

KERNVISIE MAGAZINE

**URENCO SPONSORT
ONTWIKKELING
KLEINE REACTOREN**

**GEZONDHEID
IN BEELD**

**EERSTE BRANDSTOF-
STAVEN VOOR DE
CHINESE EPR**

**COVRA START
MET OPERA DE
ROUTEKAART VOOR
EINDBERGING**

COLOFON

KernVisie magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

JAARGANG 8, NUMMER 2, APRIL 2013
KERNVISIE VERSCHIJNT TWEEMAANDELIJKS
OPLAGE 2200 EX

ONTWERP & GRAFISCHE REALISATIE
DeOntwerpStek.nl, Den Helder

BESTUUR STICHTING KERNVISIE

Ir. A.M. Versteegh, voorzitter
Ir. G.H. Boersma, secretaris
Ir. E.W. Schuurig, penningmeester
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
Menno Jelgersma (Sherpa en de Fries
communicatiebureau)
Dr. Ir. Alike van Heek

REDACTIE ADRES

Notarisappel 37, 6662 JN Elst
E-mail: kernvisie@kernvisie.com
Internet: www.kernvisie.com
Bankrekening 6851370, t.n.v. Kernvisie,
Foundation for Nuclear Energy te Zwijndrecht.

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 **VEILIGHEID EN** **VERANTWOORDELIJKHEID**



Veilig omgaan met radioactief materiaal is een belangrijke verantwoordelijkheid. Werken met radioactieve stoffen betekent automatisch omgaan met radioactief afval. De energiesector, de medische wereld en de industrie produceren allemaal radioactief afval dat veilig en zorgvuldig moet worden vervoerd en opgeslagen. Een voorbeeld van werken met radioactieve bronnen in de industrie is beschreven in deze uitgave. Bij Synergy Health in Ede staan twee kobaltbronnen opgesteld die complete pallets met inhoud kunnen steriliseren. Wanneer de bronnen dusdanig zijn vervallen dat ze niet meer de gewenste hoeveelheid straling leveren, gaan ze als afval terug naar de Canadese producent waar ze tot niet-radioactief stabiel nikkel vervallen. Het Nederlandse radioactieve afval komt uiteindelijk altijd weer terug in Nederland en wordt voor maximaal 100 jaar opgeslagen bij de COVRA, de centrale organisatie voor radioactief afval. In het jaar 2100 volgt een besluit over de eindberging van het afval. In deze Kernvisie Magazine licht Ewoud Verhoef van COVRA het vijfjarige onderzoeksprogramma OPERA toe. Dit OnderzoeksProgramma Eindberging Radioactief Afval richt zich op hoe veilige, lange termijn opberging van radioactief afval mogelijk is. Omdat radioactief afval vervalt verdwijnt de gevaarzetting op den duur. De eindberging heeft tot doel het afval op een veilige plaats te bewaren tot het is uitgestraald en dus ongevaarlijk is.

André Versteegh
voorzitter Stichting Kernvisie

INHOUD

MAATSCHAPPIJ

COVRA START MET OPERA DE ROUTEKAART VOOR EINDBERGING

Het werken met radioactieve stoffen genereert radioactief afval. In Nederland wordt dit afval bij de COVRA, de centrale organisatie voor radioactief afval, ingezameld en voor tenminste 100 jaar opgeslagen. Momenteel vindt binnen het huidige vijfjarige onderzoeksprogramma, OPERA (OnderzoeksProgramma Eindberging Radioactief Afval), het onderzoek plaats hoe veilige, lange termijn opberging van radioactief afval mogelijk is.

P04

P08 MAATSCHAPPIJ

Kobaltbronnen van Synergy Health steriliseren en ontsmetten materialen en voedsel

P10 ENERGIE

Energiewende leidt tot hogere uitstoot van broeikasgassen in Duitsland

P14 SECTOR

Niels Unger geeft vorm aan 'beweging' bij transitie van NRG naar bedrijf

P16 V&A

Lezersvragen worden beantwoord door deskundigen

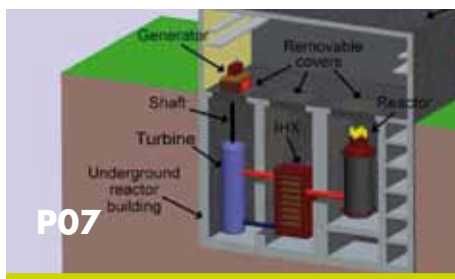
P17 COLUMN

Door Alik van Heek

ENERGIE

URENCO SPONSORT ONTWIKKELING KLEINE REACTOREN

Helmut Engelbrecht, bestuursvoorzitter van URENCO heeft zich onlangs positief uitgesproken over de ontwikkeling van de U-battery, waaraan het uraniumverrijkingsconsortium een bijdrage heeft geleverd.



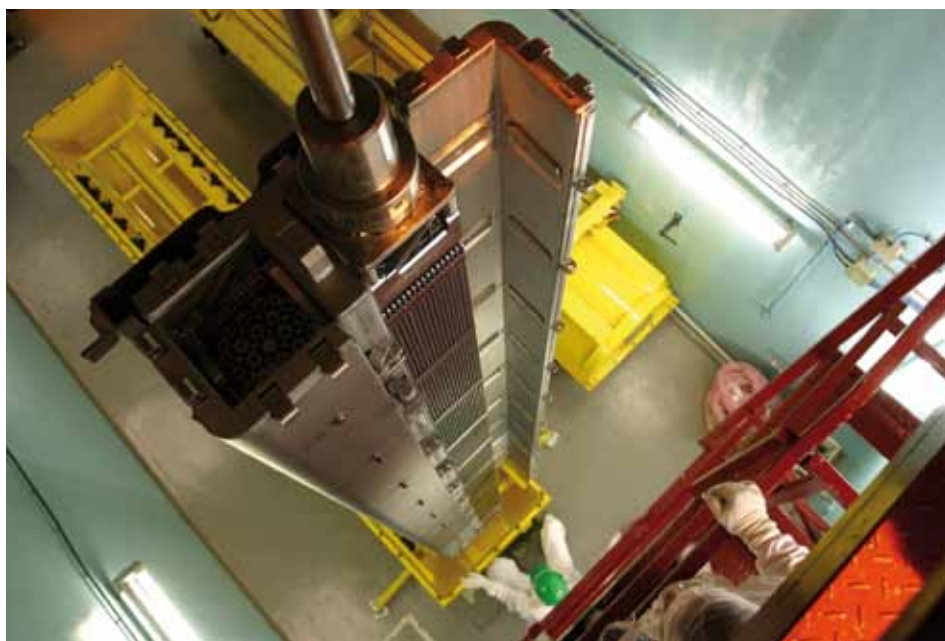
P07

GEZONDHEID

GEZONDHEID IN BEELD

In de molybdeenfaciliteit van Mallinckrodt Medical B.V. te Petten wordt zuiver molybdenum-99 geproduceerd, de moederisotoop van technetium-99m (Tc-99m) en het basismateriaal voor Tc-99m-generatoren. Elk jaar worden er wereldwijd zo'n 30 miljoen van deze diagnostische testen uitgevoerd, waarmee afwijkingen in de botten, longen, het hart, de nieren, het bloed et cetera aan het licht worden gebracht.

P12



► P23

EERSTE BRANDSTOFSTAVEN VOOR DE CHINESE EPR

De Franse kerncentralebouwer Areva heeft de eerste brandstof voor unit 1 van de Chinese Taishan centrale geproduceerd. Deze unit, van het type EPR, is de eerste van twee te bouwen units en zal naar verwachting begin 2014 in bedrijf komen.



Het werken met radioactieve stoffen genereert radioactief afval. In Nederland wordt dit afval bij de COVRA, de centrale organisatie voor radioactief afval, ingezameld en voor tenminste 100 jaar opgeslagen. Momenteel vindt binnen het huidige vijfjarige onderzoeksprogramma OPERA (OnderzoeksProgramma Eindberging Radioactief Afval) het onderzoek plaats hoe veilige, lange termijn opberging van radioactief afval mogelijk is. Tegelijk zal een onderzoeksagenda voor vervolgonderzoek worden vastgesteld. In het jaar 2100 volgt een besluit over de eindberging.

» COVRA START MET OPERA DE ROUTEKAART VOOR EINDBERGING

“HET ZORGEN VOOR RADIOACTIEF AFVAL BETEKENT VANDAAG WERKEN AAN DE TOEKOMST”

Werken met ioniserende straling levert afval op, of het nu uit de industrie komt, de medische wereld of de energiesector. Voor het isoleren, controleren en beheersen daarvan is met de COVRA een stabiele organisatie voorhanden. In combinatie met het huidige beleid waarin onder meer de eisen zijn geformuleerd over het eigendom van het afval, wordt voorkomen dat het afval in het leefmilieu komt. Radioactief afval onderscheidt zich van ander afval omdat het vervalst. “Dat betekent dat de gevaarstelling op den duur verdwijnt”, verklaart dr. ir. Ewoud Verhoef, plaatsvervangend directeur COVRA. “Wat wij dus moeten doen, is dat afval op een veilige plaats bewaren tot het is uitgestraald en dus ongevaarlijk is.” Je kunt er als maatschappij voor zorgen dat het veilig ligt opgeslagen, zoals in het HABOG (Hoogradioactief Afval Behandelings- en OpslagGebouw). Maar dan ben je nog steeds afhankelijk van menselijk handelen om er voor te zorgen dat het veilig blijft. Dat kan je volgens Verhoef op zich zonder problemen decennia garanderen, maar langer niet. Verhoef: “Je moet dus op zoek naar plekken waar je voor langere tijd, onafhankelijk van de mens, kan garanderen dat het afval veilig opgeslagen blijft. Dit is wat wij eindberging noemen. Locaties die daarvoor in aanmerking komen, zijn diepe geologische lagen.”

