

Onderzoek naar inherent veilige kerncentrales moet doorgaan

In kerncentrales wordt energie vrijgemaakt door splijting van uraniumatomen. De brokstukken ofwel splijttingsproducten die daarbij vrijkomen zijn in veel gevallen radioactief. Dat betekent dat ze na enige tijd vervallen en ioniserende straling uitzenden. Zoals alle vormen van energie wordt deze straling uiteindelijk omgezet in warmte, die daarom ook wel nawarmte wordt genoemd.

De warmteproductie door verval van de splijttingsproducten bedraagt aanvankelijk zes procent van het totale reactorvermogen, maar neemt gedurende de eerste dag af met

een factor tien. Daarna gaat het veel langzamer en duurt het wel een half jaar voordat de warmteproductie weer met een factor tien is afgenomen. De nawarmte is dus initieel zeer groot.

De reactorkern van de Fukushima-1 kerncentrale had een thermisch vermogen van circa 1.500 MW. Zes procent hiervan bedraagt circa 100 MW en dat komt overeen met de warmteproductie van 50.000 elektrische kacheltjes. Als deze nawarmte niet wordt afgevoerd kunnen de splijtstofstaven te heet worden en uiteindelijk smelten. Dat wordt in de volksmond een melt-down genoemd. In lichtwaterreactoren zoals in Fukushima verzorgen pompen en andere hulpsystemen die elektrisch of op andere wijze worden aangedreven de afvoer van de nawarmte. Om de veiligheid van deze centrales te vergroten, zijn deze hulpsystemen meervoudig en met redundantie in de aandrijving uitgevoerd. Toch blijkt nu in Japan dat een zeer zware aardbeving op een ongunstige locatie een zeer hoge tsunami tot gevolg heeft gehad die uiteindelijk meerdere noodkoelsystemen van meerdere kerncentrales tegelijk onklaar heeft gemaakt. Bij inherent veilige kernreactoren zoals de Hoge Temperatuur gasgekoelde Reactor (HTR) vindt de afvoer van de nawarmte automatisch plaats zonder toepassing van hulpsystemen. Bovendien maakt de HTR gebruik van een speciaal type splijtstof dat bestand is tegen zeer hoge temperaturen. De splijtstof zit ingebed in kleine korrels met een diameter van slechts één millimeter.

2 **Onderzoek naar inherent veilige kerncentrales moet doorgaan**

3 **De nucleaire kaars**

4 **Voortdurend verbeteren**

7 **Enkele radiologische gevolgen van het Fukushima kernongeval**

9 **Onderzoekprogramma eindberging (OPERA) wordt gestart**

10 **Gevolgen van de sluiting van kerncentrales in Duitsland**



NRC-ontwerp- goedkeuring voor Westinghouse AP1000

Westinghouse Electric Company geeft in een verklaring aan dat haar AP1000-reactorontwerp dicht bij het verkrijgen is van een ontwerpgoedkeuring van de Nuclear Regulatory Commission (NRC) na het aanbrengen van een aantal door de commissie gevraagde modificaties.

Voorzitter Aris Candris van Westinghouse gaf aan dat het bedrijf zich in het laatste stadium bevindt voor het verkrijgen van de definitieve goedkeuring. Dit is de tweede keer dat de AP1000 het certificeringsproces van de NRC doorloopt. Al in 2006 verkreeg de AP1000 de officiële ontwerpgoedkeuring van de NRC. Maar sindsdien is het ontwerp aangepast om de gevolgen van een neerstortend vliegtuig op het containment te kunnen weerstaan. Zowel het containment als het reactorvat zelf spelen een belangrijke rol bij de passieve veiligheidssystemen van het AP1000-ontwerp. Die moeten zodanig zijn dat de reactor veilig is af te schakelen en nawarmte veilig is af te voeren met minimale actie van de operators en geen of weinig beschikbaarheid van elektriciteit.

Westinghouse, onderdeel van de Toshiba Corporation Group, deelde mee dat nutsbedrijven in Georgia, South Carolina en Florida het AP1000-ontwerp verkozen in hun gezamenlijk geformuleerde aanvraag voor een bouw- en bedrijfsvergunning bij de NRC voor een zestal eenheden.

(NucNet)

Deze korrels bevatten een kleine pit van uranium omhuld door vier verschillende laagjes om de splijtingsproducten op te vangen en vast te houden. Experimenteel is vastgesteld dat deze korrels een temperatuur van 1.600 graden Celsius kunnen weerstaan zonder dat ze beschadigd raken en radioactieve splijtingsproducten doorlaten. De reactorkern van een HTR bevat circa 500.000 splijststofkogels met een diameter van 6 centimeter die elk circa 15.000 van deze kleine korreltjes bevatten. De splijststofkogels zijn gemaakt van grafiet. Als de koeling in een HTR wegvalt, neemt in eerste instantie de temperatuur van de splijststofkogels toe, totdat zij zo heet worden dat het verlies aan warmte door straling en geleiding even groot is als de productie van de nawarmte.

In een goed reactorontwerp is de temperatuur waarbij dit evenwicht ontstaat lager dan de eerder genoemde veilige bovengrens van 1.600 graden Celsius. Onderzoek aan de TU-Delft en bij NRG laat zien dat dit kan worden bereikt door de reactorkern te ontwerpen als een lange cilinder, zodat de nawarmte eenvoudig naar de buitenkant van het reactorvat kan worden geleid. Deze hoge temperatuur reactoren worden gekoeld met heliumgas onder een druk van 70 bar, omdat dit gas bestand is tegen een zeer hoge temperatuur en niet reageert met het grafiet in de reactorkern. Helaas is de inherent veilige HTR waarschijnlijk duurder dan de generatie III reactoren die met water worden gekoeld. Vanwege de inherente veiligheid is de reactorkern van een HTR noodzakelijkerwijs relatief klein en de vermogensdichtheid laag, waardoor het vermogen per reactor klein is en er niet kan worden geconcurrereerd met de huidige lichtwaterreactoren die efficiënt zijn door hun schaalgrootte. Daar staat tegenover dat de HTR modulair gebouwd zou kunnen worden waardoor



Jan Leen Kloosterman

seriematige productie kan plaatsvinden en de prijs kan worden gedrukt. De praktijk moet uitwijzen of dit effect groot genoeg is om de HTR concurrerend te maken.

