



**KERNVISIE
MAGAZINE**

Start ontwikkeling
bouw MOG

Grote update
voor Wendelstein
kernfusiereactor

Tablo: stap in
de wereld van
radioactiviteit

4
Oktober
2022

UITGAVE VAN
STICHTING KERNVISIE



**“Nieuwe tracer
maakt moeilijk
te detecteren
tumoren zichtbaar”**

Kernvisie Magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

Jaargang 17
Nummer 4
Oktober 2022
Kernvisie verschijnt tweemaandelijks
Oplage 2.200 ex

Ontwerp & Grafische realisatie
StudioHusken.nl, Alkmaar

Bestuur Stichting KernVisie

Ir. A.M. Versteegh, voorzitter
Ir. G.H. Boersma, secretaris
Ir. J.C.L. van Cappelle, penningmeester
Ir. E.W. Schuuring
A.J.L. Bos
J.D. Bruin
Ing. W. Hiddink
Drs. J.J. de Jong
Ir. G.C. van Uitert

Redactie Kernvisie Magazine

Ir. G.H. Boersma
M. Jelgersma (Sherpa en de Fries)
E.S. Jelgersma (Sherpa en de Fries)

Redactie adres

Dokter Bosmanshof 32, 6851 MJ Huissen
Telefoon 026-2130214
E-mail: kernvisie@kernvisie.com
Internet: www.kernvisie.com
Bankrekening NL19 INGB 0006 8513 70, t.n.v. Kernvisie,
Foundation for Nuclear Technology te Zwijndrecht.

Op de Cover

Walter Kool, Alice Couwenberg en Ronald Pronk
Foto © Irene van Kessel

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

Omgang met persoonsgegevens

Kernvisie Magazine is een uitgave van de Stichting KernVisie. Onze website www.kernvisie.com bevat een uitgebreide privacyverklaring over het gebruik van de persoonsgegevens die nodig zijn ten behoeve van de verzending van het Magazine.

Voorwoord

Nucleair in de schijnwerpers

Nucleair is de laatste tijd veel in het nieuws. Soms gaat het om zorgwekkend nieuws



zoals de IAEA-rapportages over de oorlog in Oekraïne en de nucleaire dreiging uit Rusland. Maar vaak is het ook positief wanneer het gaat om de toenemende interesse in binnen- en buitenland voor kernenergie als betrouwbare CO₂-vrije bron. In Nederland wil de Tweede Kamer, daartoe aangezet door de coalitiepartijen VVD en CDA een versnellingsplan van het kabinet voor de bouw van twee kerncentrales en in oktober volgt een besluit over de bedrijfsduurverlenging van de Kerncentrale Borsele. Ook positief is dat Minister Kuipers van VWS onlangs bekend maakte dat er de komende jaren geld is gereserveerd voor de bouw van de PALLAS-reactor. Dit is goed nieuws voor nucleair-technologisch onderzoek, de instandhouding van de nucleaire kennisinfrastructuur en de voorzieningszekerheid van medische isotopen. Naast reactoren kunnen, al naar gelang de toepassing, sommige kortlevende medische isotopen ook met cyclotrons worden gemaakt. Het Antoni van Leeuwenhoek startte samen met de Noordwest Ziekenhuisgroep en Cyclotron Noordwest een pilot om de effectiviteit van de nieuwe een veelbelovende radiofarmacon Fluor-18-FAPI te onderzoeken. Dit verbetert de toekomstperspectieven van patiënten met onder andere dikkedarmkanker. En tenslotte een leuke uitgaanstip voor nieuwsgierige mensen én kinderen. In Dessel (B) net over de grens bij Turnhout opende het bezoekerscentrum Tabloot haar deuren met onder andere een tentoonstelling van veertig opstellingen over radioactiviteit, het beheer van radioactief afval, de mens en tijd en onderzoek naar nucleaire toepassingen van morgen. De moeite waard! **K**

André Versteegh
voorzitter Stichting KernVisie



P04

Medisch

Tracer maakt moeilijk te detecteren tumoren zichtbaar

Hoe beter de beeldvorming en diagnose, hoe effectiever de behandeling van kanker is. Maar soms zijn tumoren moeilijk te detecteren. Met de nieuwe tracer FAPI is het nu mogelijk om met een PET-scan ook moeilijk te detecteren tumoren zichtbaar te maken. Het Antoni van Leeuwenhoek (AVL) is samen met de Noordwest Ziekenhuisgroep (NWZ) en Cyclotron Noordwest een pilot gestart om de effectiviteit van deze nieuwe medische tracer aan te tonen.