EEN BESLUIT IN 2100

Het afval dat nu bij de HABOG wordt aangeboden, ligt er voor honderd jaar. Die periode wordt gebruikt om de volgende

stap voor te bereiden. Verhoef: “Het is de bedoeling dat wij in het jaar 2100 een besluit nemen om de eindberging te gaan bouwen. Als je dan kijkt wat je internationaal nodig hebt, duurt het mogelijk nog eens dertig jaar voor de bouw daadwerkelijk van start gaat.” Het gaat dus om twee stappen die niet alleen in Nederland, maar wereldwijd worden genomen: de ‘tijdelijke’ opslag en de eindberging. De duur van de eerste stap verschilt per land en is onder meer afhankelijk van de grootte van de afvalinventaris die per land wordt geproduceerd. Hoe kleiner die is hoe meer tijd er nodig is om het geld bij elkaar te sparen om een eindberging te bekostigen. De verschillen zijn volgens Verhoef internationaal gezien groot: “Wat wij in honderd jaar verzamelen is minder dan wat Frankrijk in een jaar produceert.”

TWEE SAFETY CASES

‘Actief voor de toekomst’ is de slogan van COVRA, want het zorgen voor radioactief afval betekent vandaag werken aan de toekomst. Alle technische en financiële inspanningen die nu worden geleverd voor eindberging zijn verantwoordelijkheden die bij het beheer van radioactief afval horen. OPERA maakt deel uit van die zorg voor dat afval. Dat OPERA onlangs van start is gegaan, betekent niet dat de zorg voor het beheer van radioactief afval ook van recente datum is. Al sinds 1984 zijn de uitgangspunten van het beleid vastgelegd met betrekking tot de zorg van radioactief afval. Het ging daarbij om het isoleren »

Dr. ir. Ewoud Verhoef voor het HABOG

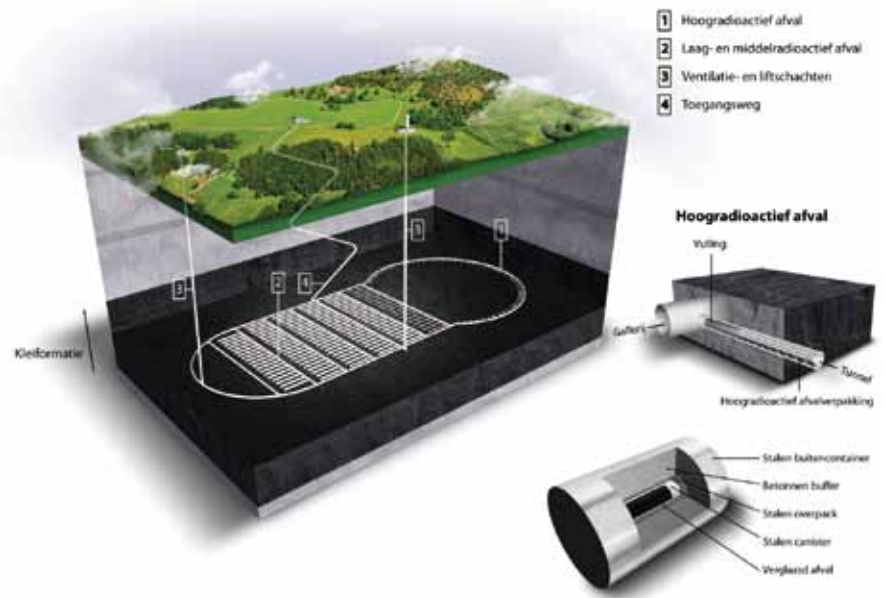
van het afval uit de leefomgeving, het beheersen van de risico's en controleren dat dit goed gebeurt. Destijds is ook de keuze gemaakt voor eindberging als sluitstuk van de zorg voor het afval. In 1993 is het beleid uitgebreid met de eis het ondergronds opgeborgen afval terugneembaar moet zijn. Dit alles geeft het raamwerk voor OPERA bij het ontwerpen van een eindberging. De kosten voor OPERA worden gelijkelijk verdeeld over het Rijk en de sector, zijnde EPZ en de aandeelhouders. Voor de periode van vijf jaar die OPERA duurt gaat het om 10 miljoen euro. Na vijf jaar liggen er twee safety cases. Een veiligheidsstudie voor de eindberging in steenzout en een ander voor eindberging in Boomse klei.

ANTICIPEREN OP DE LANGE TERMIJN

Aan het aardoppervlak verlopen de veranderingen razendsnel. Het is dan ook moeilijk voor te stellen hoe radioactief afval in een diepe geologische opslag voor duizenden jaren onaangeroerd kan blijven. Verhoef: "Mijn eerste stereo-installatie was voorzien van een platenspeler. Dat werden vervolgens tapes, cd's en nu zijn het opslagsystemen als een ipod. Dit gebeurde in een periode van 20 tot 30 jaar. Dat is ons referentiekader. In de ondergrond gaan veranderingen daarentegen heel langzaam. Die diep gelegen aardlagen zijn vaak al vele miljoenen jaren stabiel. Honderdduizend jaar op de geologische schaal is in dat licht heel erg kort. De tijds klok loopt daar veel langzamer. Samen met de astronomie, is geologie de wetenschap waarin we heel ver terug kunnen kijken in de tijd en daardoor uitspraken doen over de verre toekomst." Die voorspelbaarheid is ook de reden waarom we het afval niet aan het oppervlakte maar ondergronds willen opbergen.

100 JAAR ONDERZOEK

Een belangrijk doel van OPERA is het ontwikkelen van een routekaart voor het lange termijn onderzoek naar eindberging. Het startpunt op die routekaart vormen de



Artist impression van een ondergrondse eindberging in de Boomse klei

eerste twee Nederlandse safety cases. Omdat veranderingen zich aan het oppervlak snel voordoen zullen ook inzichten in de loop van de honderd jaar dat het afval bij COVRA ligt, veranderen. Verhoef: "Safety cases zullen daarom gedurende die periode iteratief worden geactualiseerd. Op die manier geef je het onderzoek richting en werk je gedurende de honderd jaar stapsgewijs toe naar een acceptabele oplossing. Door gestructureerd onderzoek te doen ontwikkel en behoud je daarnaast ook de benodigde kennis op het gebied van eindberging in Nederland." Leren van andere landen is daarbij heel belangrijk. In Zweden en Finland wordt op dit moment ervaring opgedaan met de eerste twee Europese vergunningen voor eindbergingen voor radioactief afval. De Finnen zijn al aan het graven. Fransen zitten er ook al dicht tegenaan. Maar ook operationele ervaringen uit New Mexico (VS) waar zich al tien jaar een eindberging bevindt, dragen bij aan het voortschrijdend inzicht.

INTERNATIONALE SAMENWERKING

Eindbergingsonderzoek is nu nog een strikt nationale aangelegenheid. Verhoef vraagt

zich af of er nu al niet voldoende redenen zijn om het vraagstuk internationaal aan te pakken. "Afval overstijgt de grenzen. Er is goed overleg tussen afvalorganisaties van de verschillende landen. Er is geen concurrentie en de organisaties hebben juist baat bij het uitwisselen van informatie om kennis te delen." Verwerkingsactiviteit is wel al gedeeld. Opwerken van splijstofstaven gebeurt bijvoorbeeld in Frankrijk en omsmelten van radioactieve metalen in Duitsland en Zweden. Maar het afval dat bij de verwerking ontstaat, komt altijd weer terug naar het land van herkomst. Verhoef: "Ik denk dat het ondenkbaar is, dat elk land een eigen eindberging krijgt. De enige lange termijn oplossing is dat landen die geen eigen eindberging bouwen, de krachten bundelen om tot een gezamenlijke oplossing te komen. Dat is ook mogelijk gemaakt door een nieuwe Europese richtlijn voor veilig beheer, waarin staat dat radioactief afval een nationale verantwoordelijkheid is, maar dat je per land invulling aan die verantwoordelijkheid kunt geven door een gezamenlijke aanpak." **K**

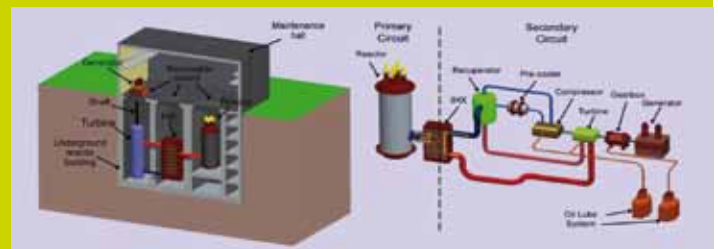
Menno Jelgersma

URENCO SPONSORT ONTWIKKELING KLEINE REACTOREN

Helmut Engelbrecht, bestuursvoorzitter van URENCO heeft zich onlangs positief uitgesproken over de ontwikkeling van de U-battery, waaraan het uraniumverrijkingsconsortium een bijdrage heeft geleverd. Het betreft een kleine 5 tot 20 MW inherent veilige HTR, die vooral toepasbaar is voor woongemeenschappen in ontwikkelingslanden die niet op een nationaal net zijn aangesloten.