Toch is de HTR zeker geen verre toekomstmuziek. In Duitsland heeft al gedurende twintig jaar een prototype gedraaid, maar die ontwikkeling is om commerciële redenen gestopt ten gunste van de ontwikkeling van lichtwaterreactoren. Ook Japan heeft met de bouw van de Hoge Temperatuur Test Reactor (HTTR) de ontwikkeling van de HTR opgepikt, maar helaas niet tot commerciële realisatie gebracht. Overigens werkt de HTTR in Japan niet met splijststofkogels maar met splijststof in prismatische grafietblokken. Voor het veiligheidsprincipe maakt dat echter niet uit. Intussen staat in China, dicht bij Peking, een vergelijkbare kogelbed demonstratiereactor met een thermisch vermogen van 10 MW. De inherente veiligheid van de HTR kan hier worden gedemonstreerd door de koelmiddelpompen stop te zetten. De temperatuur in de reactorkern loopt dan gedurende twee dagen langzaam op tot ongeveer 1.500 graden Celsius, waarna deze weer afneemt. Intussen wordt in China ook een grote versie van de HTR gebouwd met een thermisch vermogen van 250 MW. Hierin zal via

een warmtewisselaar stoom worden geproduceerd die vervolgens wordt gebruikt om een turbine aan te drijven en elektriciteit op te wekken. Deze demonstratiereactor, de HTR-PM genoemd, moet de veiligheidsprincipes en economische haalbaarheid van dit reactortype aantonen. Uit zowel efficiëntie- als veiligheidsoverwegingen, zal de volgende generatie van de HTR-PM geen stoom als tussenproduct produceren, maar wordt de heliumgasstroom direct naar een gasturbine geleid om elektriciteit op

te wekken. Een toekomstige variant van de gasgekoelde HTR zoals hierboven beschreven, gebruikt geen heliumgas als koelmiddel, maar een gesmolten zout, omdat dit een grote warmtecapaciteit heeft en er dus maar weinig van hoeft te worden rondgepompt. Bovendien kan het zout, in tegenstelling tot helium, onder atmosferische druk worden gebruikt, waardoor het reactorvat veel goedkoper kan worden geproduceerd. Dit reactorontwerp wordt ook wel de 'Advanced' HTR genoemd en is ook

door studenten en onderzoekers aan de TU-Delft uitgebreid onderzocht. De HTR zal niet op korte termijn de opkomst van lichtwaterreactoren kunnen verdringen, maar biedt wel een goed vooruitzicht op nog veiliger kerncentrales. Wel zullen deze nieuwe reactoren 'Made in China' zijn, tenzij we zelf actie ondernemen en de ontwikkeling van deze reactor ook in Europa weer serieus oppikken.

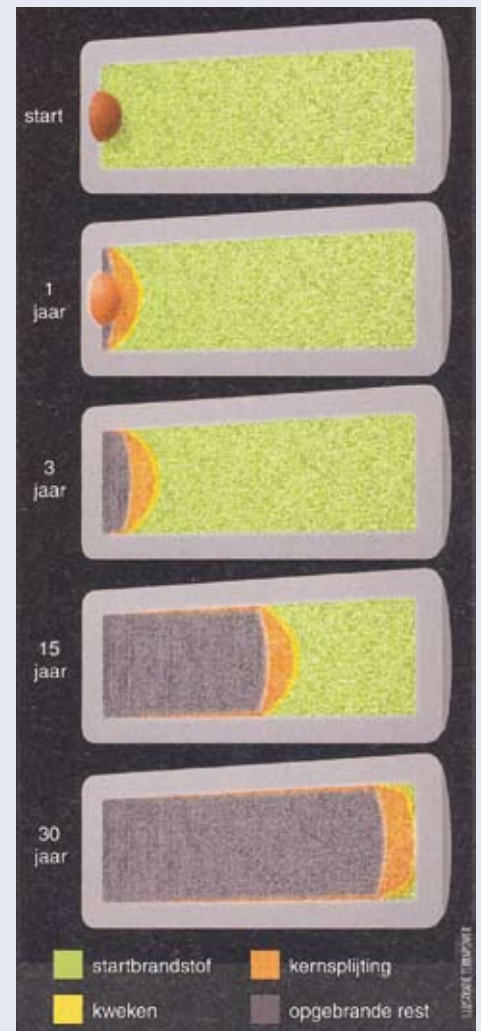
*Reactor Instituut Delft,
Jan Leen Kloosterman*

De nucleaire kaars

In de tijdschriften De Ingenieur van 29 april en de Techno (2011, nr. 2) verscheen het artikel 'Veilige afvalreter'. Het betrof de beschrijving van een geheel nieuw concept voor een kernreactor, dat in de internationale literatuur onder verschillende benamingen wordt gepresenteerd als de traveling wave reactor (TWR, een afkorting die verder in dit artikel zal worden gebruikt), breed-and-burn reactor, CANDLE reactor en in de Nederlandse publicaties met de nieuwe naam: kweekgolfreactor.

De oorspronkelijke motivatie voor dit nieuwe concept is zeer ambitieus: een veel beter gebruik van uranium en een inherent stabiele reactor die zeer lang (decennia) kan worden bedreven zonder externe sturing, die bovendien weinig afval produceert en zonder proliferatierisico is. Met de huidige reactoren wordt slechts ongeveer één procent van de oorspronkelijke grondstof, het natuurlijk uranium, verspleten. Er ligt thans op de wereld zo'n anderhalf miljoen ton verarmd uranium opgeslagen met een energie-inhoud die vijftien maal zo groot is als de bewezen winbare olievoorraad op de wereld. Dit verarmde uranium is het 'afval' van de verrijking die nodig is voor de huidige typen reactoren. De TWR is ontworpen om gebruik te maken van natuurlijk of verarmd uranium, dat tijdens bedrijf eerst wordt omgezet in splijtbaar plutonium en vervolgens verspleten wordt. Ook is het

mogelijk thorium te gebruiken dat in de reactor wordt omgezet in het splijtbare uranium-233. Tot zover verschilt dit type niet van de reeds bekende snelle reactor, maar het bijzondere zit in de wijze waarop dit gebeurt, waarvan de figuur een schematische weergave is. De lange cilindervormige reactorkern bevat het natuurlijk of verarmd uranium. Binnen deze kern is slechts een beperkt gebied actief, dat wil zeggen dat hierin een zichzelf onderhoudende splijtingsreactie plaatsvindt. Dit gebied verplaatst zich met een snelheid van slechts enkele centimeters per jaar door de kern als een traag lopende golf. Aan de voorzijde van de golf wordt het niet-splijtbaar uranium omgezet in plutonium zodat dit gebied geleidelijk gaat deelnemen aan de splijtingsreacties; aan de achterzijde is de splijtstof zover verspleten en zijn zoveel splijtingsproducten opgebouwd dat de reacties daar uitdoven.



De TWR schematisch: de golf van kweken en splijten verplaatst zich door de reactorkern.

De analogie met een brandende kaars bracht een der 'vaders' (in de Nederlandse artikelen worden de Amerikaan Teller, de Japanner Sekimoto



en ondergetekende als zodanig aangeduid) van dit concept er toe om het met CANDLE aan te duiden. De reactie moet op gang worden gebracht met een beperkt gebied (in de tekening ter linkerzijde), dat voldoende verrijkte splijtstof bevat om de zichzelf onderhoudende kettingreactie te starten. De verrijking van deze 'starter' kan lager zijn dan twintig procent zodat deze splijtstof niet proliferatie-gevoelig is. Belangrijk is nu dat het systeem zodanig moet zijn ontworpen dat de splijtingsgolf inherent stabiel is; dat wil zeggen dat deze op fysische gronden een constant vermogen ontwikkelt en bij eventuele veranderingen in de koeling zich vanzelf aanpast aan de nieuwe bedrijfscondities. Met andere woorden: de reactor moet automatisch het vermogen leveren dat gevraagd wordt (load following), zonder externe sturing en zonder grenzen voor veilig bedrijf te overschrijden.