P11 Maatschappij

COVRA start ontwikkeling voor de bouw van het MOG

De Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) in Nieuwdorp (Zeeland) wil een nieuw Multifunctioneel OpslagGebouw (MOG) gaan bouwen voor de opslag van laag- en middelradioactief afval in stapelbare opslagcontainers. Alle voor de vergunningswijziging benodigde documenten zijn begin augustus bij de toezichthouder ANVS ingediend.



P14

Energie

Wendelstein 7-X op de rand van nieuwe topprestaties

De Wendelstein 7-X (W7-X) stellarator, de experimentele kernfusiereactor van het Max Planck Instituut voor Plasmafysica (IPP) in Greifswald (D) is onlangs aanzienlijk verbeterd. Met 6,8 kilometer koelbuizen en een verdubbeling van het verwarmingsvermogen moet de fusiefaciliteit binnen enkele jaren plasmaoperaties tot 30 minuten mogelijk maken.

P18 Maatschappij

Tablo: stap in de wereld van radioactiviteit

Hoe praat je met mensen over radioactief afval? Hoe leg je uit wat radioactiviteit is en hoe betrek je publiek bij de keuze voor een eindberging? In het Belgische Dessel worden deze vragen beantwoord. Hier opende dit jaar het interactieve bezoekers- en informatiecentrum Tablo, een initiatief van NIRAS (Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen) samen met burgerplatformen uit de gemeenten Dessel en Mol.



P08 Medisch

Nieuwe methode vereenvoudigt radioactief labels

P12 Infographic

IAEA: Wat maakt kernenergie veilig?

P17 Column

Lars Roobol: September

P22 Boekbespreking

Waarom we niet bang hoeven te zijn voor kernenergie van Marco Visscher



Medisch

**“Nieuwe tracer
maakt moeilijk
te detecteren
tumoren
zichtbaar”**

Hoe beter de beeldvorming en diagnose, hoe effectiever de behandeling van kanker is. Maar soms zijn tumoren moeilijk te detecteren wat de behandeling bemoeilijkt. Met de nieuwe tracer FAPI die wordt gekoppeld aan het bekende Fluor-18-isotoop is het nu mogelijk om met een PET-scan ook moeilijk te detecteren tumoren zichtbaar te maken. Het Antoni van Leeuwenhoek (AVL) is samen met de Noordwest Ziekenhuisgroep (NWZ) en Cyclotron Noordwest een pilot gestart om de effectiviteit van deze nieuwe medische tracer aan te tonen bij patiënten met dikkedarmkanker. De eerste scan, die vol spanning door bijna alle medewerkers van de afdeling nucleaire geneeskunde werd bijgewoond, overtrof de verwachtingen.

De eerste patiënt in Nederland kreeg in een pilotstudie een PET/CT-scan waarbij gebruik werd gemaakt van een Fluor-18-isotoop waaraan een nieuwe tracer was gekoppeld: FAPI (Fibroblast Activation Protein Inhibitor). Deze tracer hecht zich aan cellen in het steunweefsel van de tumor, het tumorstroma genoemd, en kan daarom mogelijk kwaadaardige tumoren zeer gevoelig identificeren. Het is het resultaat van een intensieve samenwerking tussen NWZ, Cyclotron Noordwest B.V. en het AVL in Amsterdam. Het huidige onderzoek bij het AVL/NWZ zal ongeveer twee jaar in beslag nemen. Alice Couwenberg, radiotherapeut-oncoloog in opleiding bij het AVL: "Het gaat bij deze pilot om dertig patiënten met dikke darmkanker en uitzaaingen naar de nabijgelegen lymfeklieren. Bij een eerste patiënt is nu een PET/CT-scan met Fluor-18-FAPI gedaan en we zijn nu bezig om te zien wie er nog meer in aanmerking komt voor deelname aan dit onderzoek."