In een interview dat in de Financial Times Special verscheen, zei Engelbrecht, dat de nucleaire industrie ambitieuzer en innovatiever zou moeten zijn. Wellicht in dat licht heeft URENCO een financiële bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van een micro-reactor die als een batterij kan worden ingeplugd en voorzien is van een aan- en uitknop. Over nut en noodzaak van de ontwikkeling trekt Engelbrecht een parallel met de telefoonindustrie. "Terwijl ontwikkelde landen bestaande netwerken en bekabelingen als uitgangspunt hadden, sloegen ontwikkelingslanden deze stap over om zich direct op de mobiele telefonie te richten. Als je kijkt naar kleine elektriciteitsopwekkers kan je de stap van een investering voor grootschalige infrastructuur overslaan", aldus Engelbrecht. Dit maakt de ontwikkeling naar locale energiemarkten voor ontwikkelingslanden haalbaarder. Schaalvergroting heeft ertoe geleid dat 1.600 MW reactoren werden ontwikkeld voor landen zoals China en India en de dicht bevolkte Europese landen, maar voor landen als Namibië geldt dat niet. Volgens Engelbrecht is de nucleaire industrie bij uitstek geschikt om te voorzien in low carbon basislast-energie. Nucleair kan daarbij heel goed 'klein' zijn en ideaal als elektriciteits-provider in landen met weinig infrastructuur. Hij ziet een rol voor renewables als wind en zon, maar verklaart dat vanwege de onregelmatige beschikbaarheid, zij niet de betrouwbaarheid en kwaliteit leveren die de industrie nodig heeft. Engelbrecht: "Je kunt naar het flikkerende beeld van een tv kijken als je dat niet erg vindt, maar een lasrobot in een autofabriek verdraagt geen onregelmatigheid in de kwaliteit van elektriciteitsvoorziening." Verder is hij van mening dat de nucleaire industrie, naast grote reactoren, kleinere eenheden moet ontwikkelen die geen omvangrijke infrastructuur of elektriciteitsnet nodig hebben en die kunnen concurreren met windturbines en zonnepanelen. De microreactor waaraan URENCO een bijdrage leverde staat bekend als de U-battery. Men werkte bij de ontwikkeling samen met het RID van de TU Delft en de University of Manchester.

De U-battery maakt gebruik van grafiet gemodereerde technologie. Uitgangspunt was een 5 tot 20 MW-reactor voor een prijs van een gelijk niveau als windenergie. Het idee hierachter was dat een maatschappij die bereid is een bepaald prijsniveau voor windenergie te betalen, hetzelfde wil betalen voor nucleaire energie die je bovendien in tegenstelling tot windenergie naar behoeven aan en uit kan zetten. Het gaat URENCO overigens niet om een gewijzigde bedrijfsfocus, maar om de industrie bij te staan in de concurrentie met andere vormen van energieopwekking. Voor de verdere ontwikkeling is het project gebaat bij industriële sponsors. Daarnaast zijn goedkeuring van overheid en toezichthouder van belang omdat voor een microreactor een andere benadering vereist is met betrekking tot regelgeving.



Doorsnede van het reactorgebouw van de U-battery en het secundaire circuit van de U-battery.

TECHNIEK

De U-battery is een kleine, inherent veilige en gemakkelijk te verplaatsen HTR (hoge temperatuur reactor). De reactor heeft met zestig jaar een lange technische levensduur en is ontworpen om woonwijken van elektriciteit te voorzien, die niet op het nationale net zijn aangesloten of deel uitmaken van industriële infrastructuren voor stroom en warmte. Het vermogen van de U-battery bedraagt 5 tot 20 MW. Een brandstofwissel vindt tussen 5 en 10 jaar plaats. Het koelmiddel is helium. De diameter van het reactorvat bedraagt 3,7 meter. De brandstof is TRISO coated fuel, dat zijn silicium-carbide gecoate bolletjes uranium die zijn samengevoegd tot cilindrische splijstofpenen die zijn ingebed in zeskantige brandstofstaven met een lengte van 80 centimeter waarin ook de koelmiddelgaten zijn geboord. Het systeem is inherent veilig door het systeem van neutronen feedback en de thermisch hydraulische karakteristieken van de reactor.

URENCO is het Nederlands, Duits en Brits consortium dat verrijkt uranium produceert door middel van ultracentrifugetechniek. De vestiging van de URENCO Group in Almelo verrijkt sinds 1973 uranium. **K**

Bronnen: http://www.janleenkloosterman.nl/reports/ubattery_final_201111.pdf Financial Times Special



**“DE KLANT BEPAALT HET
GEWENSTE EINDRESULTAAT,
WIJ DE DOSIS EN TIJD VAN
DOORSTRALEN.”**

*John Hopman, technical
sales Synergy Health*

Het doorstralen van producten met gammastralen zorgt ervoor dat micro-organismen, bacteriën, virussen, schimmel en insecten worden gedood. Het is ook een veilige methode om voedsel te ontsmetten en langer houdbaar te maken. Naast het behandelen van voedsel wordt de techniek ook gebruikt om medische hulpmiddelen, cosmetica en diervoeders te steriliseren en om kunststoffen chemisch te veranderen. Synergy Health in Ede is al ruim veertig jaar specialist op het gebied van gammastraling en heeft twee kobaltbronnen opgesteld, die afhankelijk van de te behandelen goederen worden ingezet. John Hopman, Technical Sales Synergy Health: “Omdat we met radioactieve bronnen werken, lijkt er een zweem van mystiek rond ons bedrijf te bestaan. Maar wat we doen is helder en we zijn er heel open over. We verzorgen excursies en ontvangen scholen om te laten zien wat er bij ons gebeurt.” Hopman is zelf al 32 actief in het bedrijf, dat in de loop der jaren onder meer tonnen voedsel langer houdbaar en vrij van ziektekiemen heeft gemaakt. De cultuur in een land bepaalt wat wel of niet voor doorstralen in aanmerking komt. “In tegenstelling tot bij ons

K **KOBALTBRONNEN VAN SYNERGY HEALTH STERI- LISEREN EN ONTSMETTEN MATERIALEN EN VOEDSEL**

In Ede bevindt zich een vestiging van Synergy Health een bedrijf dat wereldwijd actief is op het gebied van de sterilisatie van onder andere medische en farmaceutische producten met behulp van gammastraling. Andere toepassingen zijn ontsmetten van tuinbouwmaterialen, archieven en een beperkte hoeveelheid voeding. De Veluwe vestiging is al ruim veertig jaar specialist op het gebied van gammastraling, heeft twee kobaltbronnen opgesteld en kan compleet geladen pallets doorstralen.

wordt in de V.S. al het rode vlees doorstraald. Dat heeft te maken met de claimcultuur aldaar. Ziek worden van rood vlees eten leidt onherroepelijk tot een claim bij de producent en dat kan enorme financiële consequenties hebben”, aldus Hopman. Ondanks de voordelen van het doorstralen is de hoeveelheid doorstraald voedsel in de afgelopen jaren in Nederland

sterk afgenomen. “Dat heeft te maken met de wetgeving. Op een gegeven moment moest een bedrijf een vrijstelling aanvragen om een product te laten doorstralen. Dat mocht eigenlijk altijd, maar de administratie ervan werd een bottleneck, waardoor veel bedrijven er vanaf zagen.” Toch denkt hij dat de gammatechniek in de toekomst vaker toegepast zal worden:

“Denk bijvoorbeeld aan de komkommers die met onze techniek heel eenvoudig EHEC-bacterievrij te maken zouden zijn geweest.” Volgens Hopman gaat het bij het doorstralen van voedsel niet om steriliteit van de producten. Specerijen krijgen een lage dosis toegediend om het kiemgetal naar beneden te krijgen. Het is de klant die daarbij de CFU (Colony Forming Unit) per gram product bepaalt; een eenheid afkomstig uit de microbiologie die een schatting aangeeft van het aantal levensvatbare kolonies bacteriën of schimmels. Hopman: “Je moet Synergy Health niet zien als een ‘schoonmaker’ van de voedingsindustrie. Producenten moeten niet het idee krijgen: wij doen maar wat en Synergy Health maakt het wel weer schoon. Wel kunnen wij met onze techniek, indien doorstraling van het product überhaupt mogelijk is, het onnodig weggooien van producten voorkomen.”

EEN MUMMIEHOOFD EN BEDBUGS

Hoewel in de beeldvorming bij doorstralen voornamelijk aan voedsel wordt gedacht, gaat het in Ede maar om ongeveer vijf procent van de productie. Met zeventig procent hebben de farmaceutische producten het grootste aandeel. De rest komt voor rekening van allerlei producten van opdrachtgevers zoals tuinbouwers die met het doorstralen de kweekmaterialen weer kunnen hergebruiken zonder invloeden van een vorige teelt. Alle onkruidzaden en eventuele resten van andere soorten zijn dan gedood. Daarnaast gingen in de afgelopen jaren ook ‘exotische’ producten langs de kobaltbron, waaronder: een mummiehoofd, een opgezette vos, verse decoratieve boomtakken voor een museum, door houtworm geplaagde tafels en stoelen en een volle koffer met kleding na een bezoek aan een tropische bestemming. “Je bent dan in één keer van alle bedbugs en ander ongerief af”, legt Hopman uit. Als één van de meest opmerkelijke klussen noemt Hopman de sterilisatie van de archieven van het Vredespaleis in Den Haag, die bestond uit het doorstralen van 1.200 pallets boeken, kaarten, schriften en schenkingen. Regelmatig krijgt Hopman vragen van producenten of hun product voor doorstraling in aanmerking kan

komen. “We weten echter vaak bij nieuwe materialen niet wat er ten gevolge van de doorstraling gebeurt. De viscositeit kan afnemen, sommige producten gaan kapot en sommige veranderen alleen van kleur. Het is iets waar we samen met de klant proefondervindelijk achter komen”, licht Hopman toe.

