, Den Helder

BESTUUR STICHTING KERNVISIE

Ir. A.M. Versteegh, voorzitter
Ir. G.H. Boersma, secretaris
Ir. E.W. Schuuring, penningmeester
Drs. J.J. de Jong
Ir. J.C.L. van Cappelle
Prof. Ir. R.W.J. Kouffeld
Ir. G.C. van Uiter

REDACTIE KERNVISIE

Ir. G.H. Boersma
M. Jelgersma (Sherpa en de Fries)
E.S. Jelgersma (Sherpa en de Fries)
Dr. Ir. A. van Heek
I. van Kessel (Irene van Kessel Fotografie)

REDACTIE ADRES

Notarisappel 37, 6662 JN Elst
Telefoon: 0481-841156
E-mail: kernvisie@kernvisie.com
Internet: www.kernvisie.com
Bankrekening NL19 INGB 0006 8513 70,
t.n.v. Kernvisie, Foundation for Nuclear Energy te
Zwijndrecht.

OP DE COVER

Dr. Albert van de Wiel - © Irene van Kessel

Distributie, onder vermelding Stichting Kernvisie, via eigen e-mail systemen en gebruik van de informatie voor lezingen, presentaties, studies, discussies, publicaties, enz. wordt op prijs gesteld en toegejuicht.

VOORWOORD

SLUIT GEEN CO₂- VRIJE OPTIE UIT IN DE ENERGIEMIX



Tijdens de klimaatconferentie in Parijs was er ook aandacht voor de rol van kernenergie in de strijd tegen klimaatverandering. Een verrassende bijdrage aan de discussie was het boek *Climate Gamble* van de Finnen Rauli Partanen en Janne Korhonen waarvan zij 3.000 exemplaren gratis uitdeelden tijdens de conferentie. Zij vragen zich in het boek af in hoeverre de milieubeweging verantwoordelijk is voor de klimaatverandering. Door systematisch alle pijlen te richten op kernenergie hebben de producenten van fossiele energiebronnen in de afgelopen decennia goed garen kunnen spinnen, met alle gevolgen van dien. Ik denk niet dat je het zo boud kunt stellen, maar duidelijk is dat je geen enkele CO₂-vrije optie meer uit kan sluiten als gaat om het terugdringen van de broeikasgasemissies. Nucleaire technologie kan niet alleen helpen in de strijd tegen klimaatverandering, ook in de gezondheidszorg is het van levensbelang. De kersverse deeltijdhoogleraar Clinical Medicine and Isotopes for Health dr. Albert van de Wiel (internist bij het Meander Medisch Centrum) wil daarom een brug slaan tussen het klinische werk in een ziekenhuis en de onderzoeksmogelijkheden van de TU Delft. De basis van zijn onderzoek is de inzet van de Instrumentele Neutronen Activerings Analyse (INAA). Het is een 'vergeten' techniek die uitstekende mogelijkheden biedt om monsters te beoordelen op basis van verschillende verval karakteristieken van isotopen van eenzelfde element. En die techniek kan van grote betekenis zijn voor diagnostiek en behandeling van verschillende aandoeningen.

André Versteegh
voorzitter Stichting Kernvisie

K INHOUD

GEZONDHEID

NIEUWE HOGLERAAR ALBERT VAN DE WIEL VERBINDT ZIEKENHUIS MET TU DELFT

Als hoogleraar Clinical Medicine and Isotopes for Health aan de TU Delft wil dr. Albert van de Wiel een brug slaan tussen het klinische werk dat in ziekenhuizen wordt verricht en de onderzoeksmogelijkheden van de TU Delft.



P04

P07 COLUMN

Gastcolumnist ir. Remco de Boer
Angstvisioen

P12 MAATSCHAPPIJ

In Finland is begonnen met het testen van de instrumentatie en controlesystemen van Olkiluoto 3.

P14 ENERGIE

Nieuwe bestralingsmogelijkheden met Gamma Knife in het Antoni van Leeuwenhoek

P17 COLUMN

Aliki van Heek - Carnaval

MAATSCHAPPIJ

FEITEN VOOR DE MIDDENMOOT

Twee 'normale jongens' uit Finland hebben onlangs een beknopt en helder geschreven boek uitgebracht: Climate Gamble. De kernboodschap is al even duidelijk: We kunnen ons niet veroorloven om kernenergie als low-carbon energiebron af te wijzen.

P09

ENERGIE

CHINA ZET ZINNEN OP EXPORT VAN BETAALBARE NUCLEAIRE OPLOSSING

Sinds het ongeluk bij de Fukushima-Daiichi-kerncentrale in 2011 zijn er maar weinig westerse landen geweest die nieuwe kerncentrales hebben gebouwd. Maar in China wordt nucleair enthousiast omarmd als de oplossing voor de interne milieuvuiling en ongekende commerciële kansen in het buitenland.



P18



K P21

NIEUWE ALGEMEEN DIRECTEUR EPZ CARLO WOLTERS: "WE ZIJN NIET GLOSSY."

Op 1 oktober trad Carlo Wolters aan als algemeen directeur van EPZ in Borssele. Door een recruiter benaderd kwam hij op een positie terecht die hij zelf nooit had bedacht. "Ik ben gelokt door het unieke", verklaart Wolters. Inmiddels kent iedereen binnen EPZ hem en kent hij praktisch iedereen.

MEDISCH



meande

NIEUWE HOGLERAAR ALBERT VAN DE WIEL VERBINDT ZIEKENHUIS MET TU DELFT

Als hoogleraar Clinical Medicine and Isotopes for Health aan de TU Delft wil dr. Albert van de Wiel een brug slaan tussen het klinische werk dat in ziekenhuizen wordt verricht en de onderzoeksmogelijkheden van de TU Delft. De kern van zijn werk is de ontwikkeling en toepassing van isotopen in de diagnostiek en behandeling van verschillende aandoeningen. "Ik zie het als mijn taak als academicus om ook in het algemene ziekenhuis mensen te enthousiasmeren onderzoek te doen."

Na zijn promotie in 1986 is Van de Wiel als internist werkzaam in het Meander Medisch Centrum Amersfoort (MMC) dat in die tijd nog Ziekenhuis Lichtenberg heette. Hier werkte hij ruim tien jaar als opleider. Gedurende al die jaren heeft hij zijn belangstelling voor wetenschappelijk onderzoek gehouden en heel bewust de combinatie van klinisch werk weten te combineren met onderzoek. Een combinatie die minder voor de hand liggend is dan het lijkt. "Het MMC is weliswaar groot maar het is geen academisch ziekenhuis", licht Van de Wiel toe. Een algemeen ziekenhuis is een concentratie van voorzieningen ten behoeve van onderzoek, behandeling en verpleging, terwijl in een academisch ziekenhuis naast een aantal functies dat overeenkomt met de algemene ziekenhuizen, de opleidingsfunctie voor medisch specialisten en het verrichten van onderzoek een prominente plaats innemen. Van de Wiel heeft zijn wetenschappelijke ambitie en zijn functie als co-promotor dan ook voornamelijk buiten zijn reguliere werktijden moeten uitvoeren. In die periode had hij geregeld contact met de TU Delft.

VERSCHILLENDE VERVALKARAKTERISTIEKEN

Eén van de eerste onderzoeken die voor samenwerking met Delft in aanmerking kwam, was bloedonderzoek ten tijde van de aids-epidemie halverwege de jaren tachtig. "Ik zat in de bloedbankcommissie en we wilden destijds met het oog op bloedtransfusies onderzoeken hoe je een onderscheid kunt maken in het gedrag van 'eigen' bloedcellen

en donorbloedcellen. Dat kan door ze onderscheidenlijk te markeren", legt Van de Wiel uit. Wat hiervoor nodig is, zijn meetbare concentraties isotopen die weinig schade aan het omliggende weefsel veroorzaken. Het eerste contact met de TU Delft verliep via dr. Marcel de Bruin en later met dr. Bert Wolterbeek en dr. Peter Bode. Van de Wiel: "We wisten de bloedplaatjes van de patiënt in een staal afgenomen bloed met indium-111 te markeren en die van een donor met indium-114. Vanwege de verschillende vervalkarakteristieken konden we zeer succesvol de verschillen tussen de eigen en vreemde cellen waarnemen."

