

KERNVISIE MAGAZINE

▶ **KERNCENTRALE-
BOUWERS
ERKENNEN
GEDRAGSCODE**

▶ **IAEA TOETST
NEDERLANDSE
OVERHEID**

▶ **CHINESE HTR
BEREIKT MIJLPAAL**

**IAEA TC WERKT
AAN VREDE
EN WELVAART**

COLOFON

KernVisie magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

JAARGANG 9, NUMMER 3, JUNI 2014
KERNVISIE VERSCHIJNT TWEEAANDELIJKS
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. Schuurung, penningmeester
Drs. J.J. de Jong
Ir. J.C.L. van Cappelle
Dr. F.C. Klaassen
Prof. Ir. R.W.J. Kouffeld
Ir. G.C. van Uitert

REDACTIE KERNVISIE

Ir. G.H. Boersma
Dr. F.C. Klaassen
M. Jelgersma (Sherpa en de Fries)
E.S. Jelgersma
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

Kwaku Aning (DDG en HotDoTC) © 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

AANDACHT VOOR DE 'ZACHTÉ KANT VAN NUCLEAIRE TECHNOLOGIE'



Lezers van Kernvisie Magazine weten dat nucleaire techniek betrekking heeft op meer gebieden dan alleen maar energievoorziening. Regelmatig berichten wij over nieuwe medische toepassingen (ook weer in deze uitgave) en de rol van nucleaire techniek in de industrie. Het is dan ook jammer dat veel mensen nog steeds een associatie met nucleair hebben die zich beperkt tot kernwapens, Tsjernobyl en in het beste geval met de productie van elektriciteit en radioactief afval. Afgelopen maand bracht Kwaku Aning, adjunct-directeur generaal en hoofd van de afdeling Technical Cooperation (TC) van de IAEA een bezoek aan Nederland. Hij besteedde aandacht aan de 'zachte kant van de nucleaire technologie', zoals hij dat zelf omschreef, die veel verder gaat dan alleen de stroomvoorziening. De TC biedt een breed scala aan vreedzame nucleaire hulp voor ontwikkelingslanden. Van de ontwikkeling van rijstgewassen, die bestand zijn tegen zout water tot de bestrijding van de dodelijk tseetseevlieg; van grondwateronderzoek in de Sahel tot kankerbestrijding. Aning die namens het IAEA verantwoordelijk is voor het assisteren van landen om hun capaciteiten ten aanzien van nucleaire technologie en wetenschap op te bouwen, licht in deze uitgave zijn werk en dat van de TC toe. Verder vertelt Daniëlle Kurpershoek, secretaris Nuclear Principles, in dit Kernvisie Magazine over de Principles of Conduct, de vrijwillige gedragscode waaraan 's werelds grootste kerncentralebouwers zich hebben geëngaat en die in verscheidene opzichten nationale wet- en regelgeving overstijgt. Let ook nog even bij InBeeld op de Nederlandse bijdrage aan de nieuwe EPR, de kerncentrale in aanbouw bij Flamanville waar Mammoet onder andere verantwoordelijk is voor het inhijzen van het reactorvat. Wij hopen daar in een latere editie nog eens uitgebreid op terug te komen.

André Versteegh, voorzitter Stichting Kernvisie

K INHOUD

MAATSCHAPPIJ

NUCLEAIR VOOR VREDE EN WELVAART

De Technical Cooperation (TC) van de IAEA biedt een verrassend breed scala aan vreedzame nucleaire hulp voor ontwikkelingslanden. Deputy Director General en Head of the Department of Technical Cooperation Kwaku Aning: "Het is voor de meeste mensen niet voor te stellen dat deze technologie, die zo vernietigend kan zijn, ook een zachte en vreedzame kant heeft."

P04-06

P07 **ENERGIE**

Duitse overheid moet nutsbedrijven 2,2 miljard euro terugbetalen

P12 **INBEELD**

Mammoet hijst reactorvat in nieuwe kerncentrale

P15 **GEZONDHEID**

Peter de Kubber nieuwe directeur protonencentrum

P16 **V&A**

Lezersvragen worden beantwoord door deskundigen

P17 **COLUMN**

Door Alik van Heek

P18 **MAATSCHAPPIJ**

Drie promovendi van de TU Delft

GEZONDHEID

ELEKTRONRESONANTIES EN DNA-SCHADE

In januari van dit jaar verscheen in het wetenschappelijk tijdschrift Nature het artikel 'Resonant Auger decay driving intermolecular Coulombic decay in molecular dimers' over de vraag hoe elektronresonanties kunnen leiden tot DNA-schade. Dr. Mark Konijnenberg en Prof. dr. J. Fred Verzijlbergen, beiden werkzaam op de afdeling nucleaire geneeskunde van het Erasmus MC, verdiepen zich in het artikel.

P08-09

ENERGIE

KERNCENTRALEBOUWERS ERKENNEN GEDRAGSCODE

In 2008 kwamen op uitnodiging van de Carnegie Endowment for International Peace de grootste kerncentralebouwers en een groep nucleaire experts bijeen en werden de Principles of Conduct opgesteld.



K P20

IAEA TOETST NEDERLANDSE OVERHEID

Nederland verwelkomt in november 2014 voor het eerst een internationale commissie van het IAEA die de overheid in Nederland gaat toetsen aan de eisen van de IAEA op het gebied van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming. De commissie heeft de overige West-Europese landen met een kerncentrale al bezocht. Nederland is als lidstaat met een kleine, maar diverse, nucleaire sector de hekkensluiter.



➤ KWAKU ANING OVER DE ZACHTTE KANT VAN NUCLEAIRE TECHNOLOGIE

De Technical Cooperation (TC) van de IAEA biedt een breed scala aan vreedzame nucleaire hulp voor ontwikkelingslanden. Van de ontwikkeling van rijstgewassen die bestand zijn tegen zout water tot de bestrijding van de dodelijke tseetseevlieg. En van grondwateronderzoek in de Sahel tot kankerdiagnose en -behandeling. Deputy Director General en Head of the Department of Technical Cooperation Kwaku Anin bezocht in mei Nederland om te vertellen over het werk van zijn departement.

Het staat in artikel 2 van de statuten van het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA) van de Verenigde Naties: 'Het Agentschap streeft de bijdrage van nucleaire technologie voor de vrede, gezondheid en welvaart over de hele wereld te versnellen en te vergroten.'

Via het programma van de TC helpt de IAEA haar lidstaten capaciteit op te bouwen, te versterken en te behouden voor het veilige en vreedzame gebruik van nucleaire technologie. Alle lidstaten komen in aanmerking voor ondersteuning en hulp. In de praktijk richten

de meeste projecten zich op behoeftes en noden van de ontwikkelingslanden. De TC vormt hiermee een van de pijlers van de IAEA: het programma ondersteunt 125 landen en financierde talrijke nationale, regionale en interregionale projecten. De combinatie van gespecialiseerde technische kennis en ontwikkelings samenwerking maakt het departement uniek in de Verenigde Naties.

STERIELE TSEETSEEVLIEG

"De IAEA staat vooral bekend als de nucleaire waakhond, maar we doen zoveel meer. Onze wereldwijde bijdrage aan de ontwikkeling van gezondheid, welvaart en vrede is veel minder bekend, terwijl dat een belangrijk onderdeel van de IAEA is", aldus een gepassioneerde Kwaku Anin. Hij bezocht in mei Nederland op uitnodiging van het ministerie van Buitenlandse Zaken.



© Irene van Kessel

Naast een lezing die hij gaf in Den Haag, bezocht hij ook het Reactor Instituut Delft en het Antoni van Leeuwenhoek ziekenhuis in Amsterdam. Het bezoek bood hem de gelegenheid om persoonlijk op zoek te gaan naar kansen voor samenwerking en om het diverse werk van het Department of Technical Cooperation onder de aandacht te brengen. “We hebben projecten op heel veel verschillende gebieden. Van voedselzekerheid en landbouwtoepassingen tot watermanagement en volksgezondheid”, vertelt Aning. Hij heeft een hele rits aan voorbeelden van TC-projecten over de hele wereld paraat. “Met behulp van nucleaire technieken hebben we bijvoorbeeld een nieuwe rijstsoort ontwikkeld die groeit in zout water voor boeren die kampen met verzilting van hun landbouwgrond. Maar ook de tseetseevlieg hebben we

succesvol kunnen bestrijden met behulp van nucleaire technologie.” In Ethiopië vormde de tseetseevlieg een grote bedreiging voor mens en dier. De vlieg verspreidt een parasitaire ziekte die een veestapel kan verwoesten en bij mensen de slopende slaapziekte overbrengt. Eerdere inspanningen om de ziekte en de vlieg onder controle te krijgen hadden maar beperkt succes. “In samenwerking met de overheid hebben we de milieuvriendelijke technologie genaamd de Steriele Insect Techniek (SIT) toegepast. Vrouwelijke tseetseevliegen leggen maar één keer in hun leven een aantal volgroeide larven die zich ontwikkelen tot poppen. We maken de mannelijke poppen steriel door ze bloot te stellen aan gammastraling. Vervolgens verspreiden we deze steriele mannetjes in grote hoeveelheden met een vliegtuig boven een gebied waar slaapziekte heerst. Omdat de mannetjes steriel zijn en de vrouwtjes maar een keer paren, daalt de omvang van de populatie meteen in dat gebied”, legt Aning uit. “Een ander voorbeeld is het gebruik van gammabestraling om de houdbaarheid van voedsel te verlengen en ziektekiemen te doden. Dat heeft direct resultaat op de volksgezondheid en zelfredzaamheid van mensen in de ontwikkelingslanden.”