Space Center Houston

Deze eerste patiënt krijgt uiteindelijk twee scans, de eerste vóór de bestralingsbehandeling en een tweede nadien om het effect van de bestraling te beoordelen. Toen de beelden van de eerste scan doorkwamen had het AVL wel wat van het Space Center Houston waar iedereen in spanning afwachtte op het eerste bericht van een maanlanding. Couwenberg: "Bij de allereerste FAPI PET/CT waren bijna alle medewerkers die bij de afdeling nucleaire geneeskunde werken aanwezig om naar het resultaat te kijken. Het was eigenlijk nieuwswaardig genoeg om in de krant terecht te komen en we hebben het ook zeker gevierd." Walter Kool, klinisch fysicus bij de afdeling medische beeldvorming NWZ: "Ik was er voor deze speciale gelegenheid zelf bij in Amsterdam, maar ook in Alkmaar stonden de collega's van het Cyclotron Noordwest allemaal op het eerste resultaat te wachten." Couwenberg: "We wisten niet zo goed wat we moesten verwachten, maar het resultaat was zoals gehoopt. Het FAPI had


gedaan wat het moest doen en de contouren van het tumorweefsel waren duidelijk weergegeven." Mocht er na de tweede bestraling nog tumorweefsel aanwezig zijn, dan volgt een operatie. Het verwijderde weefsel zal aansluitend onderzocht worden door de patholoog op de aanwezigheid van tumorcellen waarmee kan worden vastgesteld of het FAPI zich inderdaad aan het stroma rondom de tumor heeft gehecht.


Fibroblasten

Wanneer tumorcellen zich vermeerderen, gaan ze zich nestelen in een weefselvorm die ze zelf initiëren en die stroma wordt genoemd. Couwenberg: "Het stroma is een soort ecosysteem rond de tumoren en zorgt voor de bloedtoevoer en voeding voor de tumorcellen." In het stroma bevinden zich naast bloed-, immuun- en andere cellen vooral veel kanker-geassocieerde fibroblasten. Dit zijn actieve cellen die zorgen voor de vorming en opbouw van het stroma. FAPI bindt aan het eiwit FAP (Fibroblast activation protein), een enzym dat overvloedig aanwezig is op het membraan van kanker-geassocieerde fibroblasten in het tumorstroma. Op de scan zijn dus niet de tumorcellen maar de fibroblasten te zien. De meeste soorten tumoren hebben het stroma nodig om te leven, te groeien en zich

te verspreiden. Couwenberg: "Met de FAPI-scans hopen we anatomische informatie te krijgen over waar het stroma en dus waar de tumoren zich bevinden. Maar we hopen ook meer biologische informatie te krijgen omdat we weten dat stroma iets zegt over de prognose van patiënten; hoe meer stroma wordt aangetroffen, hoe slechter de prognose." We hopen dus dat FAPI niet alleen betere beeldvorming geeft van de anatomie maar ook biologische informatie die voor verdere behandeling van belang kan zijn. Fibroblasten bevinden zich overigens niet alleen in de tumorstroma maar kunnen ook op andere plekken in het lichaam worden geactiveerd bij de vorming van bindweefsel, bijvoorbeeld bij herstel van wonden of bij specifieke aandoeningen waarbij fibrose ontstaat. De huidige onderzoeken naar de waarde van FAPI PET/CT richten zich dan ook deels op niet-oncologische toepassingen zoals bijvoorbeeld reumatische aandoeningen en longfibrose.

Deutsches Krebsforschungszentrum

De licentie van FAPI is in handen van het Amerikaanse radiofarmaceutische bedrijf SOFIE, maar is ontwikkeld door het Deutsches Krebsforschungszentrum in Heidelberg (de Duitse evenknie van het 

 Zicht op één van de cleanrooms met hotcellen. In deze cellen vindt de productie en uitvulling van de PET-tracers plaats.