IJZER-59

Ongeveer vijf jaar geleden klopte Wolterbeek bij Van de Wiel aan omdat de afdeling Radiation Science & Technology (RST) van de faculteit Technische Wetenschappen zich meer wilde gaan richten op de toepassing van radio-isotopen en activeerbare stabiele isotopen in de gezondheidszorg. De keuze om in Amersfoort langs te gaan lag in lijn met

de wens om meer regionale ziekenhuizen bij het onderzoek te betrekken. Met name de inzet van stabiele isotopen was een relatief nieuwe stap voorwaarts. De vraag die de TU zich daarbij stelde, was: "Kunnen we Instrumentele Neutronenactiveringsanalyse (INAA) ook in de klinische vraagstelling toepassen?" Van de Wiel: "Een voorbeeld. Om te achterhalen of de behandeling van bloedarmoede met een bepaald ijzerpreparaat onder alle omstandigheden effectief is, moet je weten of en zo ja, ijzer in het bloed wordt opgenomen. Hoe is die opname van ijzer te volgen? Daarvoor werd in het verleden het radioactieve ijzer-59 gebruikt, maar dat gaat gepaard met straling en is dus niet altijd toepasbaar (zwangerschap, kinderen). IJzer heeft vier stabiele isotopen, waaronder ijzer-58. Omdat het niet radioactief is, is het weliswaar veilig, maar lastig te meten. Na toediening van een ijzerpreparaat met verrijkt ijzer-58 worden bloedmonsters van een patiënt in de reactor gebracht en bestraald met neutronen, waardoor het meetbare ijzer-59 ontstaat." Het ijzerproject loopt op dit moment en heeft een directe relatie met de bestrijding van bloedarmoede in Soedan waar het aanbod van vlees gering is en er bovendien complicaties zijn met ijzeropname bij mensen die lijden aan malaria. Onder leiding van Van de Wiel doet een promovendus op dit moment onderzoek binnen het project dat naar verwachting in de loop van 2016 wordt afgerond. Recent is Van de Wiel samen met het Erasmus Medisch Centrum Rotterdam betrokken bij een onderzoek naar botstofwisselingsziekten. "Botbiopten zijn belastend voor een patiënt. ➤

DIVA

URENCO en de TU Delft werken al langer samen in Dutch Isotopes Valley (DIVA) waar het MCA nu naadloos op aansluit. Dutch Isotopes Valley (DIVA) is het samenwerkingsverband tussen URENCO, de Technische Universiteit Delft (TU Delft) en NRG en beoogt patiënten in de toekomst te kunnen blijven voorzien van medische isotopen. De drie partners in DIVA bestrijken het domein van de ontwikkeling en (reactor)productie van medische isotopen, waarbij ontwikkelingswerk naar precursors en (verrijkte) stabiele isotopen (URENCO), het onderzoek naar bestralingscondities en benodigde bestralingsfaciliteiten (TU Delft), en de uiteindelijke (industriële) productie en vermarkting (NRG) op elkaar zijn afgestemd.

We bekijken nu of we in plaats van bot nagels kunnen onderzoeken waarin effecten van stofwisseling zoals bij de jaarringen van een boom zijn af te lezen." Door de nagels met behulp van de INAA-techniek te behandelen, kan specifiek worden gekeken naar de opname van verschillende elementen door het lichaam en de effecten van geneesmiddelen bij de behandeling van botontkalking.

BRUGFUNCTIE

De inzet van INAA was een beetje in de vergetelheid geraakt. Het is een relatief oude techniek die werd opgevolgd door de massaspectrometrie. In een massaspectrometer worden individuele moleculen van een monster, afhankelijk van de ionisatietechniek, in de gasfase dan wel de vloeibare fase geïoniseerd. Deze techniek is weliswaar gevoelig, maar vereist veel handelingen bij het prepareren van de monsters. Van de Wiel ziet juist het voordeel van INAA omdat bij deze techniek ook grotere monsters van vaste stoffen zonder veel voorbereidende handelingen te analyseren zijn. Het werk van het MMC en de TU Delft zijn redelijk uniek in de wereld. Er worden steeds minder onderzoeksreactoren voor dit soort onderzoek gebruikt. "Ik wil de techniek in ieder geval weer op de kaart krijgen en de brugfunctie vormen van het klinische werk dat in ziekenhuizen wordt verricht en de onderzoeksmogelijkheden van de TU Delft."

INAA

Instrumentele Neutronen Activerings Analyse (INAA) is een analysetechniek waarbij het mogelijk is uit de aard en intensiteit van de straling van een geactiveerd monster, kwalitatieve en kwantitatieve gegevens over een monster te verkrijgen. Bij INAA wordt gebruik gemaakt van een reactor om de elementen in het monster radioactief te maken. Hiertoe gaat het monster via buizen met behulp van luchtdruk naar de reactorkern en al naar gelang het element, via dezelfde weg weer terug. Zo kan bijvoorbeeld ijzer-58 worden bestraald waardoor het radioactieve ijzer-59 ontstaat. Dat gebeurt doordat in het monster kernreacties plaatsvinden waarbij de stabiele isotopen van een element omgezet worden in instabiele radioactieve isotopen. Onder uitzending van alfa-, bèta- en/of gammastraling gaan ze weer over in stabiele isotopen. Voor de INAA is de gammastraling het belangrijkste. Deze straling wordt uitgezonden in de vorm van fotonen met een bepaalde energie. Bij verschillende radioactieve isotopen van hetzelfde element is het mogelijk om aan de hand van het energieniveau van deze fotonen de isotopen te identificeren.

ENTHOUSIASMEREN

Eind 2016 gaat Van de Wiel formeel met pensioen maar voor hem houdt het werk na december niet op. Met zijn parttime aanstelling van een dag in de week op de TU Delft besteedt de nieuwe hoogleraar nog een halve dag aan onderzoek in Amersfoort en een halve dag aan het begeleiden van promovendi en het geven van colleges in Delft. "Ik wil het contact met de wetenschap en het ziekenhuis blijven onderhouden. Ik krijg inspiratie van dit werk en die wil ik overbrengen op anderen. Mijn uitdaging is het om klinici maar ook techniek-studenten te enthousiasmeren voor dit type onderzoek." Naast de TU Delft heeft Van de Wiel ook contact met URENCO als producent van stabiele isotopen. Ze hebben volgens hem al aangegeven graag te willen meedenken en participeren in het project. Op dit moment werkt hij nauw samen met de TU Delft en URENCO. "URENCO is meer dan alleen de leverancier van verrijkt uranium en kan met stabiele isotopen voor een goede bijdrage aan de samenleving zorgen." Daarnaast sluit Van de Wiel niet uit dat ook industrieën actief in voeding of geneesmiddelen bij projecten worden betrokken. "Je kunt je voorstellen dat een producent zeker wil weten dat bepaalde elementen ook daadwerkelijk door het lichaam worden opgenomen en dat weet je alleen zeker door het te onderzoeken."



ALBERT VAN DE WIEL

In 1979 rondde Van de Wiel met het behalen van het artsenexamen zijn studie geneeskunde af waarna een specialisatie voor internist volgde met een focus op stofwisselingsziekten. In 1986 promoveerde hij op een onderzoek naar alcohol en het effect op het immuunsysteem. Zijn interesse voor dit onderwerp vormde zich tijdens zijn studie. "Ik wilde destijds meer over wijnen te weten komen en heb op aanraden van mijn slijter het slijtersvakdiploma gehaald. Op die manier ben ik in de 'alcohol' gerold", verklaart hij schertsend. Het was in die tijd dat voor het eerst het advies werd gegeven om één glas wijn per dag te drinken omdat het goed voor het hart zou zijn. In de loop der jaren is veel onderzoek naar de invloed van alcohol op de gezondheid verricht en vele hiervan zijn aan Van de Wiel toe te schrijven, die in totaal meer dan 112 artikelen schreef. Hij heeft diverse onderzoekslijnen geïnitieerd, is co-promotor van diverse promovendi en heeft meer dan 70 aanstaande artsen opgeleid. Naast zijn reguliere functie is Van de Wiel momenteel actief in zorgvernieuwingprojecten, schrijft hij columns in tijdschriften en verzorgt hij nascholingscursussen. **K**

Menno Jelgersma



Christiaan Krouwels

GAST-COLUMN

ANGSTVISIOEN

Murw gebeukt in de jaren zeventig hangt de Nederlandse nucleaire sector nog altijd aangeslagen in de touwen. Of moet ik zeggen 'hing'? Onlangs was namelijk de thorium-community in opperbeste stemming bijeen. Alsof na een lange winter voorzichtig een voorjaarszonnetje doorbreekt. Een dag eerder had de NOS uitgebreid aandacht besteed aan hun gesmoltenzoutreactor (MSR). En vorig jaar was er al een succesvol congres én de oproep van de Tweede Kamer aan het kabinet om 'thorium' serieus te nemen.

Toch is niet alles goud wat er blinkt. Zo zijn de technische uitdagingen nog gigantisch. En dan is er nóg een hobbel, een veel hogere zelfs. Kernenergie staat bij het grote publiek nog altijd gelijk aan dood en verderf. Dat beeld heeft de milieubeweging met succes gevestigd. Een prestatie van formaat als je bedenkt dat kernenergie de minste doden per

kilowattuur kost. Iets wat de vele duizenden weduwen van kolenmijnwerkers wereldwijd kunnen bevestigen.

Voor diezelfde milieubeweging is het eenvoudig om ook thorium aan dat gevestigde rampspoedbeeld te koppelen. Piece of cake. Twijfel, onzekerheid en wantrouwen zijn zo gezaaid en een angstvisioen is eenvoudig geschetst, zéker als je – hoe zeg ik dat netjes – niet altijd even zorgvuldig met de feiten omspringt. Toch is het juist een angstvisioen waar thorium het voor z'n doorbraak van zal moeten hebben. Want er is een relatieve new kid on the block wat gevaar betreft: CO₂.

Tijdens de klimaatop in Parijs was het goed te zien. De paniek bij hardcore klimaatalarmisten als James Hansen over CO₂ is zó groot dat kernenergie steeds vaker als essentieel onderdeel van de oplossing wordt gezien. Bill Gates stopt er al centjes in. Waakzaam als altijd staan antikernenergie-activisten uiteraard op hun barricaden. Maar het is de vraag of ze deze slag winnen. Het anti-CO₂-kamp is met hun succesvolle einde-der-tijden-boodschap een meer dan geduchte tegenstander.