VREDZAAM

De website van de TC laat een indrukwekkende lijst van succesverhalen uit de afgelopen jaren zien. Toch zijn deze verhalen lang niet bij iedereen bekend. “Het is zo diep verankerd in ons collectieve bewustzijn dat nucleaire technologie gevaarlijk is, dat het voor de meeste mensen niet voor te stellen is dat deze technologie, die zo vernietigend kan zijn, ook een zachte en vreedzame kant heeft”, verzucht Aning. “Ik spreek dagelijks met mensen, overheden en professionals op zoek naar samenwerking voor de projecten van TC en het gebeurt regelmatig dat alleen de term ‘nucleair’ ze al afschrikt. Zeker na de ramp in Fukushima zijn mensen huiverig

voor alles wat met nucleair te maken heeft.” Hij betreurt dat de nucleaire industrie haar stem niet luider heeft laten horen rondom Fukushima. “Er zijn zoveel doden gevallen ten gevolge van de aardbeving en de tsunami en toch ging alle aandacht uit naar Fukushima, dat is spijtig. Als IAEA zijn we niet in de positie om ons uit te spreken voor of tegen kernenergie maar als hoofd van de afdeling TC probeer ik zo vaak en zo veel mogelijk te vertellen over de vreedzame toepassing van de nucleaire technologie binnen ons programma. Bezoeken, zoals deze aan Nederland, zijn dan ook van groot belang.”

PACT

Eén van de grote projecten binnen TC is het PACT-project dat staat voor Programme of Action for Cancer Therapy. In de vergaderzaal van het Antoni van Leeuwenhoek ziekenhuis laat Aning een A4 zien met een overzicht van het aantal doden per ziekte en de bijbehorende beschikbare fondsen in ontwikkelingslanden. Met 4,8 miljoen doden is kanker de dodelijkste ziekte, gevolgd door HIV en aids met 2,1 miljoen doden. Daar staat tegenover dat er voor de bestrijding en preventie van HIV en aids 6,2 miljard dollar beschikbaar is, terwijl dit voor kanker 168 miljoen is. “De ziekte kanker is nog steeds een taboe in veel ontwikkelingslanden. Het wordt gezien als een dodelijke ziekte waar men liever niet over praat. Overheden zien het nog niet als een prioriteit”, verklaart Aning het verschil, “Terwijl de ziekte een serieuze bedreiging voor de mensen vormt.” Hij laat een tweede A4 zien met daarop een wereldkaart die weergeeft hoeveel mensen toegang hebben tot een medische faciliteit met radiotherapie. In Europa, Noord-Amerika en Rusland kleurt de kaart donkergroen, een teken dat hier de meeste faciliteiten zijn voor de diagnose en behandeling van kanker. Zuid-Amerika en Azië hebben oranje en geel gekleurde landen waar de faciliteiten minder talrijk zijn, maar in Afrika springt het grote aantal rood gekleurde landen ➤



✦ Bedrijfsbezoek Reactor Instituut Delft. V.l.n.r Anne van Wijk (BZ), Klaus de Rijk (BZ), Dirk-Jan van de Berg (TU Delft), DDG Kwaku Aning, Rik Linssen (RID), Peter Bode (RID), Janneke Vrijland (BZ). © Irene van Kessel

eruit. Hier is geen enkele radiotherapie beschikbaar. "Wanneer je kanker hebt en in Somalië woont, dan heb je pech", luidt de sombere conclusie van Aning. "Gelukkig heeft het actieplan voor de preventie en bestrijding van 'noncommunicable diseases' van de World Health Organisation (WHO) gezorgd voor meer bewustzijn rondom de problematiek van kanker. Landen realiseren zich nu dat er iets moet gebeuren. Met PACT zetten we een internationaal netwerk op om zo de benodigde technologie, kennis en faciliteiten beschikbaar te stellen voor de ontwikkelingslanden. Dit doen we in nauwe samenwerking met de International Registration of Cancer, de WHO en nationale organisaties die zich bezighouden met de bestrijding en preventie van kanker." Voor landen waar nog geen enkele kankergelateerde gezondheidszorg beschikbaar is, wordt eerst door het team van PACT een impact assessment gehouden. Hierbij gaan experts ter plekke kijken wat de situatie is en wat het beste plan van aanpak is. "Het is belangrijk om een compleet pakket te bieden. Alleen maar een centrum voor radiotherapie neerzetten is niet genoeg, er moet ook publieksvoorlichting worden gegeven om mensen te onderwijzen wanneer ze naar de dokter moeten gaan om te voorkomen dat het centrum meteen wordt overlopen. Er moet voldoende deskundig personeel zijn om de behandelingen uit te kunnen voeren. En er moet naast behandeling en diagnostiek ook

palliatieve zorg geboden kunnen worden." Samenwerkingsverbanden met nucleair geneeskundigen en onderzoekers uit de ontwikkelde landen vormen een belangrijk onderdeel van PACT maar ook de nucleaire industrie kan bijdragen. "We zijn nu in onderhandeling met de leveranciers van apparatuur voor radiotherapie", geeft Aning als voorbeeld. "Er zijn op dit moment drie vormen van radiotherapie beschikbaar: een lineaire versneller, BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) en radioactief kobalt. Een lineaire versneller werkt alleen bij betrouwbare elektriciteitslevering, iets wat de ontwikkelingslanden vaak niet hebben. BNCT is te geavanceerd voor ze; dus dan blijft kobalt over. Echter, deze vormt wordt in de ontwikkelde landen uitgefaseerd en onderdelen hiervoor zijn dus moeilijk te verkrijgen. Wij proberen de leveranciers nu te overtuigen van het belang om dit product te continueren. Er ligt tenslotte ook een enorme afzetmarkt voor ze in het verschiet!"

ZELFVOORZIENEND

Aning trad in januari 2011 aan als Head of the Department of Technical Cooperation en heeft sinds die tijd de wereld rondgereisd om TC-projecten te bezoeken en fondsen te werven. PACT is voor hem één van de indrukwekkendste samenwerkingsprojecten maar ook het watermanagementproject in het Sahelgebied in Afrika ligt hem na aan het hart. Miljoenen mensen lijden in deze

regio's aan een tekort aan water, gebrek aan sanitaire voorzieningen en kampen daardoor met ziekten zoals diarree, dysenterie, tyfus en cholera. Gewassen en vee gaan verloren door watertekort en grootschalige hongersnood, en politieke onrust vormt een permanente dreiging. Met behulp van isotopen kunnen de diepe ondergrondse watervoorraden in kaart worden gebracht om op die manier een effectief en eerlijk watermanagement te realiseren. "Je moet je voorstellen dat deze mensen afhankelijk zijn van hun vee en/of hun land. Wanneer deze verloren gaan, hebben ze niks meer. Wanneer er dan een rebellenleger voorbij komt met de belofte van geld of voedsel in ruil voor strijd, dan is de keuze snel gemaakt. Verbetering van het beheer van watervoorraden is daarom essentieel voor de vrede en gezondheid van deze kwetsbare groep. We leren ze niet alleen waar het water in de diepe ondergrond zit, maar ook hoe ze het zuinig kunnen beheren." De grote uitdaging voor de toekomst ligt voor Aning in het zelfvoorzienend maken van de projecten van de Technical Cooperation. "We hebben de initiatieven stevig neergezet. De volgende stap is nu om financiële instellingen en banken zover krijgen dat ze zich willen inzetten voor de ontwikkeling van deze projecten en landen. Op die manier kunnen we de landen en mensen structureel laten groeien." **K**

Ellen Jelgersma

K EEN SCHULD VAN 2,2 MILJARD EURO AAN DUITSE NUTSBEDRIJVEN

Duitsland moet onmiddellijk een bedrag van 2,2 miljard Euro terugbetalen van heffingen die door EOn en RWE zijn afgedragen. Dit in afwachting van een definitieve beslissing hierover door het Federale Constitutionele Hof dan wel het Europese Hof.

Deze voorlopig laatste uitspraak in de slag om de nucleaire brandstofheffing in Duitsland kwam van de belastingkamer in Hamburg. Deze uitspraak bevestigde opeenvolgende uitspraken gedaan sinds de bedrijvers van de kerncentrales een heffing moesten gaan betalen van 145 euro per gram uranium of plutonium dat in de reactor werd geladen. De heffing zou ongeveer de helft van de winst die met de kerncentrales werd gerealiseerd moeten wegnemen.

Deze heffingsopzet was het resultaat van onderhandelingen in 2010 tussen de regering en de nutsbedrijven over een amendement op de atoomenergiewet van 2002. In die wet werd geregeld dat de Duitse kerncentrales langer in bedrijf konden blijven dan oorspronkelijk afgesproken. Maar de regering kwam terug op die overeenkomst in reactie op de gebeurtenissen bij Fukushima in 2011. Het amendement behelsde het terugdraaien van de in 2002 afgesproken verlenging van de bedrijfsduur en het sluiten van een aantal oudere centrales, maar handhaafde echter de heffingen. De nutsbedrijven accepteerden deze aanpassing niet en legden het besluit aan de rechtbank voor.

De uitspraak van Hamburg luidde dat de nutsbedrijven in hun recht stonden met de eis ontheven te worden van het betalen van de heffingen en dat aan hen een bedrag van 2,2 miljard euro moest worden terugbetaald van al geïnde heffingen. Dit in afwachting van een uitspraak over de rechtsgeldigheid van de opgelegde heffingen. Twee Gerechtshoven bezitten de rechtsmacht om over de zaak voor eens en altijd te beslissen. Allereerst is dat het Duitse Federale Constitutionele Hof, dat kan besluiten dat de heffing onconstitutioneel is omdat het is gericht op het verminderen van winst in plaats van het verminderen van verbruik van elektriciteit. Maar daarnaast kan het Europese Hof uitspreken dat de heffing onwettig is omdat de heffing betrekking heeft op de inputkant



van de centrales (de brandstof) en niet op het geproduceerde product (elektriciteit). En dat is strijdig met het uitgangspunt van uniformiteit van heffingen geldig voor de 28 landen van de unie. Een uitspraak van een van beide hoven zou de zaak regelen, maar een definitieve uitspraak zal nog zeker vele maanden op zich laten wachten.

EOn heeft een vordering van 1,7 miljard euro en RWE ongeveer 500 miljoen. Voordat er sprake was van de heffingen en de Duitse aanval op kernenergie als gevolg van 'Fukushima', behoorden de beide bedrijven tot de sterkste nutsbedrijven in Europa. Men zocht naar mogelijkheden om te investeren in de steeds verder integrerende concurrerende Europese energiemarkten. Men verwacht dat de belastingdiensten beroep zullen aantekenen tegen de laatste uitspraak in een poging om elke terugbetaling op z'n minst te vertragen. EOn gaf aan dat het verwachte bedrag voorlopig nog niet als zodanig in de boeken zal worden opgenomen.