Mijn eigen bijdragen aan de ontwikkeling van de TWR betreffen enkele publicaties waarin het proces mathematisch wordt geanalyseerd. Het gaat hier vooral om onderwerpen als de vorm van de

splijtingsgolf, de voorplantingssnelheid en de stabiliteit in afhankelijkheid van de ontwerpparameters, het 'aansteken' van het proces en de reactie op verandering in de koeling.

De verdere ontwikkeling van de TWR staat of valt met de materialen. De TWR is op reactorfysische gronden in staat uranium zeker voor de helft te versplijten, maar de thans beschikbare typen splijtstofelementen kunnen een dergelijk hoge versplijtingsgraad niet doorstaan zonder defect te raken. In Amerika is het TWR-concept geadopteerd door Intellectual Ventures dat is opgericht door softwaremiliardair Bill Gates. Als onderdeel daarvan is het bedrijf Terra Power met zo'n vijftig mensen bezig het concept verder te ontwikkelen. Daarbij is het team onder meer gestuit op het materiaalprobleem. Hoewel iedereen optimistisch blijft ten aanzien van de vooruitgang die op dit gebied nog te behalen valt, willen de betrokkenen in een prototype niet verder gaan dan twintig procent versplijting, waarna opwerking van het uranium noodzakelijk is. Bovendien is Terra Power afgestapt van het principe

van een lopende kweek- en splijtingsgolf en gaat nu uit van een splijtingsgebied dat op zijn plaats blijft, terwijl de elementen periodiek volgens een bijzonder patroon worden verwisseld. In de publicaties wordt gesproken van een 'staande golf'. Bovendien wordt ook externe regeling door middel van regelstaven voorzien. Volgens Terra Power kan deze reactor veertig jaar in bedrijf zijn zonder de noodzaak om nieuwe splijtstof in te brengen en produceert hij een factor vijf minder afval dan een lichtwaterreactor. Hiermee lijkt het een soort tussenvorm te worden van de revolutionaire TWR en de reeds lang bekende snelle natriumgekoelde kweekreactor. De harde fysische werkelijkheid dwingt (voorlopig?) tot een dergelijk compromis.

Hugo van Dam

Zie verder:

- www.terrapower.com
- www.En.wikipedia.org/wiki/traveling_wave_reactor
- www.Exploredia.com voor olievoorraden

Voortdurend verbeteren

Op een rustige vrijdag in een regenachtig Borssele ontmoet ik Jan van Cappelle. In zijn kantoor op het terrein van de kerncentrale werkt hij hard aan de onderzoeken die het gevolg zijn van de gebeurtenissen bij de kerncentrale in Japan.

Jan van Cappelle is Hoofd KernCentrale Borssele, in de pers vaak vertaald als directeur van de kerncentrale. "Niets is minder waar", aldus Van Cappelle. "EPZ heeft twee productie-eenheden, een kolencentrale en een kerncentrale. Elke eenheid heeft zijn eigen manager, de plant manager. Deze is verantwoordelijk voor het veilig en economisch produceren van stroom. De kerncentrale heeft echter een extra aspect, nucleaire veiligheid. Dit aspect staat voorop bij alles wat er

in de kerncentrale gebeurt. Het Hoofd van de KernCentrale Borssele (HKCB) is daarvoor verantwoordelijk." Van Cappelle rapporteert net als de beide plant managers direct aan de directeur van EPZ, Jos Bongers.

Uitwisselen praktijkervaring

Als HKCB was Van Cappelle ook betrokken bij de uitvoering van het Significant Operating Experience Report oftewel de SOER. Een onderzoek dat snel na de gebeurtenissen

bij de kerncentrale in Fukushima, Japan gedaan werd. Hij vertelt wat een SOER is: "EPZ is zoals iedere commerciële nucleaire energiecentrale aangesloten bij de World Association of Nuclear Operators, WANO. WANO is opgericht om wereldwijd praktijkervaringen uit te wisselen. Dat gebeurt bijvoorbeeld door peer reviews waarbij collega's van kerncentrales uit de hele wereld drie weken lang een kerncentrale doorlichten op zoek naar verbeterpunten. Tegelijkertijd leren ze zelf ook doordat ze kennismaken met de werkwijze van een andere centrale dan die waar ze zelf werken." Een ander onderdeel is het analyseren van een belangrijke gebeurtenis, of meerdere gebeurtenissen met eenzelfde achtergrond, waarvan men

veronderstelt dat iedere centrale daarmee te maken zou kunnen krijgen. Daaruit volgt een aanbeveling voor een onderzoek, een SOER. Ieder lid van WANO wordt dringend aangeraden dit onderzoek uit te voeren. In een peer review wordt nadrukkelijk gekeken hoe een centrale met deze SOERs omgaat.

SOER 2011-2

April dit jaar werd SOER2011-2 uitgebracht waarin wordt aanbevolen om de bestaande voorzieningen na te lopen en te toetsen aan het gebruik in het licht van de gebeurtenissen in Japan, met name aardbeving en overstroming.

Je zou je kunnen afvragen waarom niet gewacht werd op de aangekondigde Europese Complementary Safety Margin Assessment (stress test). “Deze gebeurtenis is zo belangrijk dat de eerste lessen zo snel mogelijk geleerd moeten worden. Daarbij hebben deze SOER en de stress test andere doelen. Zij vullen elkaar in feite goed aan. Deze SOER is een eerste stap, maar zeker niet de laatste. Ook de stress test, in Nederland vertaald als ‘robustheidsonderzoek’, zal niet de laatste zijn”, verwacht Van Capelle. “Het zal nog enkele jaren duren voordat alle lessen getrokken zijn. Toch willen we nu al geleerde lessen daar waar mogelijk direct doorvoeren.

Uitslag

Uit de SOER kwam een aantal verschillen aan het licht tussen de werkelijke situatie en wat EPZ zich bij de diverse punten als norm stelt. In dit onderzoek is geen onderscheid gemaakt tussen of iets wel of niet belangrijk wordt gevonden. Van Cappelle: “We willen nu de verschillen wegwerken. Die variëren van een ontbrekende handtekening om een instructie formeel te maken tot een voorziening die we onvoldoende kunnen aanspreken of onvoldoende kunnen garanderen als deze uitzonderlijke

omstandigheden zich voor zouden doen. Het gaat om vijftien punten.” Hij benadrukt dat het geen tekortkomingen zijn ten opzichte van de bedoelde veiligheidsfunctie. “Het gaat er hier vooral om dat je die voorzieningen mogelijk ook wilt gebruiken in omstandigheden waarvoor de voorziening nooit bedoeld was, maar waar het wel nuttig kan zijn”, verduidelijkt Van Capelle.