Tel daarbij de niet-aflatende wereldwijde energiehonger en het feit dat de gedroomde CO₂-vrije soorten zon en wind de komende decennia geen volwaardig alternatief voor fossiel zijn, en thorium zou zomaar eens aan de vooravond van een doorbraak kunnen staan. Nucleaire technologie die niet de mensheid vernietigt, maar haar van de ondergang redt. Met dank aan koolstofdioxide – wie had dat kunnen denken. **K**

Remco de Boer

Ir. Remco de Boer

Ir. Remco de Boer is adviseur, onderzoeker en publicist. Zo is hij columnist bij energienieuwsdienst Energiea en bij Delft Integraal, het wetenschappelijke magazine van de TU Delft. Eerder was hij commentator bij technologietijdschrift De Ingenieur en dagblad Cobouw. De Boer publiceerde in 2015 het boek 'Tussen hoogmoed en hysterie', een reconstructie van de strijd tegen schaliegas in Nederland. Eerder verschenen van zijn hand 'Verloren vertrouwen – lessen uit de Utrechtse asbestzaak' en 'Over communicatie en ander ongemak'.



➤ FEITEN VOOR DE MIDDENMOOT

Twee 'normale jongens' uit Finland hebben onlangs een beknopt, toegankelijk en helder geschreven boek uitgebracht: *Climate Gamble*. De kernboodschap is al even duidelijk: We kunnen ons niet veroorloven om kernenergie als low-carbon energiebron af te wijzen. Het gaat er volgens de schrijvers niet om de tegenstander zwart te maken, maar om juist meer begrip te kweken voor de nucleaire optie die noodzakelijk is om desastreus gevolgen van klimaatverandering te voorkomen.

De schrijvers van het boek Janne Korhonen en Rauli Partanen presenteren zich als 'gewone jongens' die niet uit de energiesector komen, noch uit de nucleaire industrie. Korhonen is doctoraal student en onafhankelijk onderzoeker. Partanen is professioneel communicatiespecialist en schrijver en houdt zich al jaren bezig met energievraagstukken. Partanens onderzoek resulteerde in zijn eerste boek: *The world after cheap oil* dat hij schreef met Harri Paloheimo en Heikki Waris. "Na het jarenlang onderhouden van een blog besloten we tot het schrijven van een boek over olie, de rol van olie in onze geïndustrialiseerde samenleving, de redenen achter piek-olieproductie en waarom dit het einde van goedkope olie inluidt, en wat dat allemaal voor jou en mij gaat betekenen."

CROWDFUNDING

De inzichten die het onderzoek bracht en de nare consequenties voor mens en milieu, gaven Partanen het gevoel dat er 'iets' moest gebeuren. "We dachten na over de klimaatverandering en kwamen zo natuurlijk ook terecht bij kernenergie als onderdeel van de oplossing, waarbij we kernenergie zien als een optie tussen andere CO₂-vrije opties zoals wind- en zonne-energie. Na talloze blogposts en discussies over energie en het klimaat, kwamen Partanen en Korhonen op het idee om een nieuw boek te schrijven. "Niet in de laatste plaats omdat we hadden ervaren dat het jarenlang schrijven van blogs over steeds dezelfde onderwerpen niet het effect of de impact had die wij in gedachten

➤ Rauli Partanen (l) - © Partanen
en Janne Korhonen (r) - © Korhonen

hadden." Met het oog op verkiezingen in Finland wilden de auteurs het onderwerp voor een breed publiek ter sprake brengen. "Het manuscript voor een omvangrijk boek was gereed voor publicatie. Maar vanwege de geringe tijd voor de verkiezingen ontstond het idee om eerst een kleiner boek uit te brengen omdat anders niemand vóór de verkiezingen de tijd zou kunnen vinden om een dik boek te lezen. Dit werd de Finse versie van *Climate Gamble*. Aansluitend kwam er een verzoek om de inhoud van het boek tijdens de klimaatop in Parijs toe te lichten. Partanen: "We waren hier direct enthousiast over maar hadden wel ook zoiets van: dan moeten we het boek in het Engels vertalen om gratis uit te kunnen delen aan geïnteresseerden." In totaal werden er 5.000 exemplaren gedrukt, waarvan er 3.000 zijn uitgedeeld. Voor het drukken maakten de schrijvers gebruik van wat zij: "Ons meest ambitieuze crowdfunding-project ooit" noemden. De reacties die ze in Parijs kregen waren bijna allemaal positief. Slechts een handvol mensen beschuldigde hen van nucleair

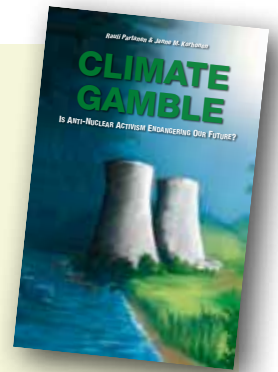
lobbyisme of dat ze verbanden met de nucleaire industrie zouden hebben. "Dat is natuurlijk niet het geval, maar het zou ook wel een trieste zaak zijn voor de nucleaire industrie als onze door crowdfunding gepubliceerde non-profit boek hun 'big thing' in Parijs zou zijn geweest."

SCHREEUWENDE VOOR- EN TEGENSTANDERS

In de loop der jaren is Partanen al heel vaak met anti-nucleaire activisten in discussie gegaan en ziet dat verandering van mening voor de meesten erg moeilijk danwel onmogelijk is. "Het is niet het bewijs dat geldt of overtuigt. Mensen zijn afhankelijk van allerlei mentale processen, maar zijn bijvoorbeeld ook bang om hun baan of vrienden kwijt te raken als ze van mening veranderen. Janne en ik zijn er in de loop der jaren van overtuigd geraakt dat het geen zin heeft met overtuigde anti-nucleaire activisten, die hard de hun leven in dienst stellen van de anti-kernenergiebeweging, in discussie te gaan. In de VS zie je dat ook. Daar is het debat behoorlijk gepolariseerd met schreeuwende voor- en tegenstanders aan beide zijden. Wij richten onze boodschap vooral op de grote middengroep die open staat voor discussie en die wij van feiten kunnen voorzien." Het gaat er volgens hem niet om de 'ander' zwart te maken, maar om juist meer begrip te kweken voor een afwijkend standpunt. Het is een soort zachte maar besliste benadering van een verhard debat. Partanen wijst in dit verband ook op de ondertitel van zijn eigen boek: *Is Anti-Nuclear Activism Endangering Our Future?* Die kan misschien ook wel een beetje minder agressief volgens hem om mensen met een anti-nucleaire mening niet direct op de kast te jagen. Het omvangrijke boek dat ten grondslag ligt aan *Climate Gamble* verschijnt dit jaar in Finland. Er zijn nog geen afspraken gemaakt voor een Engelse vertaling, maar gezien het succes van *Climate Gamble* gaat die er hopelijk snel komen.

BOEKBESPREKING

CLIMATE GAMBLE IS ANTI-NUCLEAR ACTIVISM ENDANGERING OUR FUTURE?



De meeste boeken over kernenergie of radioactiviteit lijken vooral te worden geschreven door overtuigde voorstanders, wetenschappers of fanatieke tegenstanders. Zoniet het boek *Climate Gamble*. Het boek onstond uit een zoektocht van de Finse Janne Korhonen en Rauli Partanen naar de feiten rondom het gepolariseerde klimaat- en energiedebat. Als bezorgde en kritische burgers gingen ze op onderzoek uit en stuitten op verrassende en soms onluisterende waarheden. *Climate Gamble* is een boek geschreven voor en door de bezorgde, kritische burger.

Het boek telt slechts 120 pagina's maar is ruim van voetnoten en verwijzingen voorzien. De boodschap is glashelder. Klimaatverandering vormt een enorme bedreiging voor mens en milieu. De oorzaak ligt bij de verbranding van fossiele brandstoffen dus dat moet worden beëindigd. Met het oog op de groei van de wereldbevolking en de toename van het energiegebruik, moeten we alle CO₂-emissievrije opties inzetten om een ramp te voorkomen, inclusief kernenergie. Voor hun tweede editie hebben de auteurs David Mackay, de schrijver van *Sustainable Energy – without the hot air* bereid gevonden het voorwoord te schrijven. Zijn tekst zorgt dat de lezer meteen op scherp staat. Het ontbreekt ons aan woorden om de broodnodige nuance weer te geven, aldus Mackay. Maken we bij het verschijnsel licht onderscheid tussen felle zon (fel en schadelijk bij langdurige blootstelling) en maanlicht (zacht en onschadelijk), met radioactiviteit

wordt alles over één kam geschoren: levensgevaarlijk. In het boek komen alle grote onderwerpen kort maar krachtig aan de orde en is er ruimte voor nieuwe inzichten zoals Jevon's paradox. Deze stelt dat energie-efficiëntie niet automatisch leidt tot minder verbruik omdat mensen hun energie-efficiënte machines vaker in zullen zetten. Ronduit prikkelend is de stelling dat we met een klimaatprobleem zitten opgescheept omdat milieuactivisten de ontwikkeling van kernenergie jarenlang hebben tegengewerkt. Hierdoor konden de bedrijven met belangen in fossiele brandstoffen goed garen spinnen. NGO's verdedigen zich door te zeggen dat zij ook niet voor fossiel zijn en windmolens en zonnepanelen willen; maar een antwoord voor een afdoende emissievrij backupsysteem ontbreekt vooralsnog. En het blijft niet bij deze spraakmakende stelling alleen. Korhonen en Partanen hebben grondig onderzoek gedaan en hun conclusies liegen er niet om. Een greep: ✘

- Mijnbouw voor renewables en nucleair doen niet voor elkaar onder wat betreft radioactief afval;
- Het WNF liegt het publiek voor door de carbon foot print van Zweden en Frankrijk te vereenvoudigen en zo Duitsland te laten 'winnen' als groene kampioen. Nucleair is volgens het WNF wat CO₂-uitstoot betreft gelijk aan aardgas;
- Het WNF wil 250 miljoen hectare vruchtbare grond, vergelijkbaar met het huidige mondiale grondoppervlak voor graan, voor de productie van bio-fuel inrichten én daarnaast de biodiversiteit behouden;
- De kleinste mogelijkheid op een ongeluk door straling is veel nieuwswaardiger dan de duizenden feitelijke doden door steenkool elk jaar;
- Ondanks de tientallen miljarden die nu in

wind en zon zijn geïnvesteerd, zal vanwege de beperkte levensduur of afname van energieopbrengst geen van de bestaande installaties 2050 halen;

- De rotsformatie boven de eindberging Onkalo in Finland bevat meer uranium dan ooit in de berging zal worden opgeslagen;
- De achtergrondstraling in de tweede stad van Finland, Tampere, is hoger dan in Pripjat bij Tsjernobyl;
- De gemiddelde persoon die vanuit de stralingszone bij Fukushima werd geëvacueerd had ongeveer net zo'n hoge stralingsdosis gekregen als een gemiddelde inwoner van Finland in een jaar.