Naast het bestrijden van de heffing zal RWE ook de schade van de door de gedwongen sluiting in 2011 van de Biblis centrale veroorzaakte verliezen claimen. Het betreffende besluit hiervoor van de deelstaat Hessen werd al als onwettig aangemerkt door het Duitse Hoge Gerechtshof in januari jongstleden. Een andere kerncentrale, EnBW, die voor 45 procent eigendom is van de door een 'Groene' regering bestuurde deelstaat Baden-Württemberg, bestrijdt de door de sluiting geleden centrale echter niet. Het Zweedse Vattenfall bestrijdt de sluiting van twee centrales in Duitsland waarin Vattenfall belangen heeft, door middel van internationale arbitrage. **K**

Bron: WNN

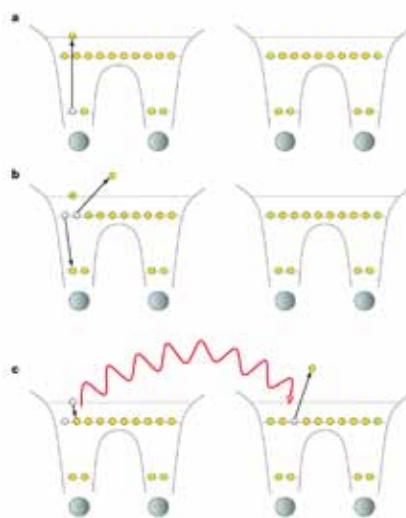


RESONANT AUGER DECAY DRIVING INTERMOLECULAR COULOMBIC DECAY IN MOLECULAR DIMERS

Lage energie elektronresonanties kunnen tot DNA-schade leiden, maar hoe? Elektronen met lage energie van 10 eV kunnen DNA-schade veroorzaken, ondanks dat de energie van 10 eV niet genoeg voor ionisatie van meerdere verbindingen in het DNA is. De groep van L. Sanche in Sherbrooke heeft in het verleden aangetoond dat de dubbelstrengsbreuken in het DNA ontstaan door een resonantie in eiwitverbindingen rond de 10 eV [1].

Tot dan toe was het idee dat de drempelwaarde voor het veroorzaken van een enkelstrengsbreuk in het DNA rond de 20 eV zou liggen [2]. Tot nu toe leek dit effect geen probleem op macroscopische schaal, aangezien 10 eV electronen een zeer korte dracht (enkele nm) in weefsel hebben. Laagenergetische gamma- en Röntgenstraling kan een cascade van laagenergetische electronen binnen het DNA induceren, zoals onlangs is aangetoond door een internationale samenwerking onder leiding van T. Jahnke [3]. Het onderzoek toonde aan dat door bestraling met laagenergetische Röntgens stikstofmoleculen N_2 bij de juiste energie (voor N_2 402 eV en voor CO_2 287 eV) in naburige moleculen laag energetische electronen vrij kunnen komen via het inter-moleculaire Coulomb vervalsproces (ICD in het Engels). Eerst creëert het Röntgen fotonexcitatie van een elektron naar de buitenste schil van het N_2 -molecuul en door Augerverval wordt het ontstane elektrongat in de binnen (K) schil opgevuld. Daarbij ontstaat een laagenergetisch Augerelektron vanuit een van de volgende (L) elektron schillen. Dit gat wordt opgevuld door het eerder geëxciteerde elektron in de buitenste schil en de vrijkomende energie (voor N_2 maximaal 3.4 eV) is in staat om in door Van der Waals-krachten gebonden naburige moleculen een elektron uit de buitenste schil los te schieten. Het energiespectrum van de vrijkomende electronen is vlak tussen 0 en 10 eV, waardoor ze te

onderscheiden zijn van de eerder geëxciteerde Augerelektronen. Als gevolg van dit ICD effect raakt niet alleen het geraakte stikstof molecuul geïoniseerd maar ook omliggende moleculen waardoor de verbinding verbreekt en breuken in het DNA ontstaan, met daarbij nog schade door de laagenergetische electronen. Het onderzoek richt zich op het gebruik van dit effect om de effectiviteit van radiotherapie te vergroten. Door de juiste excitatie energie te kiezen zou het mogelijk moeten zijn om met Röntgenstraling door middel van deze inter-moleculaire Coulombverval een cascade van laagenergetische electronen te veroorzaken rond het door de specifieke energie geselecteerde doelmolecuul. Deze electronen zijn in staat om in het omliggende



DNA-dubbelstrengsbreuken te creëren via het eerder genoemde resonantiemechanisme. Het doordringende vermogen van 402 eV Röntgenstraling is echter heel gering door het foto-elektrisch effect, met een dracht in water van ongeveer 5 μm . Zwaardere moleculen hebben een hogere excitatie-energie in het doordringender Röntgenspectrum en hebben ook meer electronen in de buitenste schil beschikbaar voor ICD. Combinatie van radiotherapie en platina-chemotherapie zou via het ICD-mechanisme synergie in hun celdoding kunnen vertonen. De additionele excitatie in platina door laagenergetische electronen wordt op laboratorium (plasmid DNA) schaal onderzocht [4]. Platina gebonden in het DNA

verhoogt de kans op dubbelstrengsbreuk door 10 eV electronen geïnduceerde resonantie met een factor 2.5 tot 3.

De Röntgenspectra van radionucliden als ^{99m}Tc , ^{111}In , ^{123}I en ^{201}Tl gebruikt voor diagnostiek in de nucleaire geneeskunde hebben geen hoge emissies rond de 400 eV, maar wel voldoende Augerelektronen met een energie rond de 10 eV. Deze laagenergetische electronen kunnen pas schade veroorzaken bij een directe binding in het DNA en de gangbare radiopharmaca binden niet in het DNA [5]. Toepassing van intermoleculaire Coulombexcitatie blijft voorsnog beperkt tot heel interessante laboratoriumexperimenten, die hopelijk kunnen leiden tot betere radiotherapie. **K**

1. Boudaiffa, B., et al., Resonant formation of DNA strand breaks by low-energy (3 to 20 eV) electrons. *Science*, 2000. 287(5458): p. 1658-60.
2. Humm, J.L. and D.E. Charlton, A new calculational method to assess the therapeutic potential of Auger electron emission. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 1989. 17(2): p. 351-60.
3. Trinter, F., et al., Resonant Auger decay driving intermolecular Coulombic decay in molecular dimers. *Nature*, 2014. 505(7485): p. 664-6.
4. Rezaee, M., L. Sanche, and D.J. Hunting, Cisplatin enhances the formation of DNA single- and double-strand breaks by hydrated electrons and hydroxyl radicals. *Radiat Res*, 2013. 179(3): p. 323-31.
5. Narra, V.R., et al., Relative biological effectiveness of ^{99m}Tc radiopharmaceuticals. *Med Phys*, 1994. 21(12): p. 1921-6.

Auteurs: F. Trinter, M.S. Schöffler, H.-K. Kim, F.P. Sturm, K. Cole, N. Neumann, A. Vredenburg et al.

Institut für Kernphysik, Goethe-Universität, Frankfurt am Main. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley California. Department of Physics, Auburn University, Auburn, Alabama. UPMC and CRNS, UMR 7614, Laboratoire de Chimie Physique Matière et Rayonnement, 75005 Paris.

Dr. Mark Konijnenberg
Prof. dr. J. Fred Verzijlbergen
Erasmus MC, afdeling nucleaire geneeskunde
Rotterdam

bron: http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature12927.html?WT.ec_id=NATURE-20140102



GROOTSTE KERNCENTRALEBOUWERS ERKENNEN PRINCIPLES OF CONDUCT

In oktober 2008 kwamen op verzoek van de Carnegie Endowment for International Peace 's werelds grootste kerncentralebouwers en een groep nucleaire experts bijeen. Dit resulteerde in de Principles of Conduct (PoC), een vrijwillige gedragscode die in verscheidene opzichten nationale wet- en regelgeving overstijgt. Het ongeluk in Fukushima in 2011 gooide tijdelijk roet in het eten waardoor de presentatie aan het publiek werd uitgesteld. Inmiddels zijn de PoC algemeen erkend en hebben de grootste kerncentralebouwers zich gecommitteerd. Daniëlle Kurpershoek, secretaris nuclear principles, licht de PoC toe.

© EDF - Frederick Jacob

Het kost enige moeite om het 'gevoel' weer terug te halen, maar in 2008, en dat is nog maar zes jaar geleden, was er internationaal sprake van een nucleaire renaissance. Tsjernobyl lag ver in het verleden. Het ongeluk was bovendien alleen maar denkbaar bij een Russische kerncentrale van het type RBMK zonder

containment en de behoefte aan betaalbare CO₂-emissievrije energiebronnen was groot. Internationaal steeg het aantal bouwers van nucleaire installaties en de tijd leek rijp voor nieuwbouw. In die periode aanschouwde de Carnegie Endowment deze ontwikkelingen met enige argwaan. Kurpershoek: "De Carnegie Endowment was bezorgd over het

feit dat door de toename van de groei op de nucleaire markt en de daarbij behorende gefragmenteerde nationale juridische kaders en verschillende niveaus van implementatie, risico's zouden ontstaan. Zij wilden daarom een systeem ontwikkelen waardoor er een holistische aanpak bewerkstelligd zou kunnen worden voor de export van

kerncentrales.” Die gedachte volgde volgens haar gelijke tred met het toenemende gevoel van ‘corporate social responsibility’ bij de bedrijven. “Om het basaal te zeggen: de economische zelfinteresse van bedrijven wordt gelinkt aan de sociale rol die bedrijven maatschappelijk hebben”, aldus Kurpershoek.

LESSEN UIT FUKUSHIMA

Het ongeluk in Fukushima in 2011 betekende echter een abrupt einde van de renaissance, juist op het moment dat Carnegie de PoC publiek wilde maken. Kurpershoek: “Dat hebben we toen stopgezet en zijn onmiddellijk aan de slag gegaan om de eerste lessons learned in de tekst te verwerken.” Zij benadrukt dat de tekst als zodanig reeds toen al goed was, maar dat extra info is toegevoegd. “Die kwam onder andere van de WANO (World Association of Nuclear Operators) en de IAEA.”