Mobiele generator

Een voorbeeld is de mobiele dieselgenerator. Deze is bedoeld om in korte tijd de noodsystemen van spanning te voorzien als de externe spanning is uitgevallen en als de noodstroomdiesels niet zouden werken. Volgens Van Cappelle is zo’n mobiele generator ook uitstekend geschikt om eventueel in te zetten na een overstroming. Maar voor die functie staat hij op dit moment niet op de goede plaats. “We kennen dus nu een nieuwe rol toe aan de mobiele dieselgenerator. Dat betekent wel dat we een nieuwe geschikte plek moeten vinden.”

SOER en ‘stress test’

De verwachting is dat alle vijftien gevonden punten eind van dit jaar opgelost zijn. Het is inmiddels wel duidelijk dat een aantal punten uit de SOER ook in het inmiddels gestarte robuustheidsonderzoek aan de orde zullen komen. De nu gevonden punten krijgen dus wellicht een vervolg in 2012.

Eigen vlees

Wat vindt Van Cappelle van de kritiek over de ‘slager die zijn eigen vlees keurt’? “Onze medewerkers hebben verreweg de meeste kennis van onze installatie”, constateert hij nuchter. “Belangrijk is wel dat er onafhankelijk gekeken wordt hoe het onderzoek is uitgevoerd. Voor de SOER is dat de WANO als er een peer review is. WANO heeft aanbevolen om bij deze SOER,



Jan van Cappelle,
hoofd KernCentrale Borssele

normaal een interne aangelegenheid, ook de toezichthouder te betrekken. Voor EPZ betekent dit dat de KFD kan en mag controleren of we de afwijkingen adequaat hebben opgepakt.” Van Cappelle noemt daarnaast nog een belangrijke factor. “Op onze nieuwe website www.kerncentrale.nl geven we ook het publiek de gelegenheid om mee te kijken. Wij zijn ons er goed van bewust dat we kritisch gevolgd worden.”

Vervolg

De komende periode wordt er veel onderzocht. Inmiddels werkt EPZ volop aan het Europese robuustheidsonderzoek. Men gaat na welke marges de veiligheidsfuncties hebben bovenop wat er in de vergunning al vereist is. Ook in de rest van de wereld zit men niet stil. In de komende periode gaat EPZ de maatregelen die men daar genomen heeft stuk voor stuk beoordelen op mogelijke toepassing bij de kerncentrale Borssele. In de vergunning is vastgelegd dat EPZ voortdurend moet zoeken naar mogelijkheden om het veiligheidsniveau



Tien jaar verlenging voor Spaanse kerncentrale

De Spaanse nucleaire toezichthouder, Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), heeft unaniem positief geadviseerd op de aanvraag voor een verlenging van 10 jaar voor de Ascó centrale. Deze centrale beschikt over twee reactoren. De aanvraag betreft de periode van 2011- 2021. Het CSN heeft het rapport uitgebracht aan het Spaanse Ministerie van Industrie, Toerisme en Handel. Bij dat ministerie ligt de uiteindelijke verantwoordelijkheid voor het definitief verlenen van de verlenging van de vergunning. Het CSN-rapport is gebaseerd op 39 technische rapporten, die het resultaat zijn van 324 verschillende inspecties van de centrale in de periode van 2001 tot aan 2011, de bestaande vergunningsperiode. De toezichthouder heeft een set van negen voorwaarden geformuleerd waaraan gedurende de komende tien jaar moet worden voldaan. Kern daarvan is het implementeren van een plan om de organisatie van de centrale, de technische aspecten en de bedrijfscultuur te versterken. Ascó werd in 2009 beboet met een bedrag van €15.4 miljoen door de overheid vanwege het lozen van een kleine hoeveelheid radioactief materiaal bij eenheid 1 tijdens een splijtstofwisseling. Ascó wordt geëxploiteerd door Endesa-Iberdrola in een joint-venture met Asociacion Nuclear Ascó-Vandellos (ANAV).

(WNN)

verder te verhogen. Daarnaast is vastgelegd dat EPZ iedere tien jaar een zeer omvangrijk veiligheidsonderzoek moet uitvoeren. Deze tienjaarlijkse evaluatie toetst o.a. of het basisontwerp op de locatie Borssele nog actueel is. Actueel betekent dit dat er gekeken wordt of er in de omgeving veranderingen zijn, of inzichten en analysemethoden

veranderd zijn, maar ook of er in de wereld nieuwe veiligheidsvoorzieningen zijn ingevoerd. "Voortdurende verbetering is voor de kerncentrale Borssele geen loze kreet maar één van de belangrijkste aspecten van ons werk", constateert Van Cappelle.

Monique Linger

55 jaar Reactorfysica in Delft!

Nog voordat het Reactor Instituut Delft bestond, werd in Delft al college gegeven op het gebied van de Reactorfysica. Zo organiseerden de hoogleraren Boon, Korvezee en Kramers van de Technische Hogeschool Delft vanaf 1955 de vakantieleergangen 'Technologie en Constructie van Kernreactoren'. Maar de echte start van het academisch onderwijs en onderzoek in Delft op het gebied van de kernreactorfysica vond plaats in september 1956 bij de benoeming van prof. Went als deeltijdhoogleraar in de constructie en toepassing van kernreactoren. Die datum houdt tevens de oprichting in van de vakgroep Reactorfysica aan de TH-Delft. De groep groeide zo snel dat al in 1963 de eerste voltijds lector werd benoemd, de latere directeur van KEMA, dr. ir. Hans Kleijn. Eind 1971 ging de leiding van de vakgroep over naar prof. dr. ir. Hugo van Dam, die tot aan zijn pensionering in 2003 samen met dr. Ir. Eduard Hoogenboom en prof. dr. ir. Tim van der Hagen een honderdtal studenten en 33 promovendi heeft opgeleid; na zijn pensionering was Hugo nog vijfmaal promotor. Onder de bezielende leiding van Tim van der Hagen, sinds 1999 hoogleraar aan de TU-Delft en per november 1997 hoofd van de vakgroep, is het onderzoeksgebied



Prof. Tim van der Hagen (links) en Prof. Hugo van Dam (rechts) bij diens afscheid in 2003.

verbreed van 'reactorfysica' naar 'fysica van reactoren' en heeft de groep zich sterk gericht op samenwerking met partners in binnen- en buitenland. Om deze redenen wordt de onderzoeksgroep nu dan ook in het Engels aangeduid met 'Physics of Nuclear Reactors (PNR)'. Bovendien is de groep steeds meer gaan bijdragen aan publieksvoorlichting en informatievoorziening ten behoeve van het publieke en politieke debat over kernenergie. De laatste jaren groeit en bloeit PNR als nooit tevoren. De renaissance in de kernenergie heeft geleid tot een grote toeloop van studenten, die zich sinds enkele jaren kunnen specialiseren in Nuclear Science and Engineering, waarbinnen reactorfysica een belangrijke rol speelt. Bovendien is de onderzoeksgroep sinds kort uitgebreid met een nieuwe leerstoel op het vakgebied van de Chemie van de Splijtstofcyclus, die wordt vervuld door prof. Rudy Konings. Alle reden dus om tevreden terug te kijken op wat in de afgelopen 55 jaar is bereikt en om met optimisme naar de toekomst te kijken.