De vlotte schrijfstijl en de gedegen onderbouwing maken het boek lezenswaardig voor iedereen die een mening wil vormen over het klimaatdebat en kernenergie, maar

zich niet over de streep wil laten trekken door het voor- of tegenkamp. Lees en oordeel zelf. **K**

Menno Jelgersma

Titel: *Climate Gamble*

Ondertitel: *Is Anti-Nuclear Activism Endangering Our Future?*

Auteurs: *Rauli Partanen & Janne M. Korhonen*

Taal: *Engels*

Pagina's: 120

Uitgever: *Cre8 Oy*

Het boek is verkrijgbaar als ebook en gedrukte versie. Voor grotere orders kan direct contact met de schrijvers worden opgenomen: climategamble@gmail.com



PROMOTIE AAN TUDELFT

Op 4 Januari 2016 is Wim Uyttenhove gepromoveerd aan de TU Delft op het onderwerp 'Reactivity Monitoring of Accelerator-Driven Nuclear Reactor Systems'. Het project waar Uyttenhove aan werkte was een samenwerking tussen Studiecentrum Kernenergie (SCK-CEN) in Mol (België) en de

TU Delft. Het betrof het bepalen van de optimale detectorposities voor het meten van de sub-kriticaliteit van een versneller-gedreven reactorsysteem (een zogenaamde ADS). Subkritische systemen zoals MYRRHA dat bij SCK-CEN ontworpen wordt, zijn vooral bedoeld om de actiniden Americium en Curium

uit gebruikte splijtstof op een veilige manier te versplijten. ADS-systemen zijn in tegenstelling tot reguliere reactoren niet kritisch en gebruiken een versneller om het systeem 'aan te drijven'. Het is hierbij belangrijk dat de subkriticaliteit van de reactorkern gegarandeerd kan worden. Meting van dit niveau is dan ook bijzonder belangrijk voor het waarborgen van de veiligheid en voor de bedrijfsvoering van een ADS. Uyttenhove heeft in zijn proefschrift bestudeerd wat de beste locaties zijn voor de detectoren waarmee dit niveau wordt bepaald. Naast theoretische beschouwingen en numerieke analyses, heeft hij ook experimenten uitgevoerd in de kleine Guinevere reactor in Mol en aangegeven hoe deze resultaten kunnen worden geëxtrapoleerd naar een grote ADS als MYRRHA. **K**

*Danny Lathouwers
TU Delft*

ANGELA MERKEL ZET PRODUCTIE WATERSTOFPLASMA WENDELSTEIN 7-X IN GANG

Met een druk op de knop markeerde bondskanselier Angela Merkel begin februari de officiële productie van waterstofplasma in de Duitse Wendelstein 7-X stellarator in Greifswald. Hiermee is een grote stap gezet in het onderzoek naar de ontwikkeling van een stellarator fusiereactor.

Sinds de centrale op 10 december 2015 in het Duitse Greifswald in werking is gesteld, is meer dan driehonderd keer plasma gecreëerd met helium. Dit was voornamelijk om het plasmavat schoon te maken zodat de temperatuur van het plasma kon worden opgevoerd. Het allereerste plasma hield een tiende seconde stand en bereikte een temperatuur van rond de één miljoen graden Celsius. Op 3 februari startte Merkel op het Max Planck Instituut het proces met een druk op de knop.

80 MILJOEN GRADEN CELSIUS

De Wendelstein 7-X is een demonstratiereactor en zal niet worden gebruikt voor energieproductie. Het plasma in de centrale wordt gevormd door met een puls microgolven van twee megawatt een kleine hoeveelheid waterstofgas te verwarmen. Dit resulteert in extreem heet waterstofplasma met een zeer lage dichtheid waarbij de elektronen van de atoomkernen worden gesplitst. Magneetvelden houden het proces in stand zonder dat het extreem hete materiaal de wanden van het vat raakt. Hans-Stephan Bosch, als afdelingshoofd verantwoordelijk voor de bedrijfsvoering van de Wendelstein 7-X: "Met een temperatuur van 80 miljoen graden Celsius en een levensduur van een kwart seconde heeft dit eerste waterstofplasma compleet aan onze verwachtingen voldaan."

STELLARATOR VERSUS TOKAMAK

Wendelstein 7-X is een zogenoemde stellarator fusion reactor en verschilt in ontwerp van de tokamak fusiereactor zoals de Joint European Torus in Groot-Brittannië of de in aanbouw zijnde ITER in Cadarache in Zuid-Frankrijk. Bij de laatste hebben de vaten de vorm van een donut terwijl deze bij de stellarator de vorm van een 8 heeft. In tokamaks is de dichtheid van de magnetische spoelen die het plasma moeten vasthouden dunner aan de buitenkant van de donutring. De 8-vorm omzeilt dit probleem. Ook moet de Wendelstein 7-X straks aantonen dat stellarators, met ontladingen die dertig minuten duren, continu kunnen functioneren. Dit in tegenstelling tot tokamaks die zonder hulpmiddelen alleen in pulsen kunnen ontladen.

De huidige testfase duurt tot halverwege maart. Hierna gaat het plasmavat open voor het plaatsen van beschermende koolstofegels en een 'afleider' die onzuiverheden moet verwijderen. "Met deze middelen vergroten we het verwarmingsvermogen waardoor we hogere temperaturen kunnen behalen en het plasma tot tien seconden stand kan houden", legt projectleider professor Thomas Klinger uit. De komende tijd zal het project verder worden uitgebreid tot het plasma een half uur stabiel blijft. Dat is het moment waarop de onderzoeker kunnen nagaan of Wendelstein 7-X op vol vermogen van 20 MW zijn optimale doelstellingen zal behalen. Dit zal over ongeveer vier jaar zijn. **K**



NRG INDIVIDUAL MONITORING GEACCREDITEERD CONFORM ISO-17025

Begin dit jaar heeft de Raad voor Accreditatie (RvA) het bewijs van accreditatie voor NRG Individual Monitoring (de dosimetriedienst van NRG) uitgereikt. Hiermee heeft NRG Consultancy & Services naast de Inspection & Services accreditatie haar tweede ISO17025 accreditatie in handen.

NRG Individual Monitoring was al erkend door de Nederlandse overheid als dosimetriedienst voor het verstrekken en uitlezen van persoonsdosimeters. Als nieuwe eis voor erkenning is door de overheid gesteld dat de dosimetriedienst geaccrediteerd moet zijn op basis van de norm ISO-17025 "Algemene eisen voor de bekwaamheid van beproevings- en kalibratielaboratoria". De bekwaamheid van NRG Individual Monitoring voor het meten van de persoonsdosis is als onderdeel van de accreditatie door externe vakinhoudelijke deskundigen getoetst. Hierbij is onder andere gekeken naar de toegepaste methoden en naar de competenties van de medewerkers van NRG. Deze toets is met een positief resultaat beoordeeld waarmee NRG Individual Monitoring zich officieel ISO-17025 geaccrediteerd mag noemen. **K**





INBEELD

In Finland is op 12 januari begonnen met het testen van de instrumentatie en controlesystemen van Olkiluoto 3.

“De start van de systeemtesten is de eerste mijlpaal in 2016”, aldus Jouni Silvennoinen, senior vice president van Teollisuuden Voima Oy (TVO).

“De volgende grote stap is in april, wanneer we van start gaan met het testen van de processystemen.

Rond diezelfde tijd zullen we ook de exploitatievergunning aanvragen bij het Finse ministerie van Werkgelegenheid en Economie.” De Finse nucleaire toezichhouder verleende al in 2014 goedkeuring aan het algemene ontwerp van de systemen maar eiste nog verdere studies alvorens een definitieve toestemming te geven. Het ging daarbij vooral om zekerstelling dat de digitale en back-up systemen onafhankelijk draaien van de systemen die in gebruik zijn tijdens de normale bedrijfsvoering van de reactor.

De derde generatie drukwaterreactor is de eerste in zijn soort en zal naar verwachting in 2018 in bedrijf worden genomen. Dit is bijna negen jaar later dan gepland. De installatie zal een elektrisch vermogen van 1600 MWe (netto) hebben. De bouw is een gezamenlijke inspanning van het Franse Areva en het Duitse Siemens AG via hun gemeenschappelijke dochteronderneming Areva NP, voor de Finse operator TVO.

© TVO



K NIEUWE BESTRALINGSMOGELIJKHEDEN VOOR HERSENTUMOREN IN ANTONI VAN LEEUWENHOEK

Het Antoni van Leeuwenhoek beschikt binnenkort over een zogenoemd Gamma Knife. Het instrument biedt betere behandelmogelijkheden voor patiënten met hersentumoren. Het Antoni van Leeuwenhoek is straks het tweede centrum in Nederland – naast het St. Elisabeth ziekenhuis in Tilburg - dat deze stereotactische bestralingstechniek met een Gamma Knife kan bieden.