DOSIMETERS IN HET PAKKET

Doorstaat een product de proef dan kan het proces doorgang vinden. De volgende stap is de procesvalidatie. Hopman: “We kunnen in een keer een compleet geladen pallet doorstralen. Daartoe wegen we eerst de pallet en stellen de dichtheid vast. De klant bepaalt het gewenste eindresultaat en wij de dosis en tijd van doorstralen.” Als voorbeeld geeft Hopman



X Bij een bezoek is de bron ondergedompeld in een diepe pool gevuld met water. De Cherenkov-lichtintensiteit geeft de kracht van de bron aan. Hoe eerder het licht van een pencil, hoe eerder deze aan vervanging toe is.

het steriliseren van een doos gaasjes die misschien maar een uur in beslag neemt, terwijl eenzelfde doos met potgrond drie uur wordt doorstraald vanwege de hogere dichtheid. In het eigen laboratorium worden met behulp van biologische testen de microbiologische validaties bepaald. “Wij bepalen de dosis, maar de klant blijft verantwoordelijk voor de steriliteit.” Van belang voor Synergy Health is het berekenen van de vereiste stralingsbelasting midden op het kruispunt van de diagonalen van een beladen pallet. Hopman: “Het kan zijn dat de fysisch geabsorbeerde dosis aan het oppervlak 3 kilogray (kGy) bedraagt en in het midden van de pallet 1 kGy. Om te voorkomen dat een product kapot gaat, wordt de pallet tijdens het doorstralen om zijn as gedraaid.” De dosis wordt gemeten met behulp

van kunststof dosimeters die in het te bestralen pakket worden aangebracht. Deze dosimeters veranderen van kleur op een bekende en goed meetbare wijze tijdens de bestraling. Aan de hand van de veranderingen aan de dosimeters, lezen de collega’s van Hopman af hoeveel straling het pakket heeft geabsorbeerd.

HALFWAARDETIJD VAN 5,26 JAAR

De bronnen bevinden zich in een betonnen bunker met muren van twee meter dik. Ze hebben een vaste sterkte en bestaan uit een aantal ‘pencils’ die in een rek in de bron staan opgesteld. Een pencil is opgebouwd uit twee in elkaar geschoven ronde dubbele roestvast stalen buizen waarin het kobalt-60 is opgenomen. Het kobalt is afkomstig van MDS Nordion uit Canada. Eén pencil heeft 14.000 curie ofwel 5.180 terabecquerel en wordt in een mandje met plaats voor 12 à 13 pencils vanuit Canada naar Nederland verscheept. Het mandje gaat met loodpot en al ter plaatse in de pool waarin de bron wordt opgeslagen indien deze niet in gebruik is. Als gevolg van de halfwaardetijd van het kobalt-60 neemt de ‘kracht’ van een pencil in 5,26 jaar voor de helft af. Daar houden de collega’s van Hopman rekening mee door langere behandel tijden toe te passen. Daarnaast wordt de bron wordt regelmatig bijgeladen om de capaciteit op peil te houden. Dat gebeurt door nieuwe krachtige pencils in het bronrek te plaatsen. Bij een bezoek wordt de bron ondergedompeld in een diepe pool gevuld met water ter afscherming van de straling. Boven de bron staat dan vier meter water. Hopman: “Twee meter is voldoende voor de afscherming, maar alles is dubbel uitgevoerd.” Duidelijk is dan het bronrek te zien, waarbij de Cherenkov-lichtintensiteit de kracht van de bron aangeeft. Hoe eerder het licht, hoe eerder de pencil aan vervanging toe is. Als het bezoek is afgerond kan de bron alleen uit de pool verrijzen wanneer iedereen het centrale gedeelte van de bunker heeft verlaten. Als alle veiligheidsmaatregelen zijn getroffen, start de lopende band en draaien de pallets weer hun rondjes rond de bron. **K**

Menno Jelgersma



K 'ENERGIEWENDE' LEIDT TOT HOGERE UITSTOOT VAN BROEIKASGASSEN IN DUITSLAND

De uitstoot van koolstofdioxide in Duitsland nam licht toe in 2012, maar door het op politieke gronden sluiten van kerncentrales liet Duitsland de kans lopen om die uitstoot tot een laagterecord terug te brengen.

Het Duitse ministerie van milieu, natuurbehoud en nucleaire veiligheid publiceerde voorlopige cijfers voor de uitstoot van broeikasgassen. Daaruit blijkt een kleine stijging van 1,6% tot 931 miljoen ton koolstofdioxide per jaar.

Een factor daarbij was het koude weer, die leidde tot extra verbruik van aardgas voor ruimteverwarming. Het gebruik van kolen voor het opwekken van elektriciteit nam toe. Maar meer elektriciteit opgewekt door zon en wind verminderde het gebruik van aardgas. De hoeveelheid middels kerncentrales opgewekte elektriciteit nam af door het sluiten van 8 kerncentrales na het Fukushima-ongeluk in maart 2011.

De economie van het land groeide in 2012 met 0,2% volgens een schatting van het IMF. Dat betekent dat de toename

van 1,6% van de uitstoot van broeikasgas inderdaad een stijging was van het aandeel koolstofdioxide in de economie als geheel. De officiële mededeling dat de Duitse staal- en chemische industrie in 2012 een lichte daling in de productie lieten zien, geeft extra steun aan deze conclusie.

Maar kijkend naar het geheel kan vastgesteld worden dat Duitsland ondanks alles comfortabel op weg is om aan de doelen van het Kyoto Protocol te voldoen. Men komt op 192 miljoen ton CO₂ per jaar onder de overeengekomen verplichting voor 2012 uit. Sinds 2009 variëren de jaarlijkse emissies in Duitsland tussen 912 and 944 miljoen ton. Maar ondanks de anti-kernenergiepolitiek staat de nucleair opgewekte hoeveelheid elektrische energie nog altijd op 16% van het totaal aan opgewekte elektrische energie in Duitsland.

De kerncentrale Unterweser gezien vanaf de rivier de Weser in Noord-Duitsland. De drukwaterreactor is door Siemens ontworpen en gebouwd en bij de ingebruikname in 1979 de grootste centrale op de wereld. Na het ongeluk bij Fukushima werd de kerncentrale Unterweser op 18 maart 2011 uit bedrijf genomen.

De 8 gesloten kerncentrales zouden in 2012 ongeveer 40,2 TWh elektriciteit hebben opgewekt als zij waren blijven produceren in lijn met hun mogelijkheden tot aan hun reguliere sluiting. Hun vervanging leidde tot extra uitstoot van koolstofdioxide. Een voorzichtige berekening laat dan zien dat zonder die sluiting de uitstoot in 2012 teruggebracht zou kunnen zijn tot 897 miljoen ton per jaar. Een diepterecord en dus een gemiste kans. **K**

WNN



De Rivne kerncentrale in Oekraïne. bron: Wikimedia

DE EBRD STELT GELD BESCHIKBAAR VOOR HET MODERNISEREN VAN KERNREACTOREN IN DE OEKRAÏNE

De European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) verstrekt een lening van € 300 miljoen voor het up-to-date brengen van de veiligheidsvoorzieningen van de kernreactoren in de Oekraïne

De totale kosten van het in lijn met de internationale standaard brengen van de 15 in de Oekraïne operende kernreactoren worden geschat op een bedrag van € 1,4 miljard. Euratom gaat € 300 miljoen bijdragen. Het project zal eind 2017 gereed zijn. Het project betreft 87 verschillende maatregelen die volgens de EBRD nodig zijn om aan internationale standaarden te voldoen. Afhankelijk van welke reactor het betreft, gaat het om zaken als het vervangen van onderdelen in systemen die belangrijk zijn voor het veilig opereren, verbeteringen in de instrumentatie en de besturing van voor de veiligheid relevante systemen. Daarnaast het verbeteren van diverse organisatorische procedures in geval van storingen of ongelukken. Ook resultaten van de stress tests gehouden

naar aanleiding van 'Fukushima', waaraan de Oekraïne vrijwillig meedeelde, zijn aanleiding tot verbeteringen. De Oekraïne heeft zes reactoren bij Zaporozzhe, drie in het zuiden van de Oekraïne, vier bij Rovno en twee bij Khmelnytsky. Het zijn allemaal Russische drukwaterreactoren (VVER) die in de jaren 80 van de vorige eeuw in bedrijf kwamen. De twee nieuwste units, Khmelnytsky 2 en Rovno 4, zijn al eerder gemoderniseerd middels financiering door de EBRD en Euratom. Die aanpassingen kwamen gereed in 2010.

Het 'upgrade' programma is opgezet door het Oekraïense staatsbedrijf Energoatom, op basis van aanbevelingen van het International Atomic Energy Agency (IAEA). Het programma wordt uitgevoerd onder toezicht van de Oekraïne zelf, bijgestaan door Europese Commissie ten einde te garanderen

dat aan internationaal geaccepteerde normen wordt voldaan.

De ecologische onderdelen van het project worden gefinancierd door de EBRD, in de evaluatie op het punt van veiligheid wordt voorzien door Riskaudit European Nuclear Safety Consultancy, gefinancierd door de Europese Commissie. Het project voorziet tevens in hervorming van de kernenergiesector zelf in de Oekraïne, in versterking van de onafhankelijkheid en de financiering van de nationale toezichthouder en verbetering van beheer van de verbruikte kernbrandstof. Alle bij het door de EBRD gefinancierde project behorende contracten zullen op een open wijze worden aanbesteed.