Dr. ir. Jan Leen Kloosterman, interim sectieleider PNR

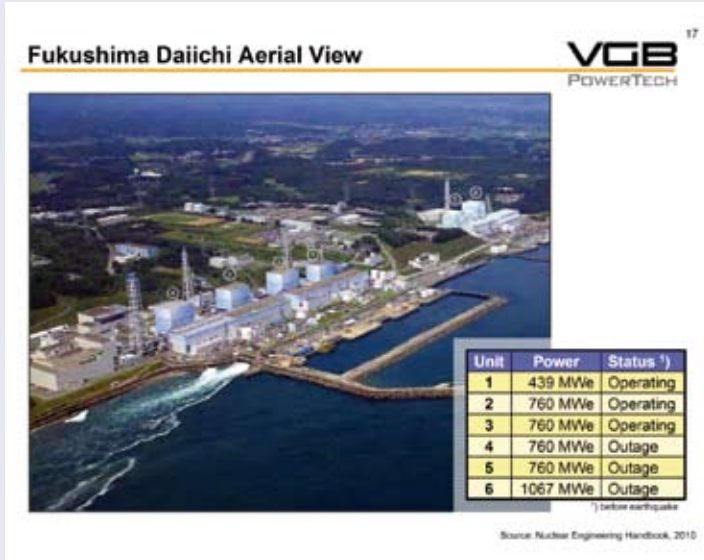
Enkele radiologische gevolgen van het Fukushima kernongeval

Tepco, eigenaar en exploitant van de Fukushima reactoren, heeft de stralingsdoses gemeten en geregistreerd van 7.500 mensen (stand van eind juli) die sinds 11 maart op het Fukushima reactorterrein hebben gewerkt. Hierbij zijn zowel de extern ontvangen dosis als ook de inwendig opgelopen dosis gemeten en vastgelegd. Enkele medewerkers hebben blootgestaan aan stralingsdoses die uitgaan boven de limiet van 250 mSv zoals die door het Japanse Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA) zijn vastgesteld. Dit zijn echter altijd nog doses die beneden het niveau liggen waarbij acute stralingseffecten optreden. Er zijn noch directe schadelijke effecten geconstateerd bij de plaatselijke bevolking noch zijn er doses gemeten die in de buurt komen van niveaus, waarbij acute stralingsziekte optreedt.

De conclusie van de metingen is dat van deze 7.500 mensen 103 medewerkers een dosis van meer dan 100 mSv hebben opgelopen, waarvan twee personen tussen de 200 en 250 mSv en zes personen meer dan 250 mSv, waarschijnlijk als gevolg van het inademen van Jodium-131 dampen. De hoogst opgelopen dosis bedraagt 678 mSv. Onder de personen met de hoogste stralingsbelasting zijn twee operators van de eenheden 3 en 4 die de eerste dagen na het ongeval geen luchtmaskers met ademhalingsautomaten hebben gedragen. Op de locatie werkten iedere dag tot 200 werknemers. Reddingswerkers droegen ademhalingsautomaten, een persoonlijke stralingsmonitor en kleding die beschermde tegen alfa en bèta straling. De door de Japanse overheid toegestane maximale dosis voor reddingsoperaties bedraagt 250 mSv. De internationale richtlijn voor de maximale dosis voor werkers in noodsituaties is 500 mSv, voor levensreddende handelingen is deze niet gedefinieerd, maar moet deze van geval tot geval bekeken worden. In Nederland gelden richtlijnen van respectievelijk 250 mSv voor niet-levensreddend handelen en 750

mSv voor levensreddend handelen. Alhoewel vele werkers op de locatie hogere dan normale doses hebben opgelopen, zijn geen stralingsziekten geconstateerd en slechts een beperkt aantal verwondingen. De hoge stralingsniveaus in de drie reactorgebouwen zijn nog steeds een belemmering voor toegang tot de gebouwen. Op 24 maart hebben drie werknemers van onderaannemers, die een kabel hadden gelegd in eenheid 3, een dosis opgelopen van meer dan 170 mSv. Twee van hen liepen in zwaar besmet water brandwonden op aan hun benen ten gevolge van bèta straling. Tepco ontving hiervoor een ernstige berisping van het Fukushima arbeidsbureau. Het zeewater, de bodem en de atmosfeer worden op vijftig plaatsen op het reactorterrein bemonsterd en op radioactiviteit gemeten. Hetzelfde gebeurt op twaalf plaatsen aan de grens van het terrein en daarbuiten. Deze meting en registratie van zeewater, bodem en atmosfeer gaat nog steeds door en wordt door zowel de Japanse overheid als het Internationale Atoomagentschap, de IAEA, uitgevoerd. Hierbij zijn in maart hoge, maar niet gezondheidsbedreigende,

niveaus van I-131 gevonden. De stralingsniveaus in de omgeving nemen af. I-131 heeft een halveringstijd van acht dagen, zodat tegen eind april het meeste Jodium was vervallen. Daar staat tegenover dat dertig kilometer ten noordoosten van de centrale een 'hotspot' is gevonden. Voor de langere termijn is het stralingsniveau van Cs-137 belangrijk, dat een veel langere halfwaardetijd van dertig jaar kent. Op 4 april zijn in Fukushima stad, 65 kilometer ten noordwesten van de centrale, stralingsniveaus gemeten van 0,06 mSv/dag. Dit is ongeveer tien keer hoger dan normaal, maar ongeveer gelijk aan de limiet die in Nederland voor een radiologisch werker geldt als dit niveau continu zou aanhouden. Een plek buiten de twintig kilometer evacuatiezone vertoonde op 13 april een hotspot van 0,27 mSv/dag, maar even buiten deze hotspot was de dosis slechts een tiende daarvan. Eind juli was het hoogste niveau binnen de dertig kilometer zone 0,84 mSv/dag, op vierentwintig kilometer afstand van de centrale. Bij alle 195.345 omwonenden die tot eind mei zijn onderzocht zijn geen schadelijke gezondheidseffecten gevonden, volgens uitspraak van de autoriteiten. Van alle 1.080 kinderen die zijn getest op mogelijke effecten van schildklierbestraling zouden de resultaten ook binnen veilige limieten gebleven zijn. Dit is gerapporteerd aan de IAEA. Het Japanse ministerie van gezondheid heeft een speciaal bureau opgericht om continu de gezondheid van en mogelijke stralingseffecten op de medewerkers van de centrale te registreren. Het nieuwe bureau zal alle data verzamelen over de ontvangen stralingsdoses van de medewerkers ten behoeve van onderzoek aan mogelijke lange termijn effecten. Zij controleert



Fukushima reactoren voor de aardbeving



Fukushima na de waterstofexplosies

ook de dagelijkse werkschema's. Nu de toegang tot de drie vernielde reactoren geleidelijk aan verbetert, zijn in de centrales een aantal hotspots ontdekt met hoge stralingsniveaus. Het is te verwachten dat naarmate de toegang tot de reactoren wordt verbeterd nog meer van deze hotspots ontdekt zullen worden, in het bijzonder in de filters van het ventilatiesysteem.