Het Gamma Knife is een bestralingstoestel dat tumoren en andere kleine hersenafwijkingen vanuit verschillende hoeken uiterst precies kan bestralen. Hierdoor kan een hogere dosis bestraling worden gegeven, met een grotere kans op genezing of ziektecontrole, minder bijwerkingen en een betere kwaliteit van leven. Het bestralingsapparaat beschikt over 192 radioactieve kobaltbronnen, die gebundeld zijn in een kroonachtige kap. De straling van deze kobaltbronnen wordt via heel smalle bundels op één vast punt gericht; ook wel het isocentrum genoemd. De patiënt ligt tijdens de bestraling op een behandelafel, met het hoofd gefixeerd door een masker, of door een zogenoemd minimaal-invasief frame, een frame dat voorafgaand aan de behandeling via kleine gaatjes op het hoofd is vastgemaakt. De behandelafel kan met hoge nauwkeurigheid worden bewogen, waardoor het isocentrum, en dus de bestraling, steeds op het gewenste punt in de hersenen gericht kan worden. De behandeling van patiënten met Het Gamma Knife wordt in het Antoni van Leeuwenhoek multidisciplinair: radiotherapeuten, neurochirurgen, neurologen en radiologen zijn erbij betrokken.

GAMMA KNIFE ICON GEKOPPELD AAN CONE-BEAM CT

Het Gamma Knife Icon die het Antoni van Leeuwenhoek aanschaf, is uitgerust met een cone-beam CT-scan. Dit apparaat zorgt ervoor dat voorafgaand aan iedere bestraling met een CT-scan kan worden gecontroleerd of de patiënt goed ligt, zodat de tumor met de hoogste graad van precisie kan worden bestraald. Het ziekenhuis is nauw betrokken bij de ontwikkeling van de cone-beam CT-scanteknik die momenteel wereldwijd wordt toegepast op lineaire versnellers, en gaat nu wetenschappelijk onderzoek doen naar de toepassing van deze nieuwe generatie van beeldgestuurde Gamma Knife-bestralingen. Dit alles met als doel op een patiëntvriendelijke manier een optimale bestraling uit te voeren en daarbij zoveel mogelijk gezond hersenweefsel te sparen zodat bijwerkingen verminderen.

Professor Marcel Verheij, afdelingshoofd van het cluster Radiotherapie van het Antoni van Leeuwenhoek is blij met de nieuwe mogelijkheden die Het Gamma Knife Icon straks biedt, hij verwacht de eerste patiënten eind 2016 te kunnen behandelen: "De precisie waarmee we een hogere dosis bestraling kunnen geven, is een grote winst voor de

groeïende groep patiënten met uitzaaiingen in de hersenen. Het is voor de kwaliteit van leven van deze patiënten namelijk van groot belang dat hun hersenfuncties zo goed mogelijk bewaard blijven."

TOENAME PATIËNTEN

Het aantal patiënten met uitzaaiingen in de hersenen neemt toe en daarmee het aantal mensen dat baat heeft bij behandeling met het Gamma Knife. Dit komt vooral doordat meer patiënten met uitzaaiingen langer leven door betere systematische behandelingen zoals chemotherapie en immunotherapie; bij hen kan bestraling bijdragen aan een betere kwaliteit van leven. Daarnaast worden patiënten steeds vaker gescreend op uitzaaiingen in de hersenen, waardoor kleine tumoren eerder worden ontdekt en dus beter behandeld kunnen worden. **K**

Noot aan de redactie: Voor meer informatie kunt u contact opnemen met de afdeling PR&Communicatie van het Antoni van Leeuwenhoek, Mariet Buddingh, 06 - 471 34 875. www.careforthebrain.com

<https://www.elekta.com/press/fb667060-fcc6-499d-82d7-7fa3752077ec/>



➤ NUCLEAR SECURITY SUMMIT IN WASHINGTON DC

De vierde, en hoogstwaarschijnlijk laatste, Nuclear Security Summit (NSS) zal van 31 maart tot 1 april worden gehouden in Washington DC in de Verenigde Staten. In 2014 vond de internationale topconferentie over het voorkomen van nucleair terrorisme plaats in Den Haag. Net als in 2014 zal gelijktijdig een Nuclear Industry Summit (NIS) worden georganiseerd.

De NSS is een initiatief van President Obama. In 2009 noemde hij tijdens een toespraak in Praag nucleair terrorisme als een van de grootste bedreigingen voor de internationale veiligheid en kondigde hij een internationale conferentie in de Verenigde Staten aan om over nucleaire veiligheid te spreken. Dit werd de eerste NSS in 2010 in Washington. Twee jaar later werd de tweede NSS gehouden in Seoul en in 2014 volgde de NSS in Den Haag.

Voor en tijdens de NSS werkten landen samen aan de verbetering van hun nucleaire veiligheid. In totaal nemen er meer dan 50 landen en vier internationale organisaties deel aan de NSS. In aanloop naar iedere conferentietop wordt uitvoerig overleg gehouden tussen de landen over verschillende onderwerpen. De onderhandelaars, die bekend staan als sherpa's en sous sherpa's, discussiëren over de geboekte vooruitgang en overleggen over belangrijke thema's, de formulering, de planning en de te

nemen maatregelen. Uiteindelijk leiden deze onderhandelingen tot concrete voorstellen en besluiten, die worden bevestigd op de top en vervolgens gepubliceerd in een communiqué. In sommige gevallen kunnen landen ervoor kiezen om een specifiek thema nog verder uit te werken met elkaar. Zo'n initiatief tussen een aantal landen wordt een 'gift-basket' genoemd en dient als rolmodel voor de andere landen.

NUCLEAR INDUSTRY SUMMIT

De Nuclear Industry Summit (NIS) is een officieel side-event van de NSS waarbij CEO's van over de hele wereld zich buigen om de van de industrie gevraagde nucleaire veiligheid te garanderen, nu en in de toekomst. Op 24 maart 2014 bekrachtigden bijna 200 CEO's van nucleaire bedrijven de officiële slotverklaring van de Nuclear Industry Summit in Amsterdam. In de slotverklaring werden de stappen beschreven die volgens de internationale nucleaire industrie nodig zijn om nucleaire beveiliging nu en in de toekomst te verbeteren. De slotverklaring van de NIS2014 bevatte 13 specifieke toezeggingen. Belangrijke punten van overeenstemming waren het delen van 'best practices', het voortzetten van discussies op nationaal en industrieel niveau over IT-beveiliging, het verder vergroten van transparantie richting het publiek, het terugbrengen van het gebruik van hoogverrijkt uranium (HEU) en het versterken van de controle op hoogradioactief materiaal. Verder benadrukte de verklaring hoe essentieel het gezamenlijk streven naar een sterke beveiligingscultuur op internationaal niveau blijft, evenals ondersteuning door de industrie hierbij. Het document werd de volgende dag door een delegatie van de NIS overhandigd aan de wereldleiders tijdens de Nuclear Security Summit in Den Haag. **K**

VRAAG & ANTWOORD

In de rubriek 'Vraag & Antwoord' beantwoordt een panel van experts lezersvragen. In elke Kernvisie komt er een aan bod. Heeft u misschien zelf ook een vraag? U kunt deze direct stellen aan de Stichting KernVisie via: info@kernvisie.com.

IN EEN UITZENDING VAN VROEGE VOGELS GAF DE HEER PEER DE RIJK VAN WISE AAN DAT EEN KERNCENTRALE SLECHTS EEN BEPERKT AANTAL NOODSTOPS ZOU KUNNEN DOORSTAAN. WAT IS WAT DIT BETREFT DE SITUATIE IN BORSSELE?

In 1972 is rekening gehouden met 400 'noodstops'! Borssele heeft er tot op heden 29 gehad, waarvan 6 in de laatste 10 jaar.

Een reactorsnelafschakeling, zoals wij een 'noodstop' noemen, zegt het eigenlijk al: de reactor wordt snel afgeschakeld. Dit afschakelen gebeurt door elektromagneten uit te schakelen waardoor de regelstaven niet meer worden vasthouden en, bij een centrale zoals Borssele, door de zwaartekracht in de reactorkern vallen. Regelstaven vangen neutronen en daardoor stopt de kettingreactie.

Bij vergunningsaanvraag van een kerncentrale wordt aangetoond dat deze aan het einde van de aangevraagde bedrijfsduur nog veilig is. Dat is nodig omdat onderdelen door het gebruik verouderen. Zoals de stalen hoofdcomponenten, die verouderen door wisselende belastingen. Hetzelfde effect als het heen- en weer buigen van een plastic buis of koperdraad: op den duur breekt het. Zo moet het reactorvat aan het einde van de bedrijfsduur nog sterk genoeg zijn om onder de zwaarste omstandigheden heel te blijven. Bij het ontwerp van het reactorvat is daarom heel goed rekening gehouden met veroudering.

Neutronenstraling zorgt er voor dat staal van een reactorvat in de loop der tijd minder goed tegen een grote belastingverandering kan. De neutronenstraling die het reactorvat gedurende de bedrijfsduur krijgt, is berekend. Daarmee is de sterkte van het staal aan het einde van de bedrijfsduur berekend. Die berekeningen zijn gecontroleerd door de werkelijke hoeveelheid neutronenstraling en de reststerkte van het staal te meten.