© Cyclotron Noordwest

➤ De productie van Fluor-18-FAPI is een volledig geautomatiseerd syntheseproces dat bij Noordwest Ziekenhuisgroep wordt uitgevoerd.

Nederlandse NKI), hetzelfde team dat ook PSMA (Prostate Specific Membrane Antigen) heeft uitgevonden. Kool: “Het Duitse onderzoekcentrum heeft FAPI vrij van kosten ‘de wereld in geslingerd’ via de licentiehouders SOFIE onder de voorwaarde dat je er een studie mee doet.” Hiervoor moet dan wel eerst een onderzoeksvoorstel worden ingediend en een contract worden getekend, maar indien geaccordeerd ontvangt de onderzoeker of het onderzoeksteam het basismateriaal vanuit Amerika.

Succesvolle gasboring

FAPI werd vrij snel na de introductie in 2019 onderscheiden tijdens de jaarlijkse bijeenkomst van de Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI) als ‘Image of the Year’ op basis van een scan met de medische isotoop Gallium-68. Kool: “Heidelberg heeft in de eerste studie vele typen kanker in kaart gebracht, waarbij niet specifiek naar een bepaalde soort tumor werd gekeken.” Uiteindelijk bleek dat het FAPI aan bijna alle soorten tumoren hechtte. Kool: “Toen was meteen duidelijk: Dit zou wel eens de grote tracer kunnen worden voor de nucleaire geneeskunde.” Op dit moment wordt nog volop gewerkt met de tracer FDG, dat Kool ook het “werkpaard” van de nucleaire geneeskunde noemt en een zeer breed toepassingsgebied kent. Kool: “FAPI zou zeer goed naast FDG kunnen

worden toegepast, maar ik sluit niet uit dat het wel eens de grote vervanger zou kunnen worden.” De interesse was er om het FAPI in Nederland nader te onderzoeken. Ronald Pronk, afdelingshoofd bij Cyclotron Noordwest in Alkmaar: “Er was een nucleair geneeskundige bij ons ziekenhuis in Alkmaar die het idee had opgepakt om FAPI te koppelen aan de medische isotoop Fluor-18. Hij heeft geprobeerd binnen onze ziekenhuisgroep een project op te zetten, maar voor ons bleek het opzetten van een prospectief onderzoek met METC-goedkeuring (Medisch Ethische Toetsings Commissie) een stap te ver.” Aansluitend ging Kool daarom op zoek naar een partner buiten het NWZ en kwam bij het AVL dat naast hét in kanker gespecialiseerde ziekenhuis ook een gerenommeerd onderzoeksinstituut is. “Het leek wel op een succesvolle gasboring, want een dag nadat ik contact met het AVL opnam, kwam het AVL al met een onderzoeksvoorstel”, aldus Kool.

Toekomstperspectief voor Fluor-18 FAPI

De eerste studies met FAPI zijn met de medische isotoop Gallium-68 gedaan. Licentiehouders SOFIE heeft bij de start ingezet op Gallium-68 omdat dat isotoop al aan de juiste voorwaarde van IMPD (Investigational Medicinal Product Dossier) voldeed en Fluor-18 toen nog niet. Volgens

Kool is het synthetiseren van Gallium-68-FAPI bovendien een iets makkelijker proces dan met Fluor-18. Het basismateriaal van Gallium-68 is de isotoop Germanium-68 die in een cyclotron wordt geproduceerd. Het Gallium-68 is vervolgens uit een Germanium-68 generator te ‘melken’. Kool: “Een ziekenhuis met de juiste faciliteiten kan wanneer het een Ge-generator heeft zelf het Ga-68-FAPI synthetiseren.” Toch ziet de toekomst er voor Fluor-18 beter uit. Waar Gallium een halfwaardetijd (HWT) heeft van iets meer dan een uur, is dat bij Fluor-18 bijna twee uur. Voordeel is een iets lagere dosis voor de patiënt en het is in grotere hoeveelheden te produceren en te transporteren naar andere ziekenhuizen. “Een ander voordeel van de combinatie Fluor-18-FAPI ten opzichte van Gallium-68-FAPI is de betere beeldvorming”, benadrukt Kool en dat terwijl Gallium-68-FAPI al een hele verbetering was ten opzichte van Fluor-18-FDG (Fluorodeoxyglucose).