Media hebben gerapporteerd dat zogenoemde 'nucleaire gelegenhedswerkers' hun diensten aanbieden. Naar wordt vermeld, zouden zij voor korte termijn in dienst komen van onderaannemers en zouden zij er op uit zijn om hoge stralingsdoses te accepteren om daarmee een hoge bonus te ontvangen. Dit soort werkkrachten is echter al sinds het begin van de inbedrijfname van de centrales een normaal onderdeel van het arbeidsproces. De stralingsdoses bij deze mensen wordt zeer zorgvuldig geregistreerd en bijgehouden. Als deze boven een bepaald niveau uitkomen (in Japan is dat 30 mSv in een jaar) worden zij overgeplaatst naar andere delen van het bedrijf waar zij minder straling ontvangen.

Redactie Kernvisie op basis van gegevens van WNN

Eenheid voor stralings schade aan menselijk weefsel is de Sievert (Sv). Omdat dit een onpraktisch grote eenheid is, wordt de stralingsdosis meestal uitgedrukt in milliSievert (mSv) of microSievert (μ Sv)

1 Sv = 1000 mSv; 1 mSv = 1000 μ Sv

Enkele gegevens over stralingsdoses

- Jaarlijkse dosis in Nederland t.g.v. natuurlijke straling **2,0 mSv/jaar**
- Gemiddelde dosis in Nederland t.g.v. medische toepassingen **0,6 mSv/jaar**
- Maximum dosis voor radiologische medewerkers **20 mSv/ jaar**
- Maximale eenmalige dosis bij levensreddende handelingen **500 mSv**
- Levensdosis van een Nederlander is ongeveer **200 mSv**
- Retour vliegreis van Amsterdam naar Tokyo v.v. **ca. 0,1 mSv**

Gezondheidseffecten

Beneden een acute dosis van 100 mSv zijn er geen deterministische effecten. Wel zijn er stochastische effecten, dat wil zeggen er bestaat een kans op kanker binnen een periode van 10-40 jaar na het oplopen van de stralingsdosis. Bij stralingsdoses boven de 100 mSv zijn er wel deterministische effecten. In onderstaande tabel zijn deze kort samengevat.

Stralingsdosis mSv>Effect

100	Tijdelijke afname van witte bloedlichaampjes
200	Tijdelijke remming van de vorming van geslachtscellen
1.000	Symptomen van stralingsziekte, roodheid van de huid, groeistoornissen bij kinderen
2.000	Stralingsziekte: infecties door afname van witte bloedlichaampjes en bloedingen door afname van bloedplaatjes
4.000	Ernstige stralingsziekte, 50% kans om binnen de 60 dagen te overlijden
10.000	Darmsyndroom, waarschijnlijke dood binnen enkele weken
50.000	Aantasting van het centrale zenuwstelsel, zekere dood binnen enkele uren

Start onderzoeksprogramma eindberging radioactief afval (OPERA)

In een begin juli uitgegeven persbericht wordt de start van het onderzoeksprogramma eindberging radioactief afval (OPERA) aangekondigd. Het gaat om een vijfjarig programma dat zal onderzoeken hoe veilige, langetermijnopberging van radioactief afval in Nederland mogelijk is. OPERA wordt gefinancierd door de nucleaire sector (EPZ namens haar aandeelhouders Delta en Energy Resources Holding BV) en het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie. De coördinatie van het onderzoek wordt uitgevoerd door de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval, COVRA N.V. waarvan de staat honderd procent aandeelhouder is.

COVRA neemt het in Nederland geproduceerde radioactief afval in bewaring. Eerst gedurende honderd jaar bovengronds in opslaglocaties bij de COVRA. Het afval dat daarna nog teveel straling afgeeft, moet 'definitief' worden opgeborgen in een zogenaamde eindberging. Europees is afgesproken dat elk land zelf verantwoordelijk is voor het opbergen van het eigen afval. Elk land dient daarvoor zelf beleid te ontwikkelen.

Werken met ioniserende straling of radioactieve stoffen in industrie, onderzoek, geneeskunde en elektriciteitsopwekking genereert radioactief afval. Radioactief afval ontstaat dus niet alleen in de kerncentrale van Borssele, maar op veel meer plaatsen in Nederland.

In Nederland wordt het radioactief afval centraal ingezameld en voor tenminste honderd jaar opgeslagen. Door het geringe volume is het isoleren, beheersen en controleren van het radioactief afval eenvoudig uit te voeren en blijft het afval uit het leefmilieu. De zorg voor het afval houdt echter niet op na honderd jaar. Nu al worden financiële

en technische voorzieningen getroffen voor de berging van het radioactief afval in een eindberging die uiteindelijk moet plaatsvinden. OPERA vormt hier een onderdeel van.

Het doel van het programma is conditionele 'safety cases' (veiligheidsstudies) te ontwikkelen voor de lange termijn veiligheid van berging in zout- en kleifformaties in Nederland. OPERA zal onzekerheden identificeren en reduceren, en een onderzoeksagenda voor eventuele volgende onderzoeksprogramma's formuleren. Naast technische en wetenschappelijke aspecten worden ook de sociaal-maatschappelijke aspecten rond de eindberging van radioactief afval in het onderzoek meegenomen.

Meer informatie over het onderzoeksprogramma en de aanbesteding is te vinden op de website van COVRA: www.covra.nl.

U kunt ook contact opnemen met Ewoud Verhoef (telefoon 0113 616 670 of email ewoud.verhoef@covra.nl).

KernVisie



Amerikaanse toezichthouder verlengde de vergunning voor Hope Creek, voor Fermi 2 aangevraagd

De Hope Creek kerncentrale mag tot april 2046 in bedrijf blijven onder een strikt regime van veiligheidsmaatregelen en randvoorwaarden voor eigenaar PSEG.

De centrale werd in 1986 gestart met een vergunning voor 40 jaar. De Nuclear Regulatory Commission (NRC) verklaarde dat PSEG op overtuigende wijze had aangetoond het 'verouderingsproces' te beheersen en dat er geen aanleiding bestond op het gebied van de veiligheid om de gevraagde vernieuwing van de vergunning niet te verlenen. De reactor heeft een vermogen van 1031 MWe. Een ander bedrijf, DTE Energy, heeft te kennen gegeven dat het voor eenzelfde verlenging opteert voor haar Fermi 2 centrale. Deze centrale werd in 1985 gestart en heeft een vergunning tot 2025 voor 1215 MWe. DTE heeft aan de NRC gemeld dat ze een aanvraag wil indienen in 2014 voor een verlenging van 20 jaar. De tijd tot aan de aanvraag in 2014 wil het bedrijf benutten voor het uitvoeren van een evaluatie van de milieueffecten, de werking van de gebruikte systemen en aanwezige constructies.