Bij een reactorvat zijn het temperatuur- en drukveranderingen die in het staal belastingwisselingen veroorzaken. Deze treden op bij veranderende bedrijfs toestanden, zoals het in- en uitbedrijf nemen van de centrale, vermogensveranderingen, (grote) storingen en



JAN VAN CAPPELLE

Jan van Cappelle

Jan van Cappelle werkt sinds 1993 bij EPZ in diverse engineeringfuncties. Zijn werkervaringen omvatten o.a. het ontwerp van de kerncentrale, vergunningen en veiligheidsanalyses. Hij is tevens één van de woordvoerders van EPZ voor nucleaire veiligheidsonderwerpen.

reactorsnelafschakelingen. Bij de ontwerpberoeeningen wordt een hele lijst opgesteld met alle mogelijke bedrijfstoestandveranderingen en de aantallen waarmee rekening is gehouden. Als al die bedrijfstoestandveranderingen werkelijk zouden optreden, moet het reactorvat nog sterk genoeg zijn voor de grootst mogelijke belastingverandering. Daarom worden al deze bedrijfstoestandveranderingen nauwkeurig bijgehouden. Ten slotte wordt met het inspectieprogramma verzekerd dat de werkelijke veroudering niet groter is dan de berekende.

EPZ heeft aangetoond dat de hoofdcomponenten van de kerncentrale Borssele ook na 60 bedrijfsjaren met ruime marges aan de veiligheidseisen voldoen. **K**



© Irene van Kessel

ANNA SMITH 30 UNDER 30

Forbes, het bekende zaketijdschrift uit de VS, selecteert jaarlijks de 300 meest invloedrijke en veelbelovende mensen in tien verschillende categorieën, namelijk Kunst, Entertainment, Industrie, Media, Beleid, Sociaal ondernemerschap, Handel, Wetenschap, Finance en Technologie. Sinds kort bestaat ook de 'Forbes 30 under 30 Europe' lijst, met een Europese selectie van de 300 jonge topleiders, -uitvinders en -ondernemers in de tien categorieën. Recent is Dr Anna Louise Smith, die samen met Prof Rudy Konings de leerstoel "Chemie van de splijtstofcyclus" invult aan TU Delft, geselecteerd uit duizenden inzenders voor deze Forbes lijst. Zij is met name verkozen voor haar onderscheidend onderzoek aan nieuwe reactoren voor duurzame kernenergie. 'Her research focuses on the materials chemistry of Generation IV designs such as sodium-cooled fast reactors and molten salt reactors, which many hope will prove safer and more efficient than current reactor technology', aldus Forbes. **K**

Bron: <https://nucleairnederland.nl/actueel/assistant-professor-anna-smith-forbes%E2%80%99-30-under-30>

COLUMN



ALAAF!

Bij mij in het dorp wordt het niet zo erg gevierd, maar ik zag ze weer in de krant: de carnavalsvierders, onherkenbaar geschminkt en verkleed en de een nog kleuriger dan de ander.

Het idee van carnaval uit de tijd van vóór de elektriciteitsvoorziening en koeltechniek was te eten zo veel je kon.

Het voedsel dat over de winter was bewaard ging rond deze tijd over de houdbaarheid heen en begon te bederven. Na het carnaval volgt tot Pasen de vastenperiode, traditioneel om de gelovige voor te bereiden door middel van gebed, boete, bekering van zonden, het geven van aalmoezen, verzoening en zelfopoffering (handig die wikipedia). Eigenlijk was dit gewoon een elegante manier van rantsoening van het nog beschikbare eten. Daartoe vierde men vóór de komst van het christendom in onze contreien om deze tijd al het lentefestival, waarbij de maatschappelijke rollen omgekeerd werden en de sociale normen even wat minder golden. Daarom mag je met carnaval ook de draak steken met de gevestigde orde.

Met carnaval gaat men als van alles verkleed, niet het minst als iemand die hoger in aanzien staat, vandaar het grote aantal prinsen, prinsessen, hoogwaardigheidsbekleders en andere belangrijke figuren. De fantasie wordt de vrije loop gelaten.

Als we die fantasie nu eens langs een andere as lieten lopen: stel dat de ene energiebron zich ook kon uitgeven voor een andere? Energie uit intermitterende bronnen (zon, wind) staat hoog in aanzien vandaag de dag, en die uit bijvoorbeeld kerncentrales een stuk lager. Als we met die nucleaire energie nu eens grote ventilatoren gingen aandrijven, naast een windpark? Of sterke lampen laten branden boven een zonnepark? Zo wordt die energie heel mooi groen. Aardig bijeffect is trouwens dat deze twee populaire installaties hun intermitterende karakter verliezen en 24/7 stroom gaan leveren. Misschien eens uitproberen tijdens de volgende carnavalsperiode? **K**

Aliki van Heek

CHINA ZET ZINNEN OP EXPORT VAN BETAALBARE NUCLEAIRE OPLOSSING

Sinds het ongeluk bij de Fukushima-Daiichi-kerncentrale in 2011 zijn er maar weinig westerse landen geweest die nieuwe kerncentrales hebben gebouwd. Maar in China wordt nucleair enthousiast omarmd als de oplossing voor de interne milieuvervuiling waar het land mee kampt. Tegelijkertijd zorgen de Chinese kerncentrales voor ongekende commerciële kansen in het buitenland.

Al in mei 2009 waarschuwde het Internationale Energie Agentschap in Parijs dat de mondiale economische crisis tot vertragingen of zelfs annuleringen van nieuwe kerncentraleprojecten kon leiden. Dit zou resulteren in een vermindering van de nucleaire productiecapaciteit tussen 2015 en 2020. Het ongeluk bij de Fukushima-Daiichi-kerncentrale zorgde voor nog meer weerstand voor nieuwbouw bij de westerse landen.

GEEN SCHOP IN DE GROND IN EUROPA

In de VS zijn er weliswaar vijf kernreactoren in aanbouw, maar eind vorig jaar maakte het bedrijf Entergy Corporation bekend dat het zijn Pelgrim-1 en Fitzpatrick-reactoren vanwege de slechte economische situatie voor nucleair zou sluiten. In het Verenigd Koninkrijk (VK) schaalden de opeenvolgende

kabinetten zich achter kernenergie. Drie bedrijven gingen aan de slag: EDF, NuGen en Horizon, waarbij ze aangaven vooruitgang te boeken met plannen voor de bouw van reactoren in Hinkley Point, Moorside, Wylfa en Oldbury. Maar tot nu toe is er nog geen schop de grond in gegaan en stelde EDF onlangs een definitieve investeringsbeslissing inzake Hinkley Point uit. Dit leidde tot speculatie bij de media over vermeende kostenproblemen. In Frankrijk is kernenergie de belangrijkste energiebron. Dit is een direct gevolg van de oliecrisis van 1973 en de aankondiging door minister-president Pierre Messmer destijds van wat bekend werd als het plan 'Messmer', een reusachtig programma dat was gericht op het produceren van alle elektriciteit van Frankrijk door kernenergie. Op dit moment zijn er 58 Franse reactoren in bedrijf en in 2014 werd 76,9 procent



van alle elektriciteit opgewekt door kernenergie. Maar er is slechts één reactor, de Flamanville-3 EPR, in aanbouw. De voorlaatste reactor die Frankrijk bouwde was de Golfech-2 in oktober 1984. In Duitsland heeft de overheid ervoor gekozen om kernenergie geleidelijk af te schaffen en in plaats daarvan te kiezen voor de Energiewende, waarvan het doel is om over een energiemix te beschikken die voor het grootste gedeelte bestaat uit renewables zoals wind en biomassa. Zwitserland, dat sinds de jaren tachtig geen kerncentrales meer aan het net heeft aangesloten, heeft ook besloten voor een uitfasering te gaan.

ZESTIG NIEUWE KERNCENTRALES

In China, daarentegen, is nucleair een geheel ander verhaal. Het algemene gevoel van de industrie in het westen dat kernenergie op zijn retour is in Europa, en misschien ook in de VS, mag dan overheersen, diezelfde industrie kijkt steeds jaloers en begerig naar het oosten. China heeft op dit moment 33 reactoren in bedrijf en 22 in aanbouw. In de komende tien jaar wordt in China met de bouw gestart van minimaal zestig kerncentrales in een tempo van zes tot acht per jaar. De strategie is

Beijing Smog © Flickr: 大杨

uiteengezet in het ontwerp van het nieuwe Chinese vijfjarenplan voor 2016 tot en met 2020. Het is het dertiende strategische plan van China en het land heeft zich tot nu toe nauwgezet aan het grootste deel van de doelstellingen van de voorgaande plannen gehouden. In het plan wordt omschreven dat de overheid meer dan 89 miljard euro gaat investeren om jaarlijks ongeveer zeven nieuwe reactoren te bouwen tussen nu en 2030. Volgens Xu Dazhe, directeur van de China Atomic Energy Authority zal China tegen 2020 zijn doel dan hebben bereikt met 58 GW (van een huidig vermogen 28,3 GW) aan geïnstalleerde nucleaire capaciteit. Tegen 2050 zou de nucleaire bijdrage de 350 GW in China overschrijven, met ongeveer vierhonderd nieuwe kernreactoren en een totale investering in nucleair van meer dan een biljoen dollar.

De haast om uit te breiden is voor een groot deel het gevolg van de enorme luchtvervuiling in China door de huidige kolencentrales. Volgens James Conca, energie-redacteur voor Forbes, is het 'geen wonder dat nucleair en veel andere vormen van energieopwekking enorm zijn opgeschaald'. China moet haar energieproductie verdubbelen wanneer ze de rest van haar bevolking naar middenklasse wil laten bewegen.