In de eerste drie jaar zijn bij de voorbereidingen alle grote producenten van kerncentrales benaderd. Niet alle partijen hebben echter de teksten geaccepteerd. Kurpershoek: “Dat klopt. Ik weet dat dit ook het gevolg kan zijn van het feit dat er nog intern overleg is. We onderhouden regelmatig contact met die bedrijven die zich nog niet hebben geïnteresseerd en hopen natuurlijk dat meer bedrijven zich bij de PoC aansluiten.” In afwijking van de eerste jaren waarin alleen de grote spelers zijn benaderd, is nu een verschuiving zichtbaar. “We richten de pijlen inmiddels ook op bouwers van onder meer small modular reactors zoals Babcock and Wilcox die inmiddels de PoC hebben aanvaard.”

BEDRIJFSBELANGEN

Volgens Kurpershoek hebben de betrokken bedrijven een groot belang bij het aanvaarden van de PoC. “Het gaat daarbij in eerste instantie om het vergroten van het publieke vertrouwen door te laten zien dat ze vooruitkijken en transparant zijn. Een tweede onderwerp is het creëren van een

kennisdatabase, waardoor kennisoverdracht gewaarborgd blijft en dat is van belang bij het huidige personeelsverloop in de nucleaire industrie.” Als derde punt geeft zij aan dat het aanvaarden van de PoC de bedrijven een stem geeft en daarmee de mogelijkheid biedt aan te schuiven bij internationale discussies om hun kennis te delen met exploitanten en toezichthouders. Die bijeenkomsten vinden bijvoorbeeld plaats tijdens de zesmaandelijkse reviewmeetings bij een van de producenten of op uitnodiging. Kurpershoek: “Tijdens deze tweedaagse meeting discussiëren de aanwezigen over de implementatie van afspraken aan de hand van case studies (volgens stricte antitrust procedures), de input van gastsprekers en vertegenwoordigers van bijvoorbeeld de WANO, waarmee we veelvuldig contact hebben.” Te denken valt bijvoorbeeld aan de discussies over nieuwe ontwikkelingen in (internationale) regelgeving of procedures (best practices). Er is daarbij sprake van een wisselwerking waarbij de toezichthouders de aanwezigen op de hoogte brengen van nieuwe ontwikkelingen die voor de producenten van belang kunnen zijn en die vervolgens op de agenda voor de komende review-meeting komen te staan.

CONCURRENTIEPOSITIE

Over de ‘doelmatigheid’ van de PoC kan Kurpershoek duidelijk zijn. “Het werkt. Dit blijkt onder meer uit de feedback die we van de organisaties krijgen. De Principles zijn weliswaar heel algemeen opgesteld, maar het is juist het platform dat ze creëren om over de Best Practices te spreken”, verklaart Kurpershoek. Het is volgens haar de vorm van de discussie die nu wel mogelijk is en die vóór de PoC nog niet bestond: “Het onderschrijven van de PoC is bovendien een aanmoediging die een eerlijke concurrentie tussen de bedrijven mogelijk maakt. Het staat de bedrijven vrij om de implementatie van de Principles zelf in te vullen.” Verder is er een krachtig Anti Trust beding in de Principles opgenomen om te voorkomen dat het de concurrentiepositie van de betrokken

bedrijven zou verzwakken. Het werkt zelfs andersom. De bedrijven laten met de ondertekening zien waar ze voor staan en dat kan voor een opdrachtgever van doorslaggevende betekenis zijn om met hen in zee te gaan. Kurpershoek geeft hier als voorbeeld dat de PoC niet alleen kijkt naar ontwerp of techniek maar ook voorziet in Principles die betrekking hebben op human resources van het desbetreffende land en de keuze van een locatie voor de bouw van een nucleaire installatie.

OP DE GOEDE WEG

Dat bedrijven er baat bij hebben, leidt Kurpershoek ook af uit het feit dat ze naast het betalen van een contributie elk half jaar twee vertegenwoordigers voor een paar dagen afvaardigen om aan de andere kant van de wereld een review meeting bij te wonen. Daarnaast tonen bedrijven hun betrokkenheid door naar de PoC te verwijzen tijdens internationale bijeenkomsten zoals onlangs in Marseille bij de European Nuclear Conference 2014. “Het feit dat de bedrijven de Principles in toenemende mate uit iets ‘eigens’ zien, is voor mij het bewijs dat we op de goede weg zitten. Verder weten we dat verschillende bedrijven er tijdens aanbestedingen naar verwijzen.” Voor wat betreft de toekomst hoopt Kurpershoek de PoC “te zien blijven groeien”, zoals ze zelf zegt, “zowel in participatie (adoptie) van bedrijven, de discussies tijdens de review meetings, de zichtbaarheid van de PoC in internationale fora, en de samenwerking met andere organisaties, in het belang van de verantwoordelijke en veilige export van kerncentrales.”

Daniëlle Kurpershoek heeft Internationaal Recht en Europees Recht gestudeerd en daarnaast een master in strafrecht afgerond. Ze is onder andere werkzaam geweest in internationaal strafrecht en als consulente in Internationaal Recht. Sinds 2012 is zij secretaris Nuclear Principles. **K**

Menno Jelgersma





INBEELD

In het hart van de nieuwe European Pressurized Reactor (EPR) in het Franse Flamanville brengt het hijs- en transportbedrijf Mammoet het reactorvat in zijn verticale positie.

De standaard ringkraan voor een nucleaire installatie inclusief 2 trolley's voor de Flamanville 3 is ontworpen en gebouwd door EDF APCO. Het Schiedamse Mammoet heeft voor het inhijzen van onder meer het reactorvat twee Temporary Lifting Devices (TLD's) vervaardigd die vanaf de ringkraan het zware hijswerk verrichten. Beide TLD's zullen voordat de EPR in bedrijf gaat, weer worden ontmanteld. **K**

bron: WNN

© EDF - Alexis Morin



MIJLPAAL BIJ BOUW CHINESE HTR

De Chinese reactorbouwer China Nuclear Engineering Corporation (CNEC) heeft bekendgemaakt dat het betongieten voor de fundering van de HTR-PM kerncentrale op de Shidaowan site op 29 maart werd afgerond. Deze site ligt bij de stad Rongcheng aan de Chinese oostkust. De centrale zal naar verwachting in 2017 in bedrijf worden genomen.

HTR-PM staat voor High-Temperature Reactor Pebble-bed Module: een demonstratiecentrale van twee kogelbedreactoren van Duitse HTR Modul ontwerp samen op één turbine. Sinds 2003 is al een testreactor in bedrijf bij de Tsinghua universiteit van Beijing. Dit is een prototype van slechts 10 MWth, maar wel een volledige centrale, met turbine en generator voor 2,5 MWe.

De kogelbed hoge-temperatuur reactor is een Duits reactorontwerp bedoeld voor hoge temperaturen, zoals de naam al zegt. De koelmiddeltemperaturen bij LWRs kwamen immers niet voorbij ca. 320 °C, waardoor de toepassing van kernenergie niet verder kwam dan elektriciteitsopwekking. De HTR moest te zijner tijd ook proceswarmte gaan leveren aan de industrie, waardoor een veel groter deel van de geproduceerde warmte nuttig zou worden gebruikt. Dit werd bewerkstelligd door een andere materiaalkeuze t.o.v. watergekoelde

reactoren: geen metallische onderdelen in de reactor en geen koelmiddel met kookverschijnselen. De splijtstof is net als bij watergekoelde reactoren uraniumdioxide, maar hier in de vorm van korrels gecoat met vier lagen pyrolytisch grafiet en siliciumcarbide. Deze coatings houden de splijtingsproducten binnen. Het koelmiddel is het gas helium.

Naar aanleiding van het kernsmeltongeval van Three Miles Island (VS) in 1979 vroegen enige Duitse reactorontwerpers zich af of splijtstofschaade bij uitval van de koeling te vermijden zou zijn door handig ontwerp alleen: keuze van afmetingen en materialen. Het probleem is hierbij niet zo zeer het stoppen van de nucleaire kettingreactie, maar het te allen tijde afvoeren van de nawarmte van de splijtstof. Dat was het geval bij Three Miles Island en recenter eveneens in Fukushima.

Er bleek dat dit doel met de HTR-technologie te bereiken is, zij het met enige aanpassingen. De hittebestendige HTR-splijtstof in combinatie met de lage vermogensdichtheid die

grafietreactoren eigen is, zorgde ook bij de oudere HTR-ontwerpen al voor een lange opwarmingstijd, voordat er echt koeling nodig was om splijtstofschaade te vermijden. Nieuw was echter de modulaire bouwwijze: beperking van het eenheidsvermogen tot 200 MWth, heel weinig voor een kernreactor in de tachtiger jaren. Ook werd de kerngeometrie aangepast, niet meer geoptimaliseerd naar neutroneneconomie, maar naar warmteafvoer tijdens noodsituaties. Met dit kleine vermogen per eenheid verlies je economy-of-scale, waardoor het moeilijker wordt de investeringskosten in de hand te houden. Daar tegenover staat weer een minder uitgebreid palet aan veiligheidssystemen door de aan het ontwerp inherente veiligheid. De te betalen prijs voor de niet-optimale neutroneneconomie was een hogere verrijkingsgraad (8% i.p.v. 4% bij LWR), en dus duurdere splijtstof. Maar het resultaat was wel dat bij een koelmiddelverliesongeval de splijtstof onbeschadigd blijft zonder koeling van buitenaf: de kern warmt dan op tot een maximum van bijna 1600 °C, een temperatuur die de materialen goed kunnen hebben. Omdat de nawarmteproductie voortdurend afneemt, zal de kern na een paar uur vanzelf weer afkoelen.