(WNN)

Japan verkleint evacuatiezone

De Japanse overheid is van plan om bewoners in bepaalde gebieden rond de zwaar beschadigde kerncentrale van Fukushima Dai-ichi binnenkort naar hun woning te laten terugkeren.

Medio augustus 2011 is het niemand toegestaan om binnen twintig kilometer afstand van de Fukushima-centrale te wonen of te werken, terwijl bewoners in de zone tussen twintig en dertig kilometer afstand van de centrale is meegedeeld dat zij beschikbaar moeten zijn voor evacuatie zodra hun dit wordt gevraagd. Daarenboven zijn enkele gebieden, zoals het dorp Litate, geëvacueerd als gevolg van locale stralingsdoses boven de 20 mSv per jaar. De nog steeds voortdurende evacuatie van ongeveer honderdduizend mensen als gevolg van het kernongeval met de centrale is veruit het meest ingrijpende negatieve effect op gezondheid en welzijn van de bevolking. De emissie van radioactieve stoffen is nu vrijwel gestopt. Recente metingen van de atmosfeer aan de grens van het reactorterrein hebben geen verdere uitstoot van I-131, Cs-134 of Cs-137 kunnen aantonen. De additionele stralingsbelasting aan de grens van het terrein bedraagt nu maximaal 1,7 mSv per jaar. Met toenemende afstand neemt deze stralingsbelasting verder af.

Het Japanse ministerie van economie, handel en industrie (MITI) heeft besloten om het voor bewoners en ondernemers tot op drie kilometer afstand van de centrale gemakkelijker te maken een kort bezoek aan hun eigendommen te brengen. MITI is van plan om de eis van beschikbaarheid voor een mogelijke evacuatie voor mensen in de twintig-dertig kilometer zone in te trekken. Verder heeft MITI gesteld dat het voor bepaalde mensen uit de evacuatiezone mogelijk wordt om binnenkort permanent naar hun woningen terug te keren, op basis van de aanname dat de beschadigde reactoren geleidelijk aan in

een meer stabiele situatie geraken en de stralingsniveaus blijven dalen.

Het definitieve besluit om mensen terug te laten keren zal op drie overwegingen gebaseerd moeten worden. Ten eerste: hoe veilig is de reactor en op welke afstand van de centrale kan de bewoners voldoende veiligheid worden gegarandeerd, ten tweede: hoe ontwikkelen zich de resultaten van de stralingsmetingen om vervolgens vast te stellen dat de stralingsniveaus veilig zijn voor bewoners in hun specifieke situatie en ten derde: in welke mate is het mogelijk om diensten en infrastructuur te herstellen in de verschillende gebieden. Met betrekking tot de evaluatie van de veiligheid van de omwonenden van de centrale stelt MITI dat:

- de mogelijkheid van nieuwe waterstof-explosies niet mag worden uitgesloten,
- de consequenties van het opnieuw falen van de koeling van de reactoren en de opslagbassins voor gebruikte splijtstof moeten worden beschouwd,
- het risico van nog meer aardbevingen en tsunami's niet mag worden uitgesloten,
- de lozing van geringe hoeveelheden radioactieve stoffen voorlopig doorgaat.

In principe is goedkeuring van deze uitgangspunten verkregen en als deze aspecten op basis van conservatieve veronderstellingen nader geëvalueerd zijn, kan de regering besluiten in welke gebieden het de mensen toegestaan zal worden terug te keren naar hun woningen. In gebieden dicht bij de reactor of in specifieke gebieden met hoge stralingsniveaus als gevolg van deposities van radioactieve stoffen zal de regering overleg plegen met lokale overheden over te nemen langetermijnmaatregelen. MITI heeft als doel het beleid in augustus definitief vast te stellen en daarna te beginnen met een langetermijnplanning voor



Evacuatiezones rond de Fukushima centrale

zorgvuldige decontaminatie van de getroffen gebieden. Op termijn wil MITI de extra stralingsbelasting als gevolg van het ongeval beperken tot minder dan 1 mSv per jaar. Dit is dezelfde stralingsdosis als de wettelijk maximaal toegestane extra stralingsbelasting als gevolg van het bedienen van een kerncentrale in Japan. De wereldwijde gemiddelde stralingsbelasting als gevolg van natuurlijke stralingsbronnen bedraagt 2,4 mSv per jaar, waarbij plaatselijk grote verschillen voorkomen. In sommige gebieden van de wereld komen zelfs doses tot 20 mSv per jaar voor, terwijl dit voor de bevolking in deze gebieden geen aantoonbare consequenties voor de gezondheid heeft. MITI heeft lokale autoriteiten meegedeeld zich voor te bereiden op het opheffen van (gedeelten van) de evacuatiezone. Van hen wordt verwacht dat zij herstelplannen gaan opstellen voor het hervatten van alle publieke diensten en het herstellen van de infrastructuur, met inbegrip van de ondersteuning van de geëvacueerde bewoners bij hun terugkeer. In gebieden die voorlopig nog geëvacueerd blijven, worden de stralingsniveaus van de atmosfeer en de bodem continu bewaakt, zodat zodra dit mogelijk wordt de geëvacueerde bewoners kunnen terugkeren naar hun woningen.

Redactie kernvisie op basis van gegevens van WNN

Gevolgen van de sluiting van kerncentrales in Duitsland

Ongeveer elfduizend banen worden bedreigd als EON voldoet aan het nieuwe nucleaire beleid in Duitsland. RWE (Rheinisch Westfälische Energiewerke) kondigde een verlies van negenhonderd miljoen euro aan ten gevolge van het sluiten van haar kerncentrales.

De markt heeft nu van de vier nutsbedrijven die kerncentrales in Duitsland bedrijven de financiële consequenties gehoord. Eerder hadden Vattenfall en EnBW (Energy Baden Württemberg) een afwaardering van 1,1 miljard euro respectievelijk zeshonderd miljoen euro bekend gemaakt. Met de afwaarderingen van RWE en Eon komt het totaal nu op 4,3 miljard euro. Vier dagen na het ongeval bij FUKUSHIMA op 15 maart, vroeg Angela Merkel de nutsbedrijven om acht nucleaire eenheden te sluiten voor een periode van drie maanden. Hierna heeft de regering besloten dat geen van deze reactoren weer opgestart mag worden en dat de overgebleven nucleaire eenheden in 2022 hun deuren zullen sluiten. De hoop leeft dat een exponentiële groei van duurzame energie het verlies aan capaciteit kan opvangen. De uitbreiding van duurzame elektriciteitsopwekking wil men financieren door verhoging van de tarieven en een speciale belasting op nucleaire splijtstof.

Johannes Teyssen, CEO van Eon, deelde de aandeelhouders mee dat de inkomsten met 71 procent dalen en dat de bruto winst met 45 procent daalt vergeleken met eenzelfde periode in 2010. Deze dramatische achteruitgang van onze winst komt vooral door het besluit van de Duitse regering om af te zien van kernenergie. Dit besluit had alleen al in het tweede kwartaal van 2011 een negatief effect van 1,7 miljard euro.