Het geheel is het grootste door de EBRD gefinancierde project tot nu toe. Ricardo Puliti, managing director van de EBRD, gaf aan dat de betrokkenheid van de EBRD in lijn was met haar politiek van het ondersteunen van de veiligheid van de kernreactoren in haar investeringsportefeuille. Hij sprak uit "terwijl EBRD proactief probeert het energie-intensieve gehalte van de economie in de Oekraïne omlaag te brengen en het ontwikkelen van 'renewables' te bevorderen, kennen we ook de belangrijke rol van kernenergie in de huidige energiemix van het land" **K**

WNN, febr 2013





IN BEELD

In de molybdeenfaciliteit van Mallinckrodt Medical B.V. te Petten wordt zuiver molybdenum-99 geproduceerd, de moederisotoop van technetium-99m (Tc-99m) en het basismateriaal voor Tc-99m-generatoren. Mallinckrodt is een van de grotere leveranciers van deze generatoren. Tc-99m is een belangrijke isotoop die wordt gebruikt in ongeveer 80 procent van alle diagnostische onderzoeken in de nucleaire geneeskunde. Elk jaar worden er wereldwijd zo'n 30 miljoen van deze diagnostische testen uitgevoerd, waarmee afwijkingen in de botten, longen, het hart, de nieren, het bloed et cetera aan het licht worden gebracht.

Het productieproces begint met de bestraling van verrijkt uranium in een reactor. Mallinckrodt Medical B.V. koopt bestralingscapaciteit in bij diverse onderzoeksreactoren, waaronder de Hoge Flux Reactor (HFR) in Petten, de BR2 in Mol, België, en de Maria-reactor in Otwock-Swierk, Polen. Daarna wordt het productieproces vervolgd in de op de foto getoonde molybdeenfaciliteit. **K**





Sinds november is Niels Unger de nieuwe algemeen directeur van NRG in Petten. Hij gaat in de komende jaren invulling geven aan de transitie van NRG van instituut naar onderneming. "Ik loop hier over het terrein en zie dat wij een goudmijn in handen hebben", aldus Unger. Ondertussen werkt NRG aan de sanering van het grondwater rond de HFR na een verholpen tritiumlek en worden de scenario's uitgewerkt voor het herstel van een lek in het primaire koelwatersysteem.

Het was niet de nucleaire ambitie die de nieuwe algemeen directeur naar Petten heeft gedreven. "Dat klopt", vertelt Unger, "Een soortgelijke ambitie voor chemie of olie had ik bij mijn voorgaande werkgevers ook niet." Wat voor hem wel van belang is, is de status van een organisatie, die daarbij aan een aantal randvoorwaarden moet voldoen. Het moet gaan om een dienstverlener of producent die actief is op de zakelijke markt, waarbij langdurige klantrelaties een wezenlijke rol spelen. Verder geldt voor hem ook het belang van het innovatieve karakter van een organisatie en het zicht op de continuïteit van de onderneming. "Ik vind ook de structuur van de rol van aandeelhouders belangrijk en uiteraard de situatie waarin een bedrijf zich bevindt met het oog op verbetering", licht Unger verder toe. Als voorbeeld geeft hij zijn aanstelling bij Nuon in 2001 toen de liberalisering van de sector vorm kreeg en de daarop volgende drie jaar waarin hij de Duitse verkooporganisatie van 'papier tot praktijk' mocht optuigen. In de afgelopen vier jaar werkte Unger voor Vopak in Hamburg waar hij twee bedrijven tot één kon samenvoegen.

K *Niels Unger, de nieuwe algemeen directeur van NRG.*

K DIRECTEUR UNGER GEEFT VORM AAN 'BEWEGING' BIJ TRANSITIE VAN NRG NAAR BEDRIJF

“DIVERSITEIT IS ALLES.”

NRG voldoet wat Unger betreft aan de status en de randvoorwaarden. “Het gaat hier om het vormgeven van de transitie van instituut naar onderneming”, aldus Unger. “Dat vormgeven van de ‘grote beweging’ in of voor een organisatie is wat ik met plezier doe en is in feite dat wat ik kan.” De omgeving, of het nu olie, chemie of nucleair is, is niet leidend. “Dat neemt overigens niet weg dat ik affiniteit met techniek heb”, aldus Unger die zichzelf een absolute ‘alfa’ verklaart. “Ik werk gewoon graag met mensen die inhoudelijk gedreven zijn en probeer daar vanuit mijn organisatorisch kant optimalisatie in te brengen.” Iedereen heeft zijn sterke kanten en het samenbrengen van competenties leidt onherroepelijk tot verbeteringen en meerwaarde. “Diversiteit is alles”, vat Unger bondig samen. “Ik zal NRG dan ook niet ooit als koning nucleair op een zeker moment verlaten, die zijn er al genoeg. Ik wil sturing geven, waarmee NRG haar kansen op termijn uitnut.” Klanten, medewerkers, omgeving en aandeelhouders moeten allemaal baat hebben van hetgeen Unger met alle betrokkenen in beweging gaat zetten. De vraag die er nu ligt, luidt: wat voor organisatie wil je zijn? Het gaat er Unger daarbij om eerst vast te stellen wat de markt vraag is. Daaraan koppelt hij een lange termijnstrategie. Het beeld dat daarbij past, wordt volgens Unger nu gevormd. “We zijn nu bezig met het verzamelen van de informatie. De drijfveer voor de lange termijn is veiligheid en betrouwbaarheid. Als dat beeld compleet is, het productieproces en het werk aan ‘de voorkant’ in orde is, genereert dat rendement”, legt Unger uit. Als voorbeeld haalt hij URENCO aan als toonbeeld van beheersing en controle. Het is de passie van Unger om met NRG daartoe te komen. Voor het beheersen en instandhouden wat daar weer op volgt, ziet hij geen rol voor zich zelf weggelegd. “Daar zijn anderen veel beter in dan ik.” De taak die Unger nu voor zich ziet is het maken van keuzes. “Als je alles aanpakt wat op je weg komt, wordt een organisatie onbestuurbaar.” Een tijdsbestek

kan hij niet geven, omdat het maken van die keuzes afhankelijk is van onder meer de markt en beschikbare middelen.

DE HERSTART VAN DE HOGE FLUX REACTOR

NRG kampt op dit moment met een paar pijnpunten: het tritiumlek en een lekkende pakking in het primaire koelwatersysteem van de HFR. Dat de HFR nu stil staat, is volgens Unger een enorme ‘set back’ voor NRG, zeker na de grote reparatie aan de koelwaterleiding in 2010. Op dit moment vindt de tritiumsanering plaats. De verhoogde concentratie tritium in het grondwater rondom

“HET VORMGEVEN VAN DE ‘GROTE BEWEGING’ IN OF VOOR EEN ORGANISATIE IS WAT IK MET PLEZIER DOE EN IS IN FEITE DAT WAT IK KAN.”

de HFR bleek afkomstig van een aangetaste leiding van een van de hulpsystemen van de reactor. De sanering van het grondwater zal nog enige tijd in beslag nemen. Unger: “Wij kunnen niet te snel grondwater wegpompen anders krijg je grondwaterbeweging en dat wil je voorkomen. Vandaar dat we het werk in twee fasen uitvoeren. De eerste fase betreft de sanering van de hotspots. Deze zal in de zomer zijn afgerond. Aansluitend gaan we in laag tempo (oppassen dat de pomp niet in slaap valt) door met de secundaire sanering. Dit zal enkele jaren in beslag nemen.” De enkelwandige transportleiding die de oorzaak van het tritiumlek was, is uit bedrijf genomen en in een nieuwe dubbelwandige leiding is voorzien.

GOUDMIJN

Voor het herstel van de pakking zijn verschillende scenario’s gereed. Op dit moment wordt aangestuurd op een keuze van de finale aanpak. Unger: “Het is een pakking die je niet uit elkaar kan halen vanwege de locatie. Hij zit vrij diep in de

installatie weggeborgen en dat vraagt meer tijd.” De locatie maakt de beoordeling van de schade en een mogelijke oplossing ingewikkeld. Er is geen referentie en dat maakt het moeilijk. Een termijn kan Unger daarom niet geven. “Als wij iets roepen, wordt dat onmiddellijk buiten de poort als waarheid opgevat, waardoor wij uiteindelijk ons eigen tijdsplan niet meer herkennen.” Unger heeft dat omgedraaid. “Wij geven de markt een ‘pre notice’ van twee weken waarmee ze uit de voeten kunnen. Wij geven ook aan hoelang wij niet in bedrijf zijn, opdat bedrijven die afhankelijk van onze producten zijn, zich kunnen positioneren.” Unger gaat er in ieder geval van uit dat de HFR weer in bedrijf komt. Ondertussen neemt uiteraard de druk op de productie van medische isotopen toe. “Het tekort wordt niet kleiner als wij niet produceren”, erkent Unger: “Maar als wij als grote producent weer kunnen produceren, is het tekort voor een groot deel weer gecompenseerd.” Om zover te komen is iedereen binnen NRG verplicht zijn of haar bijdrage te leveren om het succes van de organisatie te garanderen. “Ik loop hier over de Onderzoeks Locatie Petten en zie dat wij een goudmijn in handen hebben. Ik weet alleen nog niet precies waar de deur zit. Het zou zonde zijn als de HFR in Nederland, waar de kennisindustrie toch al te lijden heeft, verloren zou gaan. Als in 2016 de Canadese Chalk River-reactor afgeschakeld wordt, zijn wij ‘by far’ de grootste isotopenproducent ter wereld en daar mogen we toch als Nederlands bedrijf stinkend trots op zijn.” Ondertussen gaat de ontwikkeling van PALLAS, de opvolger van de HFR gewoon door. Enkele weken na zijn aantreden heeft PALLAS met Rinse de Jong een zogenaamde ‘kwartiermaker’ gekregen. De Jongs opdracht is om namens de provincie Noord-Holland en het Rijk het PALLAS-project (het tot nu toe verrichte werk plus het team) scherp tegen het licht te houden, een professionele organisatie op te zetten en een plan te maken voor de (private) financiering van PALLAS. **K**

Menno Jelgersma

VRAAG & ANTWOORD

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

KERNAFVAL, WAAROM STUREN WIJ HET NIET GEWOON NAAR DE ZON?