Cyclotron Noordwest heeft fabrikantenvergunning

Voor de productie van Fluor-18 (F-18) wordt verrijkt water gebruikt. Dit verrijkte water bestaat uit tenminste 98% zuurstof-18. Dit zuurstof-18 water wordt met behulp van



© Cyclotron Noordwest

➤ Dit is het cyclotron waar de bestraling van het verrijkte water plaatsvindt. Het bevindt zich in een betonnen bunker met wanden en een deur van 2,2 meter dikte.



© Irene van Kessel

Alice Couwenberg is bij het AVL in opleiding tot radiotherapeut-oncoloog, een medisch specialist op het gebied van de behandeling van kanker met straling. Couwenberg verricht een dag per week onderzoek en raakte eind 2020 bij het onderzoek betrokken.



© Irene van Kessel

Walter Kool is klinisch fysicus binnen de afdeling medische beeldvorming van de Noordwest Ziekenhuisgroep en betrokken bij het cyclotron. Zijn hoofdaandachtsgebied is nucleaire geneeskunde en hij is hoofdonderzoeker bij het lopende FAPI-project.



© Irene van Kessel

Ronald Pronk is afdelingshoofd bij het Cyclotron Noordwest in Alkmaar en hier al vanaf de start in 2011 bij betrokken. Op zijn afdeling zijn 2 apothekers en 10 operators actief die zowel voor de productie van medische isotopen als voor de kwaliteitscontroles zorgdragen.

een deeltjesversneller (cyclotron) bestraald met protonen en bij deze kernreactie ontstaat F-18. Pronk: "Als we voldoende Fluor-18 hebben dan starten we een volledig geautomatiseerd syntheseproces om het FAPI aan het fluor te koppelen. Na zuivering wordt de oplossing op een vaste concentratie gebracht en met behulp van een uitvulrobot in spuiten op naam van de patiënt uitgevuld." Met een halfwaardetijd van 110 minuten is het van belang dat het medische isotoop zo snel mogelijk in het AVL terechtkomt, maar, legt Kool uit: "Dat is op zich geen probleem omdat de infrastructuur met radioactief fluor gekoppeld aan FDG al aanwezig was en al jarenlang over Nederland wordt verspreid."

Is het met het oog op de relatief korte halfwaardetijd niet handiger om het middel in het AVL te maken? Pronk: "Cyclotron Noordwest heeft een fabrikantenvergunning en dat is voor een ziekenhuis vrij bijzonder. Om daaraan te voldoen zal een ziekenhuis veel menskracht en geld moeten vrijmaken

om het op te zetten en te onderhouden. Een samenwerkingsverband tussen het AVL dat veel onderzoeken uitvoert en Noordwest Ziekenhuisgroep ligt daarom voor de hand." Inmiddels zijn ook met het UMC Utrecht en het Erasmus MC contacten gelegd om het Fluor-18-FAPI te leveren voor verscheidene KWF-projecten die in aanvraag zijn. Pronk: "Elke batch ondergaat voor toediening een kwaliteitscontrole en wordt formeel vrijgegeven door een van onze (ziekenhuis) apothekers."

Het knalt eruit

Afhankelijk van de resultaten kan FAPI een grote speler worden. Couwenberg: "Bij oncologie is het behandelingstraject voornamelijk gestoeld op de diagnose en beeldvorming. Hieruit volgt of je bestraling, systemische therapie (zoals chemotherapie) en/of een operatie krijgt. De meeste kwaadaardige tumoren groeien in de vorm van een massa die goed herkenbaar is op een CT- of MRI-scan. Maar bij het