Forbes schrijft verder dat China in de wereldwijde race om nieuwe kerncentrales te bouwen een voordeel heeft ten opzicht van zijn concurrenten; het land beschikt over meer smederijen. Smederijen worden gebruikt voor de productie van drukvaten, de stalen cilindrische vaten die de reactorkern insluiten. Forbes merkt ook op dat China kernreactoren voor een fractie van de kosten kan bouwen ten opzichte van de westelijke landen. Zo kosten bijvoorbeeld zes reactorontwerpen van Chinese origine in Yangjiang, in zuidelijk China, 10,4 miljard euro, een derde goedkoper dan in het westen. Terwijl de twee eenheden van de 610 megawatt Chiangjiang op het eiland Hainan, ook in het zuiden, voor slechts 2,84 miljard euro

worden gebouwd. De recentste kostenraming voor Flamanville-3 bedraagt 10,5 miljard euro, terwijl die aanvankelijk 8 miljard was in 2011. De kosten voor twee eenheden op Hinkley Punt C zijn geraamd op 24 miljard euro.

KERNENERGIELEIDER

Volgens analisten is China's eigen Hualong-1-reactor ongeveer dertig procent goedkoper om te bouwen dan de gemiddelde Amerikaanse kernreactor. In mei begon China met de bouw van zijn eerste Hualong-1-eenheid in provincie Fujian. "Het lijkt alsof een bouwtijd van vijf jaar en ongeveer 1,8 miljard euro per reactor voor China routine is geworden", zei Conca. "Wanneer ze dit volhouden, zal China zich als de kernenergieleider van de wereld positioneren tegen de tijd dat hun middenklasse meer dan één miljard mensen telt." Kernenergie is nu nog maar een klein onderdeel in de totale energiemix van China maar het aandeel wordt snel groter. Aan het eind van 2009 vertegenwoordigde nog slechts ongeveer één procent van geïnstalleerde elektriciteitsproducerende capaciteit, of ruwweg 10 GW van het totaal van China installeerde capaciteit van 950 GW. In 2014 bestond de elektriciteit die door kernenergie was opgewekt al uit 2,4 procent van de totale elektriciteit die beschikbaar was voor consumptief gebruik. Daartegenover was het aandeel waterkracht rond de 15 procent

en de thermische energie, met inbegrip van elektriciteit die door steenkool en andere fossiele brandstoffen werd geproduceerd, nam 83 procent voor zijn rekening.

China gaat vol in op kernenergie. Het begint met de bouw van een reactor om de paar maanden. Dit om het doel te halen - dat nog dringender is door de smog in Peking - om het aandeel niet-fossiele brandstoffen één vijfde van totale energieverbruik in 2030 uit te laten maken (in 2012, kwam 91 procent uit fossiele brandstoffen, volgens het US Energy Information Administration). China wil ook zijn nucleaire bouwexpertise en uiteindelijk zijn ontwerpen exporteren. In oktober heeft het China General Nuclear Power Corporation (CGN) een strategische investeringsovereenkomst ondertekend met het VK voor nieuwe kernreactoren in Hinkley, Sizewell en Bradwell. In Bradwell is CGN van plan om zijn eigen reactorontwerp te bouwen, wat het de eerste westelijke showcase van China's nucleaire technologie maakt.

China ziet een ongekeerde commerciële kans in het VK, waar het een eerste stap kan zetten naar naamsbekendheid op het toneel van de wereldenergie en vooruitgang kan boeken in nucleaire technologie. Peking hoopt dat zijn geplande deelname in het Hinkley Point-project - en de kans om de eigen Hualong One-ontwerp in Bradwell ➤



te bouwen - zal helpen de wereld ervan te overtuigen dat de Chinese nucleaire industrie vergelijkbaar is met traditionele technologie-leiders zoals Westinghouse, dat op dit moment vier van zijn AP1000-reactoren in China bouwt: twee in Sanmen in de provincie Zhejiang en twee in Haiyang in de provincie Shandong. China werkt hard aan haar marketing om de Chinese nucleaire know-how aan de man te brengen. Het land koestert ook grote verwachtingen voor Latijns-Amerika. In het kader van een overeenkomst die in november werd aangekondigd, gaat CNNC twee kerncentrales in Argentinië bouwen en financieren met een waarde van 13,5 miljard euro. De eerste installatie gaat ongeveer 5,4 miljard euro kosten en zal gebruik maken van Canadese Candu-technologie, terwijl de tweede, zoals de voorgestelde installatie voor Bradwell, een eigen Hualong One-reactor zal zijn. De analisten zien daarnaast een potentiële vraag in Zuid-Afrika, waar plannen zijn om 9,6 GW aan nieuwe capaciteit toe te voegen.

Terwijl in West-Europa en Noord-Amerika de houdingen ten opzichte van kernenergie meer en meer gepolariseerd raken, is dat in het verre oosten helemaal niet het geval. De IAEA zegt dat de capaciteit hier tot 219 GW in 2030 zou kunnen bereiken, van 87,1 GW momenteel. Het Nuclear Energy Agency zegt dat Azië een extra 120 GW aan

nucleaire capaciteit van 2014 tot 2025 kan toevoegen, gelijkwaardig aan 46 percent van de nieuwe mondiale capaciteit.

ZORGEN

Japan, Zuid-Korea, India en Pakistan zijn al bekend met het bedrijven van kerncentrales, maar het leeuwendeel van de groei is toe te schrijven aan China. Er zijn ook zorgen over het tempo van de China's nucleaire uitbreiding, in het bijzonder over het vermogen van de toezichhoudende instantie van het land, de National Nuclear Safety Administration. Zhou Zhanggui, assistant director van het juridische bureau Sunshine, dat bureaus heeft in Peking, Shanghai en Hangzhou, stelt dat de plannen om low-carbon kernenergie te introduceren in theorie prima zijn, maar dat er zorgen blijven over de druk op de toezichhouders van China. Volgens hem moeten de verordeningen worden opgevoerd en het tempo van uitbreiding vertraagd. In de VS en in Frankrijk is het gemiddeld aantal toezichhoudende werknemers per reactor 33,5. In China is dat 8,3. "De nucleaire toezichhouder van China heeft een ernstig tekort aan personeel en financiering", aldus Zhou. "China moet de onafhankelijkheid en het gezag van de regelgevende autoriteit voor nucleaire veiligheid versterken en de technische steun verhogen."

WHITE PAPER

In reactie op de roep om meer veiligheid, in het bijzonder op basis van de lessons learned van Fukushima-Daiichi, heeft China in januari 2016 haar eerste White Paper over kernenergie gepubliceerd. Hierin wordt ingezoomd op beleid en maatregelen om op nucleaire noodsituaties voorbereid te zijn en de nucleaire veiligheid te bevorderen. Zo wordt in de White Paper verzekerd dat de nucleaire veiligheid zal worden versterkt, een proces dat parallel zal lopen aan de ontwikkeling van China's nucleaire industrie. "China heeft altijd prioriteit aan de veiligheid gegeven bij de ontwikkeling van zijn nucleaire industrie", staat te lezen in het rapport.

NUCLEAR ENERGY AGENCY

Volgens de Nuclear Energy Agency kan nucleair een oplossing zijn voor het tweeledige probleem van China; de strijd tegen verontreiniging en een verslaving aan steenkool. En als een nul emissie-alternatief zijn de voordelen voor zover het milieubehoud wordt aanschouwd, gelijk aan wind, zon of waterkracht, aldus het agentschap. Het punt is niet dat nucleair een aanzienlijk groter aandeel van de taart in China zal opeisen, maar dat kerntechnologie zal worden ontworpen, vervaardigd en geconstrueerd op eigen bodem. Forbes rapporteerde dat door het optimaal benutten van westelijke technologie en deze aan te passen en te verbeteren, China grotendeels zelfvoorzienend is geworden in reactorontwerp en -bouw, evenals in andere aspecten van de brandstofcyclus zoals productie. Dit alles, ongeacht de belofte van nul emissies, markeert een belangrijke stap voor een land dat zelden als leider in technologie wordt gezien. Nu de transitie naar een low-carbon economie wereldwijd doorzet, zal niet alleen China zich richten op kernenergie. Wereldwijd zullen steeds meer landen op zoek gaan naar betaalbare nucleaire oplossingen. **K**

Bron: NucNet - David Dalton





ALIKI VAN HEEK NIEUWE VOORZITTER KIVI KERNTECHNIEK EN NNS

Tijdens de Algemene Leden Vergadering van de KIVI KE/NNS werd op 22 januari 2016 Aliki van Heek gekozen tot voorzitter. Ze volgt hiermee Jan Leen Kloosterman op die de functie de afgelopen drie jaar vervulde.