**DAAR VERBRANDT HET DAN
EN DAN ZIJN WE ER VAN AF.**

Het klinkt, in eerste instantie, wellicht als een waanzinnig idee, maar waarom ook niet? In de jaren '70 en '80 is uitgebreid gekeken naar deze optie van radioactief afval'beheer', onder andere door de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA. In onderstaand antwoord wordt de vraag op verschillende manieren belicht; vanuit het oogpunt van goed afvalbeheer, vanuit het oogpunt van praktische uitvoerbaarheid, of vanuit het oogpunt van veiligheid.

HOE BEHEREN WIJ RADIOACTIEF AFVAL?

"Er bestaan verschillende strategieën voor afvalbeheer. Voor splijfstof- en ander hoog radioactief afval is het cruciaal, dat verspreiding in het leefmilieu wordt voorkomen. Het toverwoord is hier 'concentrate & contain' (concentreren en beheersen); het afval wordt beheerst opgeslagen in goed afgeschermd en robuust gebouwde faciliteiten. Doordat kernafval een relatief kleine hoeveelheid omvat, is dit technisch ook goed mogelijk. Goed rentmeesterschap zorgt ervoor, dat we het kernafval op elk moment in de gaten houden en de veiligheid van de leefomgeving kunnen waarborgen.

Dit in tegenstelling tot een afvalstrategie van 'dilute & disperse' (verdunnen en verspreiden), hetgeen bijvoorbeeld gebeurt met



CO₂ bij de verbranding van fossiele brandstoffen. Hier gaat het om zulke grote hoeveelheden, dat ze technisch niet eenvoudig opgeslagen kunnen worden. Als je radioactief afval de ruimte in schiet, zou je dit misschien als 'send and forget' (wegsturen en vergeten maar) moeten karakteriseren. In elk geval kun je niet meer spreken van goed rentmeesterschap. Van afval'beheer' is feitelijk ook geen sprake, eigenlijk is het een technisch hoogwaardig manier van afval-dumpen."

KAN HET TECHNISCH?

"Als je googlet op wat een Europese ARIANE-5 raket naar boven brengt, dan is dit ongeveer 10 ton per lancering. Dat zijn dan satellieten, die in een zogenaamde geostationaire baan worden gebracht op een hoogte van 36000 km. Dit is iets anders dan het naar de zon sturen, en de uitgewerkte strategieën van NASA uit de jaren '70 gaan uit van een ander scenario. Maar het geeft een indicatie.

Alle kerncentrales in de wereld gebruiken zo'n 8000 ton verrijkte splijfstof, en dat is dus de hoeveelheid hoog-radioactief afval dat je per jaar naar de zon zou moeten lanceren.

Een kleine rekensom leert nu, dat je dan zo'n 800 raketlanceringen nodig hebt, meer dan twee per dag. En daar komt nog iets bij: splijstofafval uit kerncentrales is hoog radioactief. Buiten de

dampkring heb je daar weinig last van, maar bij het beladen van een raket of space shuttle, moet je hier terdege rekening mee houden. En de meest effectieve afscherming van radioactieve straling gebeurt nu net met zware metalen, zoals lood. Je zult dus een veelvoud van het splijtstofgewicht omhoog moeten sturen, ongeveer 50 keer meer, als je alle afscherming meerekent. Dat betekent nog veel meer lanceringen. In 2012 zijn er 78 lanceringen naar de ruimte geweest, wereldwijd, veel minder dus dan de vele duizenden lanceringen, benodigd om alle splijtstofafval naar de zon te sturen. En dan hebben we het niet over de kosten. Deze zijn gigantisch, dus ook vanuit economisch oogpunt zou je een andere oplossing willen kiezen."

IS HET VEILIG??

"De veiligheidsfilosofie van kernenergie is er altijd op gericht om te voorkomen, dat radioactief materiaal in het leefmilieu terecht komt. Hoe kunnen we dit garanderen, als we het splijtstofafval in een raket naar de ruimte sturen? Van alle lanceringen mislukt zo'n 10%, en van de meest betrouwbare raketten verloopt zo'n 1% van de lanceringen niet volgens plan. Als we de betrouwbaarheid nog tien keer beter maken, zou nog steeds 1 op de 1000 lancering mislukken. Meest waarschijnlijk is dan dat het splijtstofafval verbrandt en verspreid wordt in de atmosfeer. Uiteindelijk daalt het dan weer op de aarde neer en zijn we weer uitgekomen op 'dilute & disperse' als strategie. Alleen nu met het zeer hoogradioactieve en langlevende splijtstofafval dat we nu juist zo graag ingekapseld wilden houden. Misschien geen goed idee." **K**

Frodo Klaassen

DR. FRODO KLAASSEN

Dr. Frodo Klaassen werkt sinds 2002 in de nucleaire sector. Bij NRG heeft hij een veelheid aan internationale onderzoeksprojecten geleid, vooral met als doel om kernenergie duurzamer te maken. Van 2008 tot 2012 leidde Klaassen de onderzoeksgroep bij NRG, die zich bezig houdt met nieuwe, schonere reactorsplijtstoffen en de ontwikkeling van medische isotopen.

Meer lezen?

De World Nuclear Association geeft in onderstaand artikel een overzicht van het afvalbeheer van radioactieve stoffen:
<http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Nuclear-Wastes/Waste-Management-Overview/>
 Dezelfde vraag gesteld (en beantwoord) op Yahoo:
<http://answers.yahoo.com/question/index?qid=20080330095901AA3PAwf>

COLUMN



UN-SCARE

UNSCEAR, het United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, mag haar acronym iets herschikken: UN-SCARE zou nu beter passen, ont-bangmaken. Het gaat om de gezondheidseffecten van lage doses straling, die eigenlijk niet te meten

zijn. Zijn die lineair te extrapoleren uit de effecten van hoge doses straling (Linear Non-Threshold theorie, LNT)? Of is er een drempel (threshold) waar beneden er geen schadelijk effect meer is? Of is er beneden die drempel zelfs een positief effect (hormese)? De autoriteiten gaan voornamelijk uit van de geldigheid van de LNT theorie.

Of dat terecht is? Daarover is men het nog niet eens, zo is ook mijn ervaring. Net toen ik overtuigd was van de hormese theorie door het overvloedige bewijsmateriaal uit het boekje "Stralingstekort, stel dat straling eigenlijk goed voor je is?", hoorde ik op een conferentie een minstens zo overtuigende presentatie van een bioloog van de Universiteit van South Carolina. Hij had in Tsjernobyl en Fukushima allerlei diersoorten geteld en onderzocht, en kwam tot de conclusie dat LNT gewoon klopt, niks hormese. Naderhand vroeg ik hem naar zijn mening over de bewijzen voor hormese: die rammelden aan alle kanten. Zo, twee scholen met strijdige theorieën dus. Toch begint UNSCEAR aan de LNT theorie te tornen. In hun laatste rapport geven ze aan dat hun stelling, dat bepaalde stralingseffecten kunnen worden geassocieerd met stralingsziekten, niet geldig is voor lage doses, te weten 100 millisievert of minder. Verder raden ze af om lage additionele doses te vermenigvuldigen met grote aantallen individuen om cijfers over gezondheidseffecten voor een gebied te verkrijgen, een bron van horrorverhalen over honderdduizenden doden bij nucleaire rampen. Verder kon UNSCEAR niet gaan, wegens gebrek aan consistentie en coherentie in de wetenschappelijke literatuur. Net als UNSCEAR zou ik graag zien dat de deskundigen het eens werden, zodat we dan echt met UN-SCARE kunnen beginnen. **K**

Aliki van Heek

K NUCLEAIRE WERELDTOP IN NEDERLAND

Over precies een jaar is Nederland het internationale middelpunt van nucleaire veiligheid en beveiliging. Op 24 en 25 maart 2014 wordt de Nuclear Security Summit (NSS) gehouden in Den Haag.

Regeringsleiders van meer dan 53 landen komen dan bij elkaar om op het hoogste politieke niveau afspraken te maken over de beveiliging van nucleair materiaal om nucleair terrorisme te voorkomen. In het kielzog van deze wereldtop organiseert de Nederlandse nucleaire sector van 23 tot 25 maart de internationale Nuclear Industry Summit (NIS) in Amsterdam. De NIS 2014 wordt op verzoek van de overheid georganiseerd door URENCO Nederland in samenwerking met de andere bedrijven van Nucleair Nederland. Tijdens de NIS komen CEO's van nucleaire bedrijven wereldwijd bij elkaar in de Beurs van Berlage om te praten en discussiëren

over nucleaire veiligheid en beveiliging. In de maanden voorafgaand aan de NIS wordt in internationale werkgroepen gewerkt aan joint statements. Deze statements vormen de input voor de discussies van de wereldleiders tijdens de NSS. Waar mogelijk en wenselijk maken zij gebruik van de conclusies een aanbevelingen die voortkomen uit de NIS 2014.

PRESIDENT OBAMA

Initiatiefnemer van de tweejaarlijkse wereldtop is de Amerikaanse president Obama. In 2009 hield hij een speech in Praag waarbij hij nucleair terrorisme een van de grootste bedreigingen voor de internationale veiligheid

noemde en aankondigde zich internationaal in te spannen om al het nucleaire materiaal de komende vier jaar nog beter te beveiligen. Om dat doel te bereiken werd in 2010 de Nuclear Security Summit in Washington georganiseerd. In 2012 vond deze plaats in Seoel.