EnBW heeft juridische procedures gestart met betrekking tot de

splijtstofbelasting. Het is het eerste nutsbedrijf dat deze belasting moet betalen in verband met de splijtstofherlading van Philipsburg eenheid 2. Op iedere gram splijtstof komt 145 euro belasting. In totaal komt dit op minstens honderd miljoen euro. Het Zweedse staatsbedrijf Vattenfall heeft eveneens aangekondigd dat het een volledige compensatie verwacht voor de te maken kosten.

RWE deelt bij de presentatie van de halfjaarcijfers mee dat het reeds tweehonderd miljoen euro aan splijtstofbelasting heeft betaald. Het bedrijf deelde niet mee om welke reactoren het ging. De nieuwe situatie zal onze "winstgevendheid aanzienlijk bemoeilijken" zei CEO Jürgen Grossman, waarbij hij ook wees op het verlies van negenhonderd miljoen euro door de sluiting van de reactoren. Het verlies wordt onder andere veroorzaakt door de eerder aangegane verplichtingen voor stroomleveranties waardoor RWE nu duurdere productie-eenheden moet inschakelen. RWE heeft verder een aantal splijtstofelementen moeten afschrijven, omdat deze nu niet meer gebruikt kunnen worden. Tevens zijn de kosten voor de ontmanteling van de reactoren door de vervroegde sluiting toegenomen. Als onderdeel van het beleid van RWE om in te spelen op de veranderingen versnelt RWE het extra afstoten van activa. In 2013 zo'n drie miljard euro. De doelstelling is om voor elf miljard euro te verkopen. Verkocht zullen worden diverse kolen- en gascentrales, NET4GAS

netwerkbeheerder, een aandeel in Berlinwasser en de dochteronderneming DEA. Tegelijkertijd zal RWE ook de investeringen beperken tot vier miljard euro. Dit bedrag is anderhalf miljard euro lager dan voorheen gepland.

Eon waarschuwde dat het voornemens is dit snel door te voeren om de nieuwe 'opgave' aan te kunnen, problemen die in de eerste plaats opgelegd zijn door het nieuwe kernenergiebeleid. Teyssen zei dat de firma in de eerste plaats moet proberen zelf geld te besparen. Hij voegde er aan toe dat de reductie in niet-personele kosten niet genoeg besparingen zal opleveren en dat daardoor op middellange termijn er ongeveer 9.000-11.000 banen kunnen verdwijnen.

Effecten voor het milieu

Uit studies (New Scientist) blijkt dat de sluiting van de kerncentrales negatieve effecten heeft op de uitstoot van CO₂, zelfs als de zeer ambitieuze plannen voor de overgang naar duurzame energie gerealiseerd worden. Om aan de vraag naar elektriciteit te kunnen blijven voldoen, zijn fossiel gestookte centrales gepland met een gezamenlijk vermogen van twintig gigawatt, te realiseren in 2020. Hierin zijn de voor 2013 geplande kolencentrales inbegrepen met een gezamenlijk vermogen van negen Gigawatt. Volgens Trevor Sikorski, hoofd van environmental research market research van Barclays Capital Invest Bank, hebben berekeningen aangetoond dat Duitsland door de sluiting van de kerncentrales driehonderd miljoen ton CO₂ extra zal uitstoten tussen nu en 2020. Dat is meer dan de gezamenlijke jaarlijkse emissies van Italië en Spanje.

(WNN)



Bestuurswijzigingen stichting Kernvisie

In de loop van 2011 vond er binnen het bestuur van onze stichting een tweetal wijzigingen plaats.

Prof. Ir. Rob Kouffeld, vele jaren voorzitter, vond dat het tijd werd om het voorzittersstokje over te dragen aan een ander bestuurslid. Zijn interesse bij de stichting is gelukkig nog lang niet verdwenen; hij blijft aan als 'gewoon' bestuurslid. Het bestuur is blij met zijn bereidheid om binnen het bestuur actief te blijven. Onder zijn voorzitterschap heeft de stichting veel in gang weten te zetten. De doelstelling van de stichting evolueerde onder zijn voorzitterschap in de richting van het versterken van het maatschappelijk draagvlak voor het gebruik van nucleaire technologie, in

het bijzonder kernenergie. Daarvoor is hem veel dank verschuldigd. Ir. André Versteegh is bereid gevonden om de voorzitterstaak van Rob Kouffeld over te nemen.

Ir. Gregory Dowling, vicevoorzitter, nam in augustus afscheid van het bestuur. Hij vertrekt naar de Verenigde Staten en is daarom niet meer in staat om als bestuurslid aan te blijven. Ook hem is de stichting veel dank verschuldigd. Gregory was een actieve bestuurder. Hij was sterk betrokken bij het vernieuwen van onze website en het aantrekken en uitbouwen van de contacten binnen de nucleaire technologie sector in Nederland.

Bestuur Kernvisie

Meerdaagse excursies

Kernvisie organiseert jaarlijks een excursie voor begunstigers naar een op nucleair gebied interessant bedrijf of instituut. Op dit moment raken de excursiedoelen binnen Nederland min of meer uitgeput; de meeste hebben ons al op bezoek gehad.

Binnen het bestuur ontstond de vraag of er belangstelling zou zijn voor meerdaagse excursies naar verder weg gelegen doelen, bijvoorbeeld in

Frankrijk of Duitsland. Dat betekent dan één of meer overnachtingen en een georganiseerde reis met een daarbij behorend prijskaartje.

Het bestuur vraagt hierbij aan de begunstigers van de stichting om bij de secretaris, liefst per mail, secr@kernvisie.com, aan te geven of men in principe in een dergelijke opzet is geïnteresseerd.

Bestuur Kernvisie

Jaarlijkse excursie van Kernvisie

Op 14 december aanstaande zal Kernvisie een bezoek brengen aan het FOM-Instituut voor Plasmafysica in Rijnhuizen. Introducees en leden/begunstigers van Kivi Niria KE en NNS kunnen ook inschrijven voor deze excursie.

In het oktobernummer van KernVisie zal nadere informatie worden verstrekt over de inhoud van het bezoek en de wijze van aanmelding.

Bestuur Kernvisie

Colofon

Jaargang 6, nummer 04
September 2011

KernVisie verschijnt tweemaandelijks
Opplage 2200 ex

Grafische realisatie

De OntwerpStek.nl, Den Helder

Tekstproducties

Sherpa en de Fries
communicatiebureau, West-Grafdijk.

Bestuur van de Stichting Kernvisie

Ir. A.M. Versteegh, *voorzitter*
Ir. G.H. Boersma, *secretaris*
Ir. E.W. Schuur, *penningmeester*
Ir. J.C. van Cappelle
Prof. Ir. R.W.J. Kouffeld

Bankrekening 6851370,
tnv Kernvisie, Foundation for Nuclear
Energy te Zwijndrecht.

Redactie KernVisie

Ir. G.H. Boersma
Ir. P.J. van der Hulst
Ir. B.J. Visser

Redactie adres

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

**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.**