identificeren van uitzaaiingen naar de lymfeklieren bij dikke darmkanker schieten CT- of MRI-scans vaak tekort waardoor je informatie mist. Dit leidt soms tot onder- of overbehandeling. Wat je wil, is beeldvorming die exact laat zien waar de tumoren zich bevinden en daarom zijn we altijd op zoek naar betere beeldvorming. Dit geldt ook zeker voor sommige tumoren die op scans niet of nauwelijks zijn te onderscheiden, bijvoorbeeld omdat zij niet in een duidelijk afgrensbare massa groeien." Kool wijst erop dat Ga-68-FAPI in het UMC Utrecht al is ingezet bij de beeldvorming van tumoren. "De resultaten zijn heel goed. De kliniek wil er direct mee aan de slag want met reguliere beeldvorming met FDG zie je soms weinig tracer opname en met FAPI knalt het eruit." De resultaten van het onderzoek naar Fluor-18-FAPI PET/CT bij patiënten met dikke darmkanker en lymfeklieruitzaaiingen worden eind 2023 verwacht. **K**

Menno Jelgersma



Nieuwe methode vereenvoudigt radioactief labelen

Onderzoekers van de TU Delft hebben een nieuwe methode gevonden om nanodeeltjes geladen met radioactieve zouten efficiënt te maken voor zowel medische beeldvorming als behandeling. Doordat het ontzettend eenvoudig is om deze nanodeeltjes samen te stellen, is de innovatie zeer geschikt voor klinisch onderzoek en behandelingen van kankerpatiënten. De bevindingen zijn gisteren gepubliceerd in *Advanced Therapeutics*.

Chemotherapie is een behandeling die bedoeld is om uitgezaaide tumoren af te breken, maar deze methode heeft helaas veel nadelige bijwerkingen. Nanodeeltjes in de vorm van zogenaamde polymeer-micellen zijn veelbelovende, minder giftige verpakkingen om chemotherapeutische geneesmiddelen toe te dienen. Micellen zijn kleine bolletjes die stoffen in hun kern kunnen vervoeren. "Clinici vinden steeds meer toepassingen voor polymeer-micellen, meestal om chemotherapeutische medicijnen te vervoeren", legt co-auteur

van het artikel en universitair hoofddocent Applied Radiation & Isotopes Antonia Denkova uit. "Hun grootste voordeel is dat ze minder giftig voor gezond weefsel zijn, waardoor je patiënten meerdere keren kunt behandelen."

Obstakels verwijderen

Denkova, collega-onderzoeker Rienk Eelkema en promovendus Huanhuan Liu bedachten een methode van radioactief labelen, waarbij ze radioactief materiaal in de kern van micellen wisten te laden.

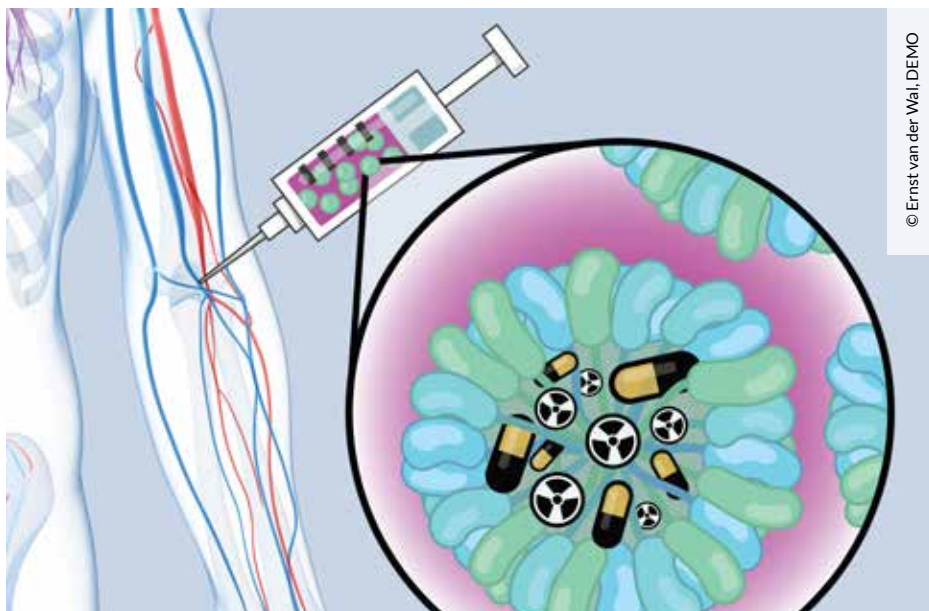
✎ *Universitair docent Antonia Denkova: "De nieuwe methode zou artsen kunnen helpen om te beoordelen of een patiënt baat kan hebben bij een chemotherapeutische behandeling met micellen."*