INTERNATIONALE PARTNER

De NIS 2014 laat de wereld zien dat de nucleaire sector actief werkt aan een veilige wereld. Als organisator en gastheer van de NIS benadrukt de Nederlandse nucleaire sector bovendien dat zij een belangrijke en internationaal gewaardeerde partner is op het gebied van nuclear security. Alle medewerkers in de Nederlandse nucleaire sector zullen regelmatig over de voorbereidingen van de NIS 2014 worden geïnformeerd door de afdeling communicatie van hun bedrijf of de organisatie van de NIS 2014. **K**

Meer informatie over de NIS is te vinden op www.nis2014.org Meer informatie over de NSS is te vinden op de overheidswebsite: www.nss2014.com.

K 4.000 ACTIVITEITEN TIJDENS SPLIJT- STOFWISSEL EPZ

Van 12 april tot circa 17 mei verwisselt EPZ een kwart van de splijtstofelementen van de kerncentrale Borssele. Tegelijkertijd zal er een groot aantal onderhoudswerkzaamheden worden uitgevoerd. In totaal staan er ongeveer 4.000 activiteiten op het programma.

Het wisselen van de splijtstofelementen en het uitvoeren van groot onderhoud aan de kerncentrale is een belangrijke en grote klus die ongeveer vijf weken duurt. Dit jaar worden 24 van de 121 splijtstofelementen in de reactor vervangen. Tijdens deze periode wordt preventief en correctief onderhoud uitgevoerd aan de

kerncentrale. Daarnaast zijn er activiteiten die voor de continuïteit van de centrale van groot belang zijn. Zo wordt de generatorrotor vernieuwd en vindt inspectie van het reactorvat plaats. Naast de gebruikelijke inspecties controleert EPZ het reactorvat op indicaties (haarscheurtjes) zoals die in juli 2012 zijn gevonden bij twee reactoren in het Belgische Doel en Tihange. Deskundigen zijn het er over eens zijn dat dit fenomeen in Borssele niet aanwezig is. EPZ ziet het als eigen verantwoordelijkheid om dat met deze inspectie te laten zien.

Tijdens de Splijtstofwissel 2013 werken er ruim 900 mensen van 90 verschillende bedrijven extra op het terrein van de kerncentrale. Het geaccrediteerde, onafhankelijke inspectielaboratorium NRG voert de inspectie in opdracht van EPZ uit. De Kernfysische Dienst (KFD) beoordeelt de resultaten van de inspectie. Om het veilig werken extra te stimuleren reikt EPZ de EPZ Safety en Vendor Awards uit. De zes bedrijven die het veiligst werken tijdens de splijtstofwisselperiode ontvangen deze award. Bij de prijs horen een geldbedrag en een trofee. De winnende bedrijven schenken de helft van het bedrag aan een goed doel naar keuze. **K**



TU DELFT START BREED GEORIËNTEERDE MASTER-OPLEIDING NUCLEAR SECURITY

Zes Europese academische centra hebben in samenwerking met de IAEA bijgedragen aan de nieuwe breed georiënteerde master-opleiding Nuclear Security, die dit jaar voor het eerst als pilot van start ging. Met een groeiende aandacht voor nucleaire techniek neemt ook het gevaar van misbruik toe. Met overheden die de veiligheid moeten waarborgen, lijkt de TU als coördinator een uiterst zinvolle opleiding in huis gehaald te hebben, waar naar verluidt mondiaal duizenden mensen in geïnteresseerd zijn. Yukiya Amano, IAEA DG verzorgt op 18 april de inauguratie van de master.

De aandacht voor nucleaire techniek neemt wereldwijd toe. Nucleaire energie staat met het oog op een mondiale toename van het elektriciteitsverbruik en de rol die nucleair kan spelen in de energiemix, volop in de belangstelling. Dat is niet zonder reden omdat nucleaire energie in de afgelopen decennia aangetoond heeft een betrouwbare

energiebron te zijn die bovendien een substantiële bijdrage levert aan de gestelde doelen om CO₂-emissies terug te dringen. Daarnaast neemt het gebruik van medische isotopen toe voor zowel het stellen van diagnoses of behandeling van patiënten en ook het gebruik van nucleaire techniek in de industrie groeit voor bijvoorbeeld

✂ Yukiya Amano, IAEA Director General verricht in april de inauguratie van de nieuwe master Nuclear Security aan de TU Delft. Foto credit: Dean Calma / IAEA

non-destructief onderzoek en het doorstralen van voedsel en materialen bestemd voor ziekenhuizen en laboratoria. Tegelijkertijd echter neemt ook de zorg toe voor misbruik, proliferatie en anderszins crimineel gebruik van nucleair materiaal. Overheden zijn eindverantwoordelijk en moeten waarborgen dat hun nucleaire installaties veilig zijn en goed worden beschermd door mensen die speciaal voor deze taak zijn opgeleid. Met de nieuwe Master-opleiding Nuclear Security voorziet de TU Delft in de behoefte aan de scholing van security managers voor de nucleaire sector. De master wordt verzorgd door Delft TopTech, een dochteronderneming van de TU Delft die in opleidingen voorziet die voldoen aan de strenge normen en accreditatie-eisen van de TU. De Europese Commissie draagt bij in de kosten van de opzet van de opleiding. De programma directeur is prof. Bert Wolterbeek. ✂

DE IAEA EN DIVERSE EUROPESE ACADEMISCHE CENTRA

Dr. ir. Peter Bode, programmacoördinator, TU Delft: "Bij de totstandkoming van de opleiding zijn diverse Europese academische centra betrokken geweest: de Fachhochschule Brandenburg, universiteiten van Wenen, Manchester, Oslo en het Griekse National Centre of Scientific Research Demokritos. De opleiding vindt plaats bij de drie instellingen in Delft, Wenen en Brandenburg." De TU Delft is de coördinator van de opleiding en geeft uiteindelijk ook de mastertitel. De opleiding is in maart in Duitsland van start gegaan. Bode: "In april is Delft aan de beurt. Daarvoor is gekozen omdat Yukiya Amano, IAEA Director General ons land

een vast aantal lessen te maken hebben en hebben daarom gekozen voor een opleiding waarbij de nadruk ligt op een zo'n breed mogelijke opleiding, waarbij mensen het hele vakgebied kunnen overzien." Volgens hem kan aandacht kan worden besteed aan onderwerpen als: regelgeving, risicoanalyse, fysieke bescherming, metingen, analyses en forensisch onderzoek. "Noem het maar op. Het zit er in", vat Bode samen.

VEEL INTERESSE UIT BINNEN- EN BUITENLAND

Je kunt jezelf na de opleiding niet direct als security-expert profileren, want daar is juist de specifieke kennis voor nodig die je bijvoorbeeld alleen op een bepaalde

jaar en de uitwerking van een werkstuk voor het tweede jaar. De TU heeft nog niet actief geadverteerd maar toch is er volgens Bode veel belangstelling voor de opleiding, zowel uit binnen- als buitenland. Opvallend is ook de interesse van mensen uit Ghana, Nigeria en Zambia, maar ook uit Zuid-Korea, Yemen en Argentinië. Voor de pilot zijn acht mensen geselecteerd. In Delft komen er nog een paar mensen bij. "Vanaf volgend jaar gaan we van start met een (commerciële) formele cursus en daar verwachten we meer mensen voor", aldus Bode. Om dat te bereiken gaat Delft TopTech adverteren op de komende nuclear security conferentie in Wenen in juli en op de IAEA general conference in september. Ook voor de lange termijn ziet Bode de kansen



op 18 april bezoekt vanwege de Security Summit die hier in 2014 plaatsvindt. Amano is zeer geïnteresseerd en komt de opleiding bij ons inaugureren." De IAEA heeft een flinke bijdrage aan de ontwikkeling van de master geleverd. Bode: "Enerzijds is de master-opleiding gebaseerd op de richtlijnen van de IAEA guidance NSS12 (Nuclear Security Series). Daarnaast verzorgt de IAEA lessen en trainingen op het gebied van security en dragen als zodanig met hun experts ook bij in het lesprogramma." Wat de opleiding vooral karakteriseert is het overzicht op het complete nucleaire beveiligingswerkveld. Bode: "We kunnen echter niet alles meenemen omdat we met

locatie na jaren ervaring op kan doen. Bode: "Maar je weet wel aan welke touwtjes er getrokken moet worden." Ook in het buitenland bevinden zich opleidingen op het gebied van nuclear security zoals in Texas op de A&M university. "Bij andere instituten zie je dat alleen aandacht wordt besteed aan onderdelen, zoals dat de nadruk kan liggen op proliferatie in Texas of in Engeland op de universiteit van Lancaster waar safety op het gebied engineering de volle aandacht krijgt", licht Bode toe. De opleiding heeft de positie van post-master bij Delft TopTech en is onlangs als pilot van twee jaar gestart. De opbouw bestaat uit zes modules van ieder twee weken in het eerste

voor de opleiding groeien. De aandacht voor beveiliging van nucleaire faciliteiten neemt alleen maar toe. Bode: "Enerzijds zie je dat het hele beveiligingsaspect begint te overlappen met de stralingsbescherming. Mensen willen alle aspecten van het vakgebied onder de knie hebben. Anderzijds is er een permanente behoefte aan nieuwe mensen. Landen die nucleair willen, moeten zich prepareren. We hebben contact gehad met het WINS (World Institute for Nuclear Security), dat over een breed netwerk beschikt en daaruit bleek dat de belangstelling wereldwijd in de duizenden loopt." **K**

Menno Jelgersma



Een bedrijf waar je met zulke geavanceerde technologie kunt werken.

[Waar vind je dat nog?]