Van Heek is werkzaam als Team Manager Consultancy Radioactive Waste & Decommissioning bij NRG en is de eerste vrouwelijke voorzitter. Ze zal in ieder geval de komende drie jaar de functie bekleden. Oud-voorzitter Jan Leen Kloosterman blijft als bestuurslid betrokken bij de organisaties. Van oudsher werken bestuursleden vanuit respectievelijk KIVI Kerntechniek en NNS samen om hun activiteiten te organiseren. Beide organisaties zijn onderdeel van een grotere moederorganisatie, respectievelijk het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIVI) en de European Nuclear Society. "Een aantal decennia terug was de afdeling KIVI-KE vooral gericht op kernenergie", vertelt Van Heek. "De laatste jaren zie je dat de focus is verbreed en dat er ook aandacht is voor andere toepassingen van de nucleaire technologie. Het gebruik van isotopen voor medische doeleinden en het gebruik van stralingsbronnen voor industriële

toepassingen bijvoorbeeld. Dat is een goede ontwikkeling die ik als voorzitter graag zou willen voortzetten." Ingenieurs die werkzaam zijn in de nucleaire sector of belangstelling hebben voor nucleaire technologie kunnen lid worden van de KIVI afdeling Kerntechniek. De Netherlands Nuclear Society is open voor iedereen. "Beide organisaties zijn zogenoemde learned societies", legt Van Heek uit. "Dat wil zeggen dat onze focus ligt bij het vergroten van kennis van onze leden op het vakgebied van nucleaire technologie. Dat doen we door drie tot vier keer per jaar een symposium te organiseren waarbij we sprekers uitnodigen voor lezingen rondom een bepaald nucleair thema. Dit kan over nucleaire energievoorziening gaan, maar ook bijvoorbeeld over medische isotopen. Vaak is de locatie het KIVI-gebouw in Den Haag, maar soms treden ook nucleaire bedrijven elders in Nederland als gastheer op." Verder ziet de nieuwe voorzitter in de toekomst mogelijkheden voor

samenwerkingen met gelijksoortige organisaties in andere landen. "We hebben in het verleden al een keer een succesvolle bijeenkomst georganiseerd met onze Belgische collega's; zo iets zou ik graag nog een keer doen. Dat kan met nucleaire societities uit de andere landen maar ook bijvoorbeeld met ingenieursverenigingen of andere organisaties. Ik heb goede contacten met de Duitse nucleaire sector en Groot-Brittannië heeft ook een actieve nucleaire ingenieursvereniging. Voor ons heeft zo'n samenwerking een groot voordeel omdat in die landen het nucleaire programma groter is en we dus veel van ze kunnen leren." Een ander onderwerp waar Van Heek zich de komende tijd hard voor wil maken is actieve ledenwerving. "Ik zou graag het gesprek openen met de werkgevers in de nucleaire sector", vertelt Van Heek. "De laatste jaren loopt het ledenaantal langzaam terug, dat is bij bijna alle KIVI-afdelingen het geval. Maar bij de olie-industrie wordt door de bedrijven het lidmaatschap actief aangemoedigd, wat weer goed is voor het ledenaantal van de betreffende KIVI afdelingen. Een lidmaatschap biedt absoluut voordelen voor je werknemers: het versterkt het netwerk, kennis wordt gedeeld en uitgebreid en mensen krijgen gevoel voor de nucleaire sector in den brede. Ik hoop dat we de werkgevers kunnen overtuigen van deze benefits." Tijdens de Algemene Ledenvergadering vonden er ook andere wisselingen in het bestuur plaats. Zo trad penningmeester Bram Paul Jobse (EPZ) af. Zijn functie wordt overgenomen door Edwin Vollenbroek (URENCO). Roy Veldhof (URENCO) werd benoemd als vicevoorzitter en Jan van Capelle (EPZ) als NNS-bestuurslid. Hans Codée (COVRA) treedt terug als bestuurslid, zijn functie zal worden overgenomen door Ewoud Verhoef (COVRA). **K**



© EPZ

➤ NIEUWE ALGEMEEN DIRECTEUR EPZ CARLO WOLTERS: "WE ZIJN NIET GLOSSY."

Op 1 oktober trad Carlo Wolters aan als algemeen directeur van EPZ in Borssele. Door een recruiter benaderd kwam hij op een positie terecht die hij zelf nooit had bedacht. "Ik ben gelokt door het unieke", verklaart Wolters. Inmiddels kent iedereen binnen EPZ hem en kent hij praktisch iedereen.

Zijn positie als directeur van EPZ was niet de uitkomst van een lang gekoesterde droom om de algemeen directeur van de enige kerncentrale in Nederland te worden. Wolters werd door een recruiter benaderd die hem op de nieuwe functie attendeerde. "Ik had er eigenlijk nog nooit aan gedacht, maar werd wel gelokt door 'het unieke' om algemeen directeur van een kerncentrale te kunnen worden. En negen

maanden later zat ik in Borssele", vat Wolters de afgelopen maanden samen.

EMISSIEVRIJE ENERGIEOPWEKKING

Voor hij bij EPZ aan de slag ging, heeft Wolters zo'n beetje alles gedaan wat met energieopwekking te maken heeft. Hij startte in 1992 zijn loopbaan bij de Demkolec kolenvergasser in Buggenum en bekleedde

diverse operationele en technische functies, waarvan de laatste vier jaar als plantmanager. Voor hij bij EPZ aan de gang ging, werkte hij als vicepresident Asset Management bij het Zweedse energiebedrijf Vattenfall en was verantwoordelijk voor het Asset Management van het productieportfolio van elektriciteits- en warmte-installaties in Europa en de investeringsplanning. Wolters was in het verleden betrokken bij design, productie, onderhoud en decommissioning van installaties. Hij ziet steeds meer de voordelen en de noodzaak in van de CO₂-emissievrije elektriciteitsproductie. "Ik kon op een gegeven moment ook kiezen om mijn carrière op het gebied van kolenvergassing in China voort te zetten, maar het was de luchtverontreiniging ter plaatse die mij ervan heeft weerhouden. Als je kunt kiezen tussen het schone strand van Vlissingen of de mondkapjes in China is de keuze snel gemaakt."

BETROUWBAARHEID VAN DE INSTALLATIE

Elektriciteitsproducent EPZ heeft een kerncentrale van 515 MW en een windturbinepark van 24 MW. Wolters trad



➤ Splitsstof opslagbassin

aan op het moment dat al bekend was dat de kolencentrale per 1 januari van 2016 gesloten zou worden. Dat betekende dat de centrale nog tot eind december 2015 kon doordraaien om de restantvoorraad kolen op te stoken en de installatie af te schakelen. "Het was een slechte tijd voor EPZ. Het is een kleine organisatie en door een aantal ernstige incidenten en het bedrijfsongeval waarbij een medewerker van een buitenfirma op het kolenpark van EPZ kwam te overlijden, vond ik het verstandig om de productie in kolencentrale onmiddellijk te staken." Op dinsdag 24 november werd de kolencentrale definitief uit bedrijf genomen. De laatste bunkering van kolen vond een dag daarvoor nog plaats waarna op dinsdagmiddag

omstreeks 14:00 uur het vuur in de ketel definitief doofde.

Het bleek geen eenvoudige keuze, maar wel eentje die Wolters typeert: veiligheid gaat voor alles. En die instelling komt hem bij het bedrijven van de enige Nederlandse kerncentrale in een sector waar alles om veiligheid draait, goed van pas. Het past ook bij het imago van EPZ wat Wolters 'degelijk en misschien zelfs wat saai' noemt. "Maar dat is wel zo prettig", licht hij toe.

"Ik benadruk veel liever de betrouwbaarheid van de installatie. We zijn niet 'glossy'." Naast de leveringszekerheid zorgt de kerncentrale ook nog eens voor betaalbare energie. "We produceren stroom die goedkoper is dan door fossiele brandstof

opgewekte stroom en substantieel goedkoper dan wind- en zonneenergie." Daarmee levert KCB een aanzienlijke en 'goedkope' bijdrage aan de beperking van de CO₂-uitstoot. "Wanneer je de hoeveelheid stroom die wij de komende jaren nog gaan leveren door windturbines zou willen vervangen, zou dat een extra investering vergen van twee à drie miljard euro."

Waar natuurlijk wel rekening mee gehouden moet worden, is de ontmanteling van de kerncentrale na 2031. Hiervoor is de Stichting Beheer Ontmantelingsgelden Kerncentrale Borssele (SBOK) in het leven geroepen.

Wolters: "Elke vijf jaar wordt bekeken of de hoogte van het bedrag op basis van nieuwe inzichten moet worden bijgesteld." Wolters zit op zijn plek bij EPZ. Hij roemt het positieve opleidingsklimaat binnen het bedrijf. "EPZ-ers hebben vaak lange dienstverbanden. Mensen komen op MBO-niveau binnen en volgen daarna niet zelden HBO of academische opleidingen." Zelf volgt hij momenteel een opleidingstraject nucleair. Dit traject is op maat gemaakt maar ook de directeur zit gewoon in de klas tussen zijn mensen van EPZ om de kneepjes van het vak te leren. Iets wat hij als directeur die tussen zijn mensen wil staan alleen maar prettig vindt. "Ik ken de mensen en de mensen kennen mij. Dat maakt het werken bij EPZ leuk." **K**

Menno Jelgersma





**WORD
BEGUNSTIGER*
VAN STICHTING
KERNVISIE
EN ONTVANG
KERNVISIE
MAGAZINE
6X PER JAAR**

De Stichting KernVisie streeft naar het vergroten van het draagvlak voor kerntechnologie en al haar toepassingen. Haar communicatiemiddelen zijn het tweemaandelijks magazine Kernvisie en de website. De website levert regelmatig, op de Homepage als zodanig aangegeven, nieuwe actuele informatie op het gebied van de nucleaire technologie. Daarnaast verzorgen vertegenwoordigers van de stichting lezingen en gastcolleges. De stichting streeft er naar om de informatie over kerntechnologie toegankelijk en aantrekkelijk te maken voor haar lezers en bezoekers van hun website.

WILT U ZICH AANMELDEN ALS BEGUNSTIGER VAN STICHTING KERNVISIE?

Geef dan uw gegevens door via het contactformulier op de website:

www.kernvisie.com

** De bijdrage is minimaal 25,- euro per jaar (studenten 10,- euro), over te maken naar het banknummer NL19 INGB 0006 8513 70 ten name van Kernvisie, Foundation for Nuclear Energy te Elst.*



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

E-mail: kernvisie@kernvisie.com