Behandelaars kunnen met radioactief labelen in scans volgen waar deze radioactieve deeltjes in het lichaam van een patiënt terechtkomen en hoeveel micellen de tumor opneemt. "Deze nieuwe methode maakt het mogelijk om radionucliden in micellen te gebruiken voor SPECT- of PET-scans, twee nucleaire beeldvormingstechnieken die heel veel voorkomen", zegt Denkova. "Dat zou artsen kunnen helpen om te beoordelen of een patiënt baat kan hebben bij een chemotherapeutische behandeling met micellen." Volgens Denkova en Eelkema is het belangrijkste van hun nieuwe methode dat het zo'n extreem eenvoudig proces is met maar één stap. "Het is eigenlijk alleen maar een kwestie van polymeren en radionucliden mengen, die allemaal uit commerciële bronnen verkrijgbaar

zijn”, zegt universitair hoofddocent Organische Chemie Eelkema. “Als je arts bent in een ziekenhuis, zal je nooit je eigen polymeer maken, dus de ouderwetse manier om deze deeltjes te labelen is volledig onbereikbaar voor behandelaars. De eenvoud van deze methode neemt dus de drempel weg van een langdurig en gecompliceerd productieproces, een typisch obstakel voor toepassing.”

Gecombineerde behandeling

Uit de studie blijkt dat de methode van radioactief labelen heel goed werkt met radioactief indium (^{111}In) voor beeldvorming, maar de onderzoekers toonden ook aan dat ze de micellen konden laden met therapeutische radionucliden zoals lutetium-177. Dit maakt een zogenaamde theranostische behandeling mogelijk, een combinatie van behandeling en beeldvorming die behandelaars mogelijk op verschillende tumoren kunnen toepassen. Naast klinische toepassingen is de nieuwe methode ook nuttig in medisch onderzoek, bijvoorbeeld bij de ontwikkeling



© Ernst van der Wal, DEMO

K Illustratie van een polymeer-micel die radioactieve tracers en chemotherapeutische geneesmiddelen vervoert. Vanwege het radioactieve materiaal in de micellen kunnen behandelaars volgen waar de micellen terechtkomen in het lichaam van een kankerpatiënt. (Beeld: Ernst van der Wal, DEMO)

van formuleringen voor nieuwe medicijn dragers. “Ik kan me voorstellen dat de methode van radioactief labelen heel gemakkelijk is voor iedereen die aan polymeer-micellen werkt, en er zijn nogal

wat wetenschappers die ze bestuderen”, zegt Denkova. “Bij veel doelgerichte studies wil je gewoon weten waar je deeltje terechtkomt, en deze methode kan daar echt bij helpen”, vult Eelkema aan.



© TU Delft

K Universitair hoofddocent Rienk Eelkema: “Bij veel doelgerichte studies wil je gewoon weten waar je deeltje terechtkomt, en deze methode kan daar echt bij helpen.”

Uit het onderzoek bleek ook dat de micellen het radioactieve materiaal niet verliezen en dat ze volledig stabiel zijn in het lichaam. Denkova: “Het idee was om te laten zien dat we deze methode ook in het ziekenhuis kunnen toepassen. Er zijn zoveel verschillende formuleringen te bedenken die zouden werken, niet alleen de specifieke micellen en radionucliden die wij hebben gebruikt.” Naast medisch gebruik kunnen de onderzoekers zich voor hun methode ook heel andere doeleinden voorstellen. “Anderen willen misschien verschillende nanodeeltjes van metaalhydroxiden in de micellen stoppen, in plaats van radioactief materiaal. Misschien kunnen zij de micellen dan bijvoorbeeld als katalysator gebruiken”, merkt Denkova op. **K**

TU Delft

Zweedse studenten hands-on aan de slag bij Neutronenschool RID

In de week van 9 mei was RID&RST gastheer voor een Zweedse organisatie, SwedNess, die een onderzoekopleiding in neutronenverstrooiing verzorgt. SwedNess wordt volledig gefinancierd door The Swedish Foundation for Strategic Research (SSF).