China Huaneng Group leidt het consortium voor de bouw van de HTR-PM demonstratiereactor, waar naast CNEC ook het Institute of Nuclear and New Energy Technology (INET) van de Tsinghua Universiteit deel van uit maken. Chinergy, een joint venture van Tsinghua en CNEC, is verantwoordelijk voor het nuclear island. De Shidaowan site maakt deel uit van het Rongcheng Nuclear Power Industrial Park, waar ook nog twee CAP 1400 reactoren gepland zijn, opgeschaalde versies van het Westinghouse AP1000 ontwerp. **K**

Aliki van Heek

K NIEUWE DIRECTEUR VOOR AMSTERDAM PROTON THERAPY CENTER

Amsterdam - Peter de Kubber is per direct gestart als interim-algemeen directeur van het Amsterdam Proton Therapy Center (APTC). In het APTC bundelen AMC, Antoni van Leeuwenhoek en VUmc hun krachten om kankerpatiënten te behandelen met protonenbestraling en daarmee uit te groeien tot hét toonaangevende behandelcentrum voor protonentherapie in Nederland. Met de benoeming van De Kubber als eerste bestuurder kan het APTC verder vorm krijgen als state-of-the-art behandelcentrum waar in 2018 de eerste volwassen patiënten en kinderen met kanker bestraald kunnen worden.



K Peter de Kubber © Antoni van Leeuwenhoek

De Kubber (1953) heeft een gedegen track-record als het gaat om samenwerkings- en bouwprocessen in de gezondheidszorg. Onder zijn directe bestuurlijke verantwoordelijkheid is de nieuwbouw van het Jeroen Bosch Ziekenhuis in Den Bosch gerealiseerd. Zijn deskundigheid ligt in de gezondheidszorg op het terrein van financiën en strategisch vastgoedmanagement en integrale procesorganisatie van bouwprojecten. "Ik ben buitengewoon verheugd mij te verbinden aan het Amsterdam Proton Therapy Center. Als volgend jaar de eerste paal van de nieuwbouw geslagen wordt, zijn we weer een stap dichterbij de komst van een veelbelovende nieuwe behandelmethode in Nederland voor kankerpatiënten", aldus De Kubber.

APTC DE MEEST LOGISCHE KEUS

Het Amsterdam Proton Therapy Center is optimaal gepositioneerd om door

zorgverzekeraars gecontracteerd te worden, onder meer dankzij de relatie met de academische medische centra AMC en VUmc, en het Antoni van Leeuwenhoek ziekenhuis als comprehensive cancer center en de steun van het Prinses Máxima Centrum voor Kinderoncologie. De Kubber: "Op dit moment laten zorgverzekeraars nog onduidelijkheid bestaan over waar in Nederland ze protonentherapie zorg gaan inkopen. Maar als er al keuzes gemaakt moeten worden, dan zie ik het APTC als de meest logische en nummer één keus voor protonentherapie in Nederland."

GEZOND WEEFSEL NOG BETER GESPAARD

Het APTC heeft eerder dit jaar de vergunning van het ministerie van VWS gekregen met daarin de mogelijkheid om volwassenen en kinderen met kanker te behandelen met deze nieuwe therapie. Protonentherapie (bestraling met protonen) is een nieuwe behandeling in

Nederland voor patiënten met verschillende vormen van kanker.

Met name kinderen en bijvoorbeeld patiënten met schedelbasistumoren en oogtumoren hebben baat bij protonentherapie. Protonentherapie is bij uitstek geschikt voor de behandeling van kinderen met kanker omdat bij deze vorm van bestraling het gezonde weefsel nog beter wordt gespaard dan bij traditionele bestraling. Juist omdat kinderen nog groeien, en bij genezing van kanker nog een lang leven voor zich hebben, is dit van groot belang. Daarnaast kan voor uiteenlopende tumorsoorten, waaronder long-, borst- en hoofd-halstumoren, protonentherapie voor een specifiek deel van de patiënten resulteren in een effectievere behandeling. **K**

Bron: Antoni van Leeuwenhoek – Nederlands Kanker Instituut



© Irene van Kessel

VRAAG & ANTWOORD

In elke Kernvisie Magazine beantwoordt een panel van experts lezersvragen. Heeft u misschien zelf ook een vraag voor de rubriek? U kunt deze direct stellen aan de Stichting Kernvisie via: info@kernvisie.com

WAT BEHELST DE OVEREENKOMST MET IRAN?

"In november 2013 hebben de zogenaamde P5+1 landen (VS, VK, Frankrijk, Rusland, China en Duitsland) een overeenkomst gesloten met Iran over zijn nucleaire programma. Wat behelst deze deal precies? Hoe zit het nu met de verdere onderhandelingen en houdt Iran zich nu wel aan de afspraken om geen kernwapens te gaan maken?"

Antwoord van Sico van der Meer: "Iran wordt al jarenlang verdacht van het stiekem ontwikkelen van de capaciteit om kernwapens te kunnen bouwen. Formeel houdt Iran zich aan het internationaal recht, in dit geval aan het Non-Proliferatie Verdrag dat het heeft ondertekend. De organisatie die dit verdrag controleert, het Internationaal Atoom Energie Agentschap (IAEA), heeft nooit hard bewijs gevonden dat

Iran het verdrag overtreedt, al klagen de inspecteurs dat Iran geen duimbreed meer medewerking geeft dan het verdrag voorschrijft. Bij gebrek aan bewijs hebben de Verenigde Naties nauwelijks sancties ingesteld; de sancties die de Iraanse economie momenteel flinke schade berokkenen zijn door de Verenigde Staten ingesteld waarbij veel andere landen zijn overgehaald (al dan niet onder druk) om mee te doen.

In november 2013 is na jaren onderhandelen een interim-akkoord gesloten tussen Iran en de zogenaamde P5+1. Deze overeenkomst trad in werking op 20 januari 2014 en geldt een half jaar. In deze periode beperkt Iran de uraniumverrijking tot een niveau van vijf procent, in plaats van de twintig procent waarmee het tot dan toe bezig was. Hiermee lijkt de mogelijke weg naar kernwapenproductie met hoogverrijkt uranium voorlopig afgesloten (bij verrijking tot twintig procent is de sprong naar hoogverrijkt uranium relatief eenvoudig te maken, bij vijf procent niet). Ook is de ontwikkeling van Irans zwaar-waterinstallatie in Arak stilgezet; via die installatie zou op termijn plutonium kunnen worden geproduceerd, waarmee eveneens kernwapens kunnen worden gemaakt. In ruil zijn enkele economische sancties tegen Iran opgeschort.

CV SICO VD MEER:

Sico van der Meer is onderzoeker bij het Nederlands Instituut voor Internationale Betrekkingen 'Clingendael'. Zijn onderzoek richt zich vooral op (de strijd tegen) de verspreiding van massavernietigingswapens, ofwel nucleaire, chemische, biologische en radiologische wapens. Sico studeerde geschiedenis aan de Radbouduniversiteit Nijmegen en werkte eerder als journalist en als onderzoeker bij een onderzoeksinstituut op het terrein van civiel-militaire betrekkingen.

De interim-overeenkomst geeft de onderhandelaars zes maanden tijd om een definitief akkoord te sluiten. Als deze KernVisie uitkomt, zitten de onderhandelingen in een spannende slofphase.

Zullen alle partijen genoeg willen toegeven?

Meest waarschijnlijke uitkomst is een uitgewerkte versie van de interim-overeenkomst. Als Iran de uraniumverrijking beperkt tot vijf procent, de zwaarwaterreactor minder zwaar optuigt dan gepland, en bovenal meer IAEA-toezicht toestaat, is het risico op kernwapenproductie sterk gedaald. In ruil zullen de internationale sancties worden beëindigd." **K**

NRG ROND LAATSTE FASE RETURN TO SERVICE AF

NRG exploiteert de Hoge Flux Reactor (HFR) en is in Europa marktleider in de productie van medische isotopen. Om ongeplande uitval van nucleaire faciliteiten in de toekomst te voorkomen heeft NRG alle faciliteiten en gerelateerde processen vanaf 15 november 2013 in een tijdelijke, veilige standby modus gebracht. Dit was noodzakelijk om technische, organisatorische en procedurele verbeteringen door te kunnen voeren. De verbeteringen die zijn vereist om de HFR op te starten zijn inmiddels uitgevoerd en geïmplementeerd. Hetzelfde geldt voor de faciliteit Decontamination & Waste Treatment, het Jaap Goedkoop Laboratorium en de Hot Cell Laboratories. De HFR en meeste overige nucleaire faciliteiten zijn in februari 2014 weer in bedrijf genomen. Met de inbedrijfname van de MPF (Molybdeen Productie Faciliteit) is de laatste fase van dit programma afgerond. NRG werkt momenteel aan een investeringsprogramma om de nucleaire installaties betrouwbaar en veilig te kunnen blijven bedrijven tot de inbedrijfstelling van de nieuwe PALLAS-reactor. Om dat mogelijk te maken wordt met klanten onderhandeld over langetermijnafspraken voor de levering van producten en diensten. Daarnaast worden met het oog op de veranderingen in de markt de strategie en de organisatiestructuur opnieuw bekeken. **K**

bron: NRG

COLUMN**OP WIE MOET IK STEMMEN?**

Bij de Europese verkiezingen deed zich bij mij de vraag voor op wie ik moest stemmen. Het thema energie weegt zwaar bij mijn politieke keuze, maar deze keer spraken de partijen zich hier maar weinig over uit. De houding is over het algemeen nog meer wind en zon, en

verder investeren in transportnetten. Alsof je dan klaar bent.

Geen partij die zich uitsprekt over de salderingsregeling voor huiseigenaren en ondernemers die hun eigen wind- of zonne-energie opwekken, waaraan alle elektriciteitsgebruikers meebetalen. De noodzaak eens te gaan werken aan serieuze energie-opslag, vooral in Duitsland: geen punt van discussie. Wat gaan we doen om ook op lange termijn prijsstabiliteit en leveringszekerheid te waarborgen? Doodse stilte.

In het Europese energiebeleid zitten geweldige hiaten, en dit levert rare dingen op. Zo kan het gebeuren dat ik op klaarlichte dag door het dorp fiets en zie dat de straatlantaarns aan zijn. O, het stormt in Duitsland, denk ik dan. Of dat de afgeschakelde kerncentrale Biblis toch geld verdient door zijn primaire pompen aan te zetten op tijden dat de stroomprijs negatief is door een overaanbod aan wind of zon. Tsjechië is bezig dwarsregeltransformatoren te plaatsen bij de Duitse grens om hun elektriciteitsnet te beschermen tegen het veranderlijke Duitse stroomaanbod. Conventionele centrales willen vervroegd sluiten omdat ze bij de huidige voorrangssituatie van hernieuwbare energie hun kosten niet meer kunnen dekken. In het pro-nucleaire Tsjechië gaat de bouw van kerncentrale Temelin niet door wegens te grote onzekerheid in de elektriciteitsprijzen.