URENCO SLAAT NIEUWE WEG IN BIJ RECRUITMENT

URENCO maakt bij het werven van personeel steeds meer gebruik van Social Media en is hierdoor minder in kranten te vinden. In de lijn van deze ontwikkeling is in december vorig jaar de nieuwe recruitment site in de lucht gegaan: www.verrijkjewereld.com. Het project, waarbij voor de profilering de URENCO-mens als basis diende, duurde van start tot finish precies één jaar.

Op dit moment is het aantrekken van nieuw personeel nog geen enkel probleem voor URENCO. Dat komt door het goede werkgeversimago. Maar naar verwachting krimpt de komende jaren de arbeidsmarkt in Nederland. URENCO anticipeert op deze ontwikkeling door nu al een goede basis te leggen voor recruitment in de toekomst. URENCO is een high tech bedrijf maar die high tech uitstraling was niet terug te vinden in de recruitment site. De afdelingen Human Resources en Communications & Public Relations besloten daarom de recruitment site te vernieuwen en het positieve werkgeversimago meer te

benutten. Met de nieuwe website waar op verschillende manieren de URENCO-identiteit naar voren komt, wil URENCO een grotere aantrekkingskracht uitoefenen op potentieel talent. Ellen Scheppink, Human Resources Officer: "Samen met specialisten in arbeidsmarktcommunicatie hebben we een beeld geschetst van ons bedrijf als mens." Uit interviews met diverse medewerkers en een sessie met een aantal managers kwam een duidelijk profiel naar voren van de URENCO als mens. 'Mister URENCO' heeft kenmerken als integer, eerlijk, menselijk en gezond. Hij gaat op vakantie naar Zuid-Europa, gaat graag uit eten, luistert bij voorkeur naar radio 538, drinkt wijn en af

en toe een glas whisky. Daarnaast zijn de zes belangrijkste uitgangspunten bepaald waarmee URENCO zich als werkgever onderscheidt. Voorbeelden hiervan zijn de goede loopbaanmogelijkheden, uitstekende arbeidsvoorwaarden en de prettige werksfeer. Scheppink: "Op basis van 'Mister URENCO' en deze zes uitgangspunten hebben we een concept voor diverse communicatiekanalen ontwikkeld. Denk hierbij aan een website, online banners, vacature templates en de inzet van Social Media."

Social Media is een belangrijk onderdeel van de nieuwe recruitmentstrategie. Onderdeel van het project was daarom het aantrekken van een nieuwe Communications Officer, een functie waarvoor volgens Scheppink ervaring met Social Media een 'must' is. Recruitment voor deze functie is dan ook gedaan via Social Media. Dit bleek een succesvolle stap. "Van de maar liefst veertig eerste reacties waren er meer dan tien goed passend bij het functieprofiel. De nieuwe Communications Officer heeft als uitdaging de koers die we hebben ingezet nog verder te ontwikkelen en aan te scherpen". Overigens meldt Scheppink dat met de inzet van Social Media in recruitment, de weg naar de papieren krant nog niet geheel verlaten is. "Bij elke vacature maken we de afweging via welk medium we zullen werven".

Het opnemen van online profilering en Social Media in de recruitmentstrategie is overigens een Nederlandse aangelegenheid. URENCO Nederland neemt wat dat betreft het voortouw in de Groep. Een aantal URENCO-vestigingen volgt het voorbeeld en werkt ook aan online profilering. **K**

www.verrijkjewereld.com
www.URENCO.com/careers

BOUW OVERKAPPING VAN DAIICHI 4 IN VOLLE GANG



Twee jaar geleden werd Japan getroffen door een aardbeving. De tsunami die daarop volgde was de oorzaak van het ongeluk bij de kerncentrale van Fukushima en leidde tot een beperkte kernsmelting en problemen met brandstofstaven in de opslagbassins. Direct na het ongeluk startte de eigenaar, het elektriciteitsbedrijf Tepco, met de opruimwerkzaamheden. Om een deel van het gebouw van de Fukushima reactor Daiichi 4 wordt op dit moment een omhulling geplaatst. De omhulling moet het mogelijk maken om straks de staven met gebruikte kernbrandstof te verwijderen, die zich in het opslagbassin bevinden. De bouw van het frame daarvoor vordert gestaag en is nu al hoger dan het reactorgebouw zelf.

Het frame voor de omhulling bestaat uit meerdere delen. De eerste drie delen werden in januari en februari gebouwd. Er komen totaal vijf delen. De beide laatste delen zullen over het reactorgebouw heen reiken en daarmee het deel van het gebouw waarin het splijfstofopslagbassin zich bevindt, afsluiten van de buitenwereld. Dan zal het mogelijk zijn om op

verantwoorde wijze de zwaar radioactieve splijfstofstaven uit het opslagbassin te verwijderen. De splijfstofstaven worden in speciale opslagcontainers geladen en naar het centrale splijfstofopslaggebouw overgebracht.

Reactor 4 was tijdens de tsunami buiten bedrijf. Maar het opslagbassin boven in het reactorgebouw bevatte alle splijfstof uit de kern van de reactor en ook nog

Om een deel van het gebouw van de Fukushima reactor Daiichi 4 wordt op dit moment een omhulling geplaatst om straks de staven met gebruikte kernbrandstof veilig te kunnen verwijderen. (Foto: Tepco)

gebruikte brandstof van vorige kernbeladingen. Er was tijdens de tsunami dus geen sprake van een werkende reactor, maar er bestond wel een kans op oververhitting van de staven in het opslagbassin. Bovendien liep het opslagbassin risico doordat het reactorgebouw door een waterstofexplosie zwaar beschadigd werd. Het overbrengen van de staven uit het bassin naar het veiliger centrale opslaggebouw heeft de hoogste prioriteit en is bovendien een voorwaarde om met de ontmanteling van de reactor te kunnen starten. **K**

WNN



Brandstofstaaf
©EDF - Damien Charfeddine

EERSTE BRANDSTOFSTAVEN VOOR DE CHINESE EPR



De Franse kerncentralebouwer Areva heeft de eerste brandstof voor unit 1 van de Chinese Taishan centrale geproduceerd. Deze unit, van het type EPR, is de eerste van twee te bouwen units en zal naar verwachting begin 2014 in bedrijf komen.

De kern van een EPR-reactor bestaat uit 241 eenheden, die samen 63.850 brandstofstaven bevatten. De eenheden voor deze unit worden in drie productieslagen geproduceerd door Areva in hun fabriek in Romans in Frankrijk. In 2014 wordt de brandstof bij de centrale afgeleverd. Bij deze reactor wordt een nieuw type brandstof gebruikt. Dit leidde tot de noodzaak van wijzigingen bij zowel bij de constructie als bij de productie van de brandstofelementen. In dit verband gaf Areva CEO Luc Oursel te kennen dat het bedrijf en de mensen die daar vorm aan gaven trots mogen zijn op wat er is gerealiseerd. Hij feliciteerde en dankte de medewerkers daarvoor. Taishan 1 en 2 zijn de eerste twee reactoren

gebaseerd op het EPR-ontwerp dat in China wordt gebouwd. Ze zijn onderdeel van een overeenkomst met een waarde van acht miljard euro tussen Areva en Guangdong Nuclear Power Group (CGNPC), die in 2007 werd getekend.

Het Taishan-project wordt honderdveertig kilometer ten westen van Hong Kong gebouwd. Het is eigendom van Guangdong Taishan Nuclear Power Joint Venture Company Limited, een joint venture van EDF (dertig procent) en CGNPC. Het storten

van het eerste beton voor unit 1 vond plaats in oktober 2009. De koepel van het reactorgebouw werd in oktober 2011 geplaatst. In januari meldde Areva dat de installatie van de zware componenten, het reactorvat en de vier stoomgeneratoren, in het gebouw was gerealiseerd. De inbedrijfsname van unit 1 staat gepland voor 2014, unit 2 moet volgen in 2015. Op dezelfde site zijn nog twee EPR's gepland. **K**

WNN

EXCURSIE

NAAR DE SCHACHTANLAGE KONRAD IN DUITSLAND

In het februarinummer van Kernvisie Magazine hebben wij aangekondigd dat de Stichting Kernvisie een bezoek organiseert naar de voorbereidingen voor ondergrondse opslag van radioactief afval in Duitsland. In een verlaten ijzermijn bij Salzgitter moet de eindberging van dat afval plaatsvinden. Maar liefst 1.000 meter onder de grond. Voor donateurs van de stichting Kernvisie heeft de Stichting georganiseerd, dat zij op 3 juni hier worden ontvangen, met uitleg over de opslag en wat er al zo aan voorbereidingen voor nodig is.

Ook gaan we die ijzermijn in om met eigen ogen te aanschouwen wat het betekent om 1.000 meter onder de grond zo'n definitieve berging verantwoord mogelijk te maken.

Er hebben zich inmiddels 22 deelnemers aangemeld. Er is nog ruimte voor enkele belangstellenden, want het maximum aantal mensen dat per keer de mijn in mag is 30. Hebt u belangstelling om alsnog mee te gaan, geef u dan zo snel mogelijk op via e-mail aan info@kernvisie.com. Houd er rekening mee dat Salzgitter tussen

Hannover en Braunschweig ligt, dus een eindje rijden moet je er voor over hebben. U zou dan de dag tevoren, zondag 2 juni heen kunnen rijden. Wij bemiddelen voor hotelaccommodatie.

Zij die zich hebben aangemeld zullen binnenkort per e-mail gedetailleerde informatie ontvangen. **K**

Voor meer informatie over de Schachtanlage Konrad zie www.endlager-konrad.de

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. 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 6851370 ten name van Kernvisie, Foundation for Nuclear Energy te Elst.



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



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

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