Het is wel Brussels energiebeleid om opwekking van energie uit wind en zon te stimuleren. De voorrangstellingen in de diverse landen zijn hiermee in lijn. Maar: leg de baten en de lasten dan wel waar ze horen, zodat de andere centrales op het net te allen tijde de leveringszekerheid voor een redelijke prijs kunnen garanderen. Welke politieke partij pakt dit op? Bij de volgende Europese verkiezingen zou ik dan tenminste weten waarop ik moet stemmen. **K**

Aliki van Heek



PROMOTIES BIJ DE ONDERZOEKSGROEP NUCLEAR ENERGY AND RADIATION APPLICATIONS TU DELFT

Onlangs hebben drie promoties op nucleair gebied plaatsgevonden bij de onderzoeksgroep Nuclear Energy and Radiation Applications van de TU Delft. Een portret van drie jong gepromoveerden: Luca Gilli, Bart Sjenitzer en Stuart Christie.

STUART CHRISTIE

Een snelle kweekreactor produceert niet alleen warmte maar 'kweekt' ook nieuw splijtstofmateriaal. Dit kan vervolgens opnieuw worden gebruikt als brandstof waardoor de brandstofcyclus van de snelle reactor efficiënter is dan die van standaard thermische reactoren. Het proefschrift van Stuart Christie is getiteld *Quantifying nuclide contributions to reactor behaviour over time* en betreft een gedetailleerde analyse van de brandstofcyclus van snelle reactoren met verarmd uranium als brandstof. "Bij de kweekreactor bereikt de splijtstofcyclus na enkele jaren een 'evenwicht'

waarbij voor en na iedere splijtstofwissel de samenstelling van de materialen die in de reactor kern overblijven hetzelfde is zodat de omstandigheden van alle bestralingscycli gelijk zijn", legt Christie uit. "De vraag is hoe je dit evenwicht bereikt. Hiervoor moet je weten wat de invloed is van het brandstofmengsel op de reactor. Ik heb een methode ontwikkeld om het effect van nucliden in de brandstof op het reactorgedrag nauwkeurig te berekenen op verschillende momenten in de bedrijfscyclus. Op die manier kun je brandstofmengsels vergelijken die in samenstelling verschillen maar een vergelijkbaar resultaat opleveren.

Omdat de opbrengst gelijk is, kan een onderbouwde keuze worden gemaakt voor een brandstofmengsel dat bijvoorbeeld zorgt voor minder warm radioactief afval, een eigenschap die in het algemeen een beperkende factor is bij eindberging van kernafval." Het onderzoek werd dan ook uitgevoerd in opdracht van de COVRA (Centrale Organisatie voor Radioactief Afval). Mogelijke vervolgonderzoeken kunnen zich richten op de verfijning van de rekenmethodes of het verminderen van het aantal actiniden in het radioactief afval. Voor de Britse Christie zit zijn tijd in Delft er op. Hij ontving in januari zijn doctorstitel en hoopt binnenkort aan de slag te gaan als docent reactorfysica bij de Royal Navy in Portsmouth. "Het is fijn om weer naar huis te gaan. Ik heb mijn eerste graad in fysica in Groot-Brittannië gehaald en heb daarna drie jaar Engelse les gegeven in Japan. Toen ben ik weer teruggegaan en heb mijn master behaald en vervolgens mijn

K Rechts op de foto Stuart Christie

afstudeeronderzoek in Delft gedaan. En nu ga ik het lesgeven en de reactorfysica combineren in Portsmouth. De cirkel is rond.”

LUCA GILLI

Het proefschrift van Luca Gilli, getiteld *Uncertainty quantification in reactor physics using adjoint/perturbation techniques and adaptive spectral methods* gaat over onzekerheidsanalyses. “Om de optimale veiligheid en opbrengst van de toekomstige kernreactoren te berekenen, wordt gebruik gemaakt van computersimulaties. Voor zo’n simulatie moeten ontzettend veel data worden ingevoerd; het gaat dan echt om input van honderden data”, legt Gilli uit. “Deze gegevens zijn afkomstig van eerder uitgevoerde experimenten en bevatten dus een zekere mate van onzekerheid. Door te berekenen welke data het meeste invloed hebben op de uitkomst van de simulatie, wordt duidelijk welke experimenten je nog betrouwbaarder wilt uitvoeren om zo een nauwkeuriger resultaat van je simulatie te krijgen.” Vaak zijn dit soort analyses kostbaar omdat vele berekeningen gedaan moeten worden met als gevolg dat het aantal onzekere parameters beperkt blijft. Gilli ontwikkelde daarom diverse methoden om onzekerheden in modellen door te werken met zo laag mogelijke rekenkosten. Zijn werk maakt het mogelijk om de invloed van een veel groter aantal onzekere parameters simultaan door te rekenen. Gilli’s werk is tot stand gekomen in nauwe samenwerking met onderzoekers van NRG in Petten die het onderzoek ook financierde. De promovendus kijkt met plezier terug op zijn onderzoekstijd bij het RID. “Het leuke aan promoveren is dat je ook moet publiceren en dat brengt je in aanraking met een internationaal netwerk van collega’s uit je vakgebied. Het onderwerp van mijn thesis is heel specifiek en er zijn niet heel veel mensen met wie je zo diep op de materie in kunt gaan. Publicaties en de ontmoetingen op conferenties geven je de gelegenheid om feedback te krijgen.”

Inmiddels heeft een andere promovendus bij de onderzoeksgroep van de TUD Delft het werk van Gilli voortgezet. “Hij gaat door met de ontwikkeling van de methode en zal het



✂ Luca Gilli



✂ Bart Sjenitzer

ook gaan toepassing bij onzekerheidsanalyses van de vierde generatie kernreactoren.” Gilli werkt alweer enige tijd bij het team In-core Fuel Management van NRG in Arnhem waar hij zich bezig houdt met splijtstofmanagement via het software programma ROSA.

BART SJENITZER

Bart Sjenitzer promoveerde op het proefschrift getiteld *The dynamic monte carlo method for transient analysis of nuclear reactors*. Het onderzoek werd uitgevoerd binnen het

NURISP (Nuclear Reactor Integrated Simulation Project) als onderdeel van het 7e Euratom kader programma van de Europese Unie. Het onderzoek richtte zich op de uitbreiding van het toepassingsgebied van de uiterst nauwkeurige Monte Carlo-rekenmethode tot tijdafhankelijke systemen. “De Monte Carlo-methode is een berekening waarbij je een fysiek proces telkens weer simuleert en het gebied van mogelijke uitkomsten berekent aan de hand van de resultaten van die reeks simulaties. Een tijdrovende berekening die tot nu toe vooral werd gebruikt voor statische berekeningen in de reactorfysica waarbij de variabelen constant zijn. Bijvoorbeeld voor het berekenen van de criticaliteit van een reactor of stralingsdetectie van radioactieve bronnen.” Sjenitzer heeft de methode nu uitgebreid zodat deze ook op dynamische situaties kan worden toegepast. Dit maakt het mogelijk om tijdafhankelijke scenario’s met een hoge nauwkeurigheid door te rekenen, hierbij veranderen de parameters door de tijd heen. “Bijvoorbeeld in het geval van een ongeval waarbij er koelwater wegglekt”, geeft hij als voorbeeld. “Maar ook het opstarten van een reactor waarbij de temperatuur door het proces heen verandert.” In de toekomst zal volgens Sjenitzer nog ‘worden geschaafd’ aan de interface van de code. Ook verwacht hij dat in vervolprojecten de code op grotere en complexere systemen zal worden getest. Maar het Franse CEA (Commissariat à l’énergie atomique et aux énergies alternatives) heeft al laten weten zijn rekenmethode mee te zullen nemen in de volgende release van hun software. Zelf is Sjenitzer al weer geruime tijd aan het werk in België bij de SCK•CEN in Mol waar hij zich bezighoudt met het ontwikkelen van codes voor het doorrekenen van nucleaire scenario’s van landen. “Tijdens mijn afstudeeronderzoek keek ik naar neutronen, nu naar landen. Ik ben van de kleinste schaal naar de grootste gegaan”, aldus Sjenitzer. **K**

De proefschriften kunnen gratis worden gedownload via <http://www.nera.rst.tudelft.nl/en/publications/>



Joanna Maaskant en Aad Sedee

NEDERLANDSE OVERHEID VERWELKOMT DIT NAJAAR VISITATIE IAEA

Nederland verwelkomt in november 2014 voor het eerst een internationale commissie van het IAEA die de overheid in Nederland gaat toetsen aan de eisen van de IAEA op het gebied van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming *. De commissie heeft de overige West-Europese landen met een kerncentrale reeds gevisiteerd. Nederland is als lidstaat met een kleine, maar diverse, nucleaire sector de hekkensluiter.

Elke Europese lidstaat moet op grond van twee Europese richtlijnen ** om de tien jaar een zelfevaluatie uitvoeren van de nationale wet- en regelgeving en van de regelgevende en handhavende autoriteit voor nucleaire veiligheid en stralingsbescherming. Deze zelfevaluatie moet daarna worden getoetst door een team van buitenlandse deskundigen. In de Europese Unie is afgesproken dat voor deze zelfevaluatie de Integrated Regulatory Review Service (IRRS) wordt gebruikt, die het IAEA heeft ontwikkeld.

UITGEBREIDE VISITATIE

De visitatie duurt twee weken en vindt plaats van 2 tot en met 13 november 2014. Zo'n 25 experts van het reviewteam gaan tijdens de audit na hoe de Nederlandse overheid de nucleaire veiligheid en stralingsbescherming heeft georganiseerd en in de praktijk uitvoert. Uit het bijgevoegde schema van het IAEA blijkt dat werkelijk alles aan bod komt. Het reviewteam toetst de organisatie, het stelsel van wet- en regelgeving, vergunningverlening, toezicht, handhaving, crisismanagement en de voorbereiding op noodsituaties aan de

IAEA safety fundamentals, requirements en guidelines.

Daarnaast kan Nederland eigen werkwijzen of vragen voorleggen aan het reviewteam, waar zowel wij als het IAEA en andere landen dan weer hun voordeel mee kunnen doen.

ALLE RELEVANTE OVERHEIDSONDERDELEN

Bij de voorbereiding van deze IRRS-missie zijn vrijwel alle overheidsonderdelen betrokken die met stralingsbescherming en nucleaire veiligheid te maken hebben. Dit zijn de beleidsonderdelen en de inspecties van het Ministerie van Economische Zaken, van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (Kernfysische Dienst), het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, het Ministerie van Veiligheid en Justitie en het Ministerie van Buitenlandse Zaken.

VOORBEREIDING

De aanpak die het IAEA heeft ontworpen, vergt een grote inspanning. Ter voorbereiding op deze visitatie moet de lidstaat eerst een zelfevaluatie of self assessment uitvoeren. Vele honderden

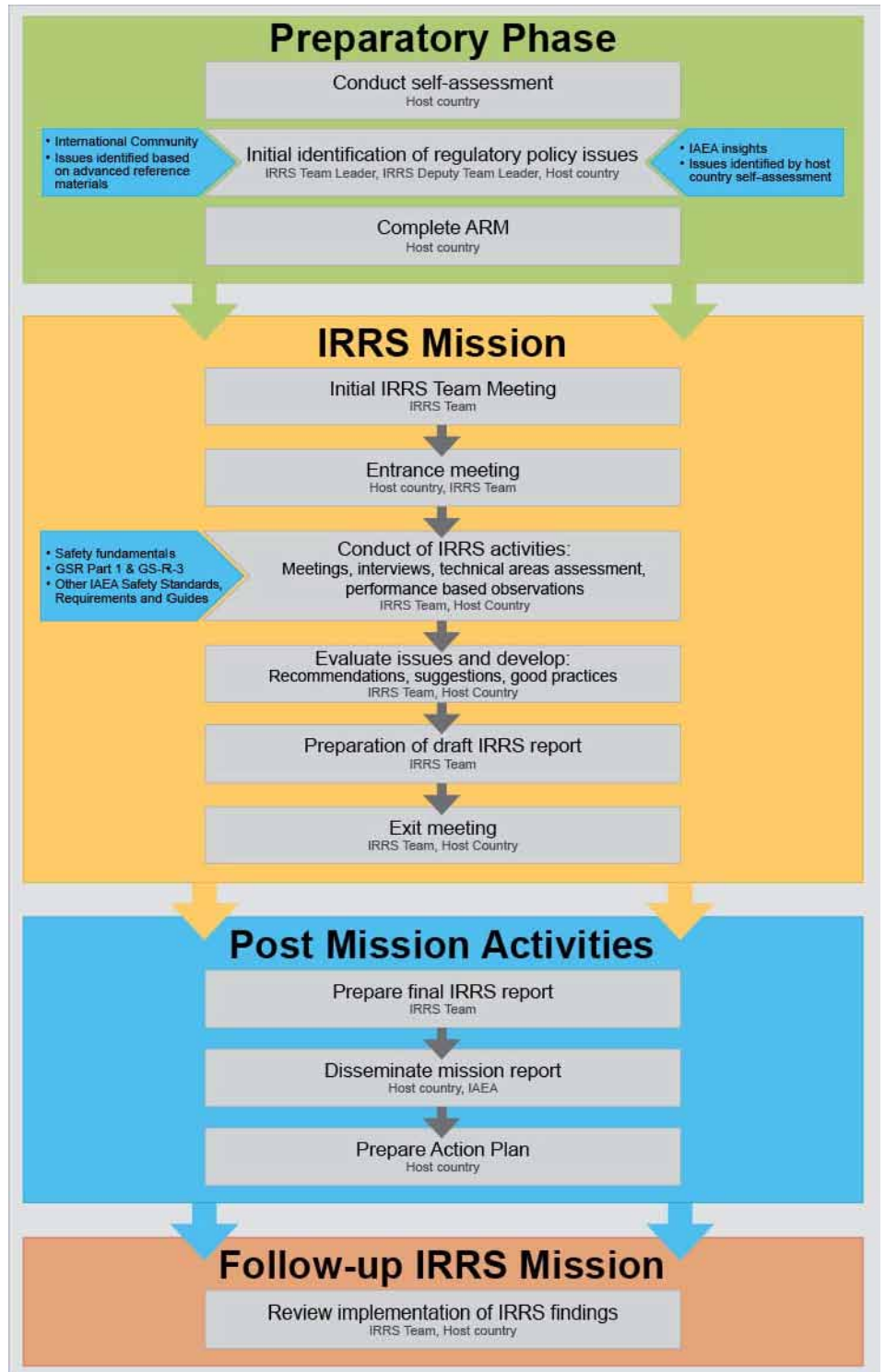
vragen moeten worden beantwoord over de organisatie, het beleid en regelgeving voor nucleaire veiligheid, stralingsbescherming, radioactief afval, transport van radioactief materiaal en over de bevoegde autoriteiten. Alle relevante wet- en regelgeving moet in het Engels worden vertaald, evenals de belangrijkste beleidsdocumenten. Deze Engelse vertalingen komen dus in de komende maanden beschikbaar. Het worden geen gecertificeerde vertalingen – dat is voor het doel niet noodzakelijk – maar desalniettemin is het voor een internationaal operend bedrijfsleven wellicht wel nuttig om te weten en er kennis van te nemen. Uit het self assessment is al gebleken dat er documenten ontbreken die het IAEA graag wil zien conform hun requirements en guidelines. Die stukken worden nog zoveel mogelijk opgesteld en vertaald.

AUGUSTUS SELF ASSESMENT EN ACTIEPLAN GEREED

Na afloop van het self assessment moet de overheid een actieplan opstellen dat ingaat op eventuele tekortkomingen ten opzichte van de IAEA aanbevelingen. Dat actieplan is tevens de basis voor de gesprekken met het reviewteam in november dit jaar. In augustus stuurt de overheid de resultaten van het self assessment met het actieplan en vele achterliggende documenten, waaronder alle wet- en regelgeving, op naar het IAEA in Wenen. Daarmee kunnen de teamleden zich voorbereiden op de visitatie.

VERGUNNINGHOUDERS ALS KLANKBORD

De toetsing richt zich alleen op de overheid en nadrukkelijk niet op de vergunninghouder. Voor een audit van de werkwijze van vergunninghouders zijn andere IAEA-missies ontworpen en een aantal daarvan is in Nederland in voorgaande jaren gehouden. In september 2014 vindt bij de kerncentrale Borssele een Operational Safety Review Team (OSART)-missie plaats. Tijdens de visitatie in november lopen leden van het reviewteam mee met inspecteurs van de overheid om na



te gaan in welke mate de inspectie verloopt volgens de richtlijnen en adviezen van het IAEA. Dan wil het reviewteam echter ook vergunninghouders van nucleaire inrichtingen, ziekenhuizen en industriële toepassingen horen over de wijze, waarop de overheid de uitvoering van haar taken heeft opgezet

en vormgegeven. De teamleden spreken dus niet alleen met medewerkers van de overheid, maar ook met vergunninghouders en met andere organisaties waar de overheid mee te maken heeft. Bij die gesprekken, die ongeveer een uur duren, zal de overheid vanzelfsprekend niet aanwezig zijn. ➤

PERSRELEASE OP 13 NOVEMBER

De overheid stelt de resultaten van de visitatie, zoals bij deze IRRS-missies gebruikelijk, aan belanghebbenden en aan het publiek ter beschikking, eventueel met uitzondering van informatie die in strijd is met het beveiligingsbeleid of met het eigendomsrecht van de informatie.

Dit past bij een transparant overheidsoptreden, waar Nederland voor staat. Aan het einde van de visitatieweken, op donderdagmiddag 13 november, maakt de teamleader van het reviewteam de belangrijkste bevindingen openbaar en wordt een persbericht uitgegeven. Het officiële verslag volgt doorgaans een paar maanden later.

De resultaten van de toetsing worden daarna waar nodig toegevoegd aan het actieplan en dienen als aanknopingspunten voor de continue verbetering van de overheid wat betreft de organisatie, het beleid, regelgeving en toezicht. De IRRS-missie blijft niet bij een eenmalige visitatie. Na enkele jaren vindt er een follow up missie plaats waarin het IAEA toetst hoe de overheid het actieplan heeft uitgevoerd en hoe zij met de aanbevelingen en suggesties van het IAEA is omgegaan. De resultaten van iedere internationale collegiale toetsing worden, zoals in de twee EU-richtlijnen is voorgeschreven, ook aan de Europese Commissie en de andere lidstaten bekend gemaakt. Aan de resultaten zullen we weer een artikel wijden.

BETROKKENEN OP DE HOOGTE HOUDEN

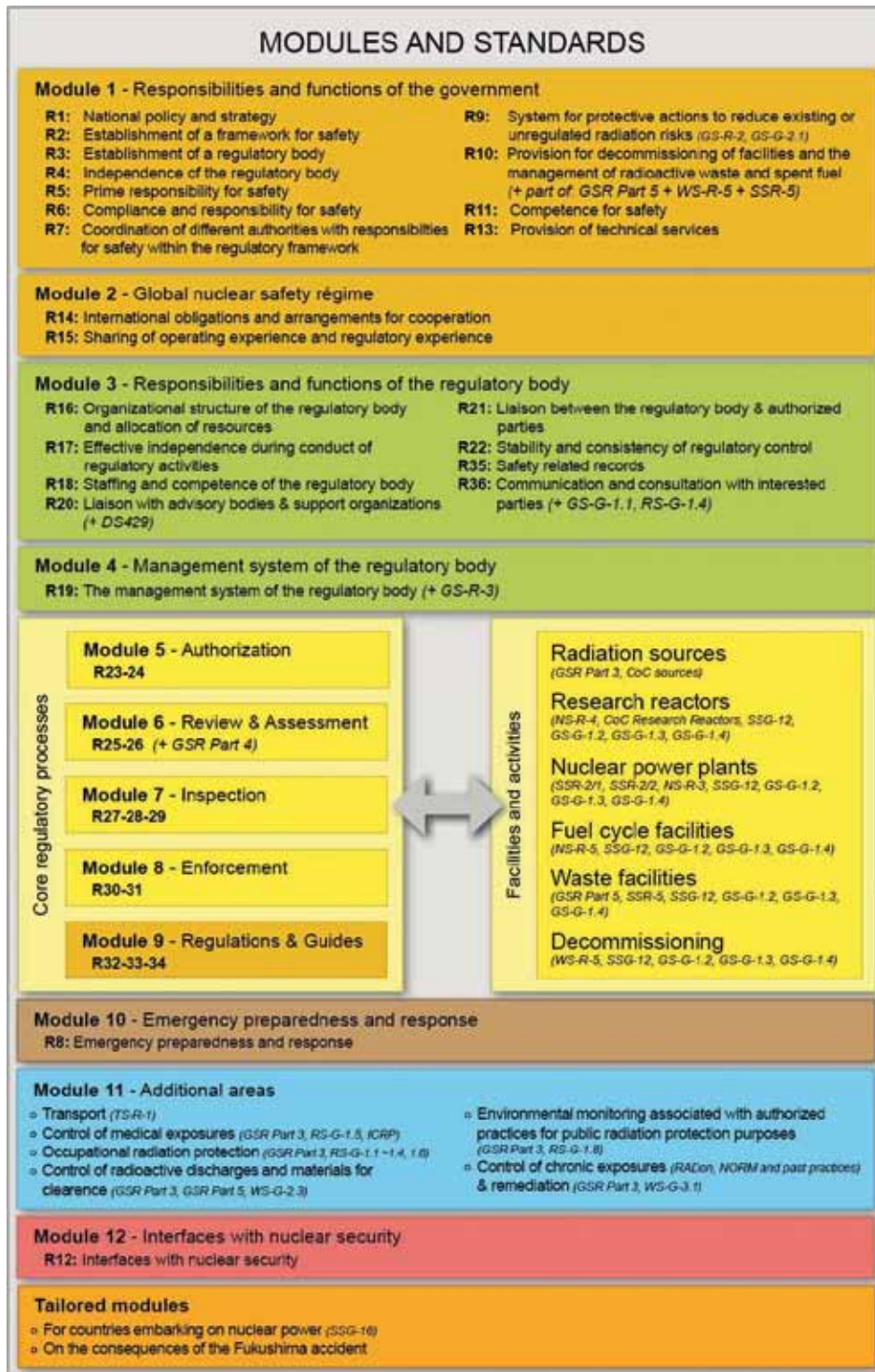
Bedrijven waar stralingsbescherming en nucleaire veiligheid een rol spelen, zoals de exploitanten van nucleaire installaties, schroothandelaren, industriële toepassingen, onderzoeksinstituten en ziekenhuizen kunnen direct of indirect met de IRRS-missie te maken krijgen, als leden van het reviewteam een inspectie willen meemaken en met hen willen praten. Zodra hierover meer duidelijkheid is, zullen de betrokkenen worden ingelicht. **K**

Joanne Maaskant en Aad Sedee van de programmadirectie Nucleaire Installaties en Veiligheid van het Ministerie van Economische Zaken

Meer informatie over de IRRS op de IAEA-website (<http://gnssn.iaea.org/regnet/irrs/Pages/default.aspx>)

** Zie interview programmadirecteur Nucleaire installaties en Veiligheid van het ministerie van Economische Zaken, Barto Piersma in Kern Visie Magazine jaargang 9 nr 2, april*

*** EU-richtlijn 2009/71 Nucleaire Veiligheid van Kerninstallaties en de Richtlijn 2011/70/EU Afval en gebruikte Splijtstoffen*



PRIORITEIT NUMMER ÉÉN VAN PALLAS: NIEUWE COLLEGA'S



PALLAS staat deze maanden voor een forse uitdaging: Het aantrekken van een handvol mensen die samen een heus 'topteam' gaan vormen voor de realisatie van de nieuwe onderzoeksreactor.

Het is inmiddels alweer bijna een half jaar geleden (16 december 2013) dat de PALLAS-projectorganisatie (onderdeel van NRG) werd ondergebracht in een aparte entiteit: de Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor. Hermen van der Lugt werd aangesteld als nieuwe algemeen directeur van de Stichting.

INTERNE ORGANISATIE

Sindsdien is er achter de schermen hard gewerkt aan het inrichten en opzetten van de nieuwe organisatie. Deze activiteiten variëren van het simpelweg openen van een nieuwe bankrekening, tot het kiezen van een arbeidsvoorwaarden- en pensioenregeling en het opzetten van de administratieve organisatie. Inmiddels ligt er een basis om de volgende hoogstnoodzakelijke stap te zetten: het uitbreiden van het team. Omdat het proces naar de oprichting van de Stichting bijna twee jaar duurde, en er in de tussentijd vanwege een gebrek aan mandaat geen operationele voortgang geboekt kon worden, is de omvang van het PALLAS-team lange tijd tot het minimum beperkt geweest.

TWEE UITDAGINGEN

De Stichting heeft twee hoofddoelen. Ten eerste: het aanbesteden van een ontwerp voor de PALLAS-reactor plus het verkrijgen van alle benodigde vergunningen hiervoor. Ten tweede dient de Stichting ervoor te zorgen dat de reactor op basis van een private financiering gebouwd kan worden. Dit begint allereerst met het kunnen presenteren van een business case die voldoende vertrouwen en interesse van de private markt wekt. Voor beide activiteiten is circa vier à vijf jaar uitgetrokken.

Deze laatste opdracht is uniek in de wereld. Nog nooit werd er een onderzoeksreactor (volledig) met private middelen gefinancierd. In Nederland heeft de overheid dit als een voorwaarde gesteld voor de realisatie van PALLAS. Dit heeft te maken met het feit dat PALLAS als primaire activiteit, naast het doen van allerhande onderzoek, de productie en ontwikkeling van (nieuwe) medische isotopen heeft.

MEDISCHE ISOTOPEN

Bij de productie van medische isotopen is een keten aan bedrijven betrokken. Deze keten

is grotendeels commercieel (denk aan de betrokken farmaceuten). Van oudsher is enkel het begin van de keten – de bestraler – aan de overheid gelieerd en uit publieke middelen betaald. Op dit moment worden er in internationaal verband (OECD NEA) inspanningen gepleegd om ervoor te zorgen dat er een gezonde markt (door de gehele keten) voor medische isotopen ontstaat, met een dito verdienmodel.

De Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor heeft hier, samen met de Nederlandse overheid en NRG een voortrekkersrol in te vervullen. Het is een noodzakelijke voorwaarde om PALLAS in de tweede fase gefinancierd te krijgen.

WERKENBIJPALLAS.COM

Wie interesse heeft in een uitdagende functie bij PALLAS kan zich wenden tot de compleet vernieuwde PALLAS website: www.werkenbijpallas.com. Op deze website staat nu een handvol vacatures. De functies lopen uiteen van zeer technisch specialistisch werk (bijvoorbeeld een design control manager, een commissioning manager en een licensing manager) tot algemeen ondersteunend (denk aan een managementassistent, een SHEQS manager en een project office medewerker).

Het is de verwachting dat het team medio volgend jaar compleet is en dan bestaat uit twintig tot dertig mensen. Het team zal zich voornamelijk richten op projectaansturing, want veel van het werk zal in grote pakketten worden uitgezet bij gespecialiseerde externe partijen. Om deze reden ligt er bij veel functies nadruk op 'aansturingskwaliteiten' gecombineerd met technische kennis. **K**

Jorinde Schrijver, PALLAS

Meer informatie: www.werkenbijpallas.com



EXCURSIE KERNVISIE NAAR SCK•CEN IN MOL, BELGIË

Op 3 juni jongstleden heeft Stichting Kernvisie de excursie naar het Belgische SCK•CEN, het Studiecentrum voor Kernenergie (of in het Frans: Centre d'étude de l'énergie nucléaire) georganiseerd. Zoals gebruikelijk kunnen leden/begunstigers van Kernvisie, KIVI Kerntechniek en NNS hiervoor inschrijven.

Het onderwerp van het bezoek was het project MYRRHA, Multi-purpose hYbrid Research Reactor for High-tech Applications. MYRRHA is wereldwijd het allereerste prototype van een kernreactor die wordt aangedreven door een deeltjesversneller. Een deeltjesversneller houdt als externe neutronenbron de kettingreactie van kersplijting in stand. We spreken van een subkritische reactor: de kern bevat namelijk onvol-

doende splijtbaar materiaal om de kettingreactie spontaan te onderhouden. Het is een veilige en prima te controleren nucleaire technologie: als de deeltjesversneller wordt uitgezet, dan stopt automatisch ook de kernreactie. MYRRHA onderzoekt tevens of langlevende radioactieve elementen in het afval middels transmutatie kunnen worden omgevormd tot korter levende elementen die veel minder lang straling geven en minder radiotoxisch zijn. De reactor hiervoor is een lood-bismut gekoelde reactor. De bezoekers krijgen een indruk van het ontwikkelen van dit koelsysteem. Duidelijk is dat nog lang niet alle problemen zijn opgelost. De bezoekers zijn om 12:00 uur ontvangen met een op Belgische leest geschoeide lunch.

Daarna licht Bernard Neerdael namens het MYRRHA-managementteam de ins en outs van het project toe. De excursie is afgesloten met een kijkje in de technische laboratoria waar men kennis kan nemen van de op dit moment lopende onderzoeken ten behoeve van het koelsysteem. De deelnemers aan het bezoek zeggen het SCK•CEN hartelijk dank voor de mogelijkheid bij hen in de keuken te hebben mogen kijken. In hun ogen liggen er nog tal van interessante uitdagingen op het pad naar de realisatie van het project in 2025.

De Stichting KernVisie streeft naar het vergroten van het draagvlak voor kerntechnologie en al haar toepassingen d.m.v. het tweemaandelijks magazine Kernvisie en de 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 Zwijndrecht.



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

Notarisappel 37, 6662 JN Elst
Tel. 0481-841156
E-mail: kernvisie@kernvisie.com