Een groep van twintig promovendi van zes Zweedse universiteiten (Lund, Uppsala, Linköping, Chalmers, KTH, Stockholm) werd geselecteerd om hun eerste praktische ervaring op te doen met neutroneninstrumentatie, experimenten en gegevensanalyse. Alle studenten konden experimenten uitvoeren op neutronen poederdiffractie, neutronen imaging en

een gepolariseerde testbundellijn, inclusief sessies voor data-analyse.

Instructie

De twee aanwezige docenten van SwedNess, Johan Cedervall en Thawatchart Chulapakorn, zorgden ervoor dat de neutronen imaging en neutronen poederdiffractie-experimenten goed

werden uitgevoerd en geanalyseerd. Het lokale team van TU Delft organiseerde de experimenten met de testbundellijn en het onderwijs (Wim Bouwman en Steven Parnell) en zorgde voor de technische ondersteuning van de experimenten (Michel Thijs en Robert Dankelman).

Hands-on karakter

De school werd door de studenten zeer gewaardeerd vanwege het hands-on karakter. Tegenwoordig is het erg moeilijk om een tijdslot te krijgen bij gebruikersfaciliteiten en daarom wordt een week 'neutronen-tijd' om verschillende technieken te leren als zeer nuttig beschouwd in een vroeg stadium van de carrière. **K**

Jeroen Plomp, hoofd instrumenten RID

➤ *Twintig promovendi van zes Zweedse universiteiten poseren met twee docenten van SwedNess voor het Reactor Instituut Delft. Het RID is samen met de afdeling Radiation, Science & Technology al meer dan 50 jaar het Nederlandse kenniscentrum voor aan straling gerelateerd onderzoek en onderwijs.*



COVRA start ontwikkeling voor bouw van het MOG

© COVRA

De Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) in Nieuwdorp (Zeeland) wil een nieuw Multifunctioneel Opslaggebouw (MOG) gaan bouwen voor de opslag van laag- en middelradioactief afval in stapelbare opslagcontainers. Alle voor de vergunningswijziging benodigde documenten zijn begin augustus bij de toezichthouder ANVS ingediend. De ANVS heeft aansluitend op 24 augustus de aanvraag voor een vergunningswijziging voor het MOG in behandeling genomen.

Om het MOG te kunnen bouwen, moet de vergunning van COVRA in het kader van de Kernenergiewet (KEW) gewijzigd worden. Een aanvulling op het veiligheidsrapport en een milieueffectrapport (MER) horen bij de nieuwe vergunningsaanvraag. Het MER zorgt ervoor dat het milieubelang volwaardig wordt meegewogen bij de besluitvorming over de vergunning. Tot en met 5 oktober 2022 lagen de aanvraag en het bijbehorende milieueffectrapport (MER) ter inzage bij de gemeente Borsele (Zeeland) en de ANVS.

Opslagcapaciteit tot 2050

Als de ANVS de vergunningaanvraag als voldoende beoordeelt, komt er een zogenoemde ontwerpvergunning. Het

beoordelingsproces duurt een aantal maanden. Als de ontwerpvergunning gereed is, wordt deze online gepubliceerd bij de ANVS. Hierop kan iedereen binnen zes weken reageren. Wanneer de inspraakperiode voorbij is, zal de ANVS alle reacties zorgvuldig bestuderen. Deze worden meegenomen bij het besluit of de vergunning kan worden afgegeven en welke voorwaarden daarin gesteld worden om mens en milieu te beschermen. De volgende stap voor COVRA is de aanvraag van een bouwvergunning bij de gemeente Borsele. Als de benodigde vergunningen zijn verkregen, kan de opdracht voor de bouw van het MOG in de markt gezet en vervolgens verstrekt worden. Daarna kan de bouw van start gaan. De oplevering

van het nieuwe opslaggebouw wordt verwacht in 2025. Het nieuwe gebouw moet voldoende opslagcapaciteit bieden tot 2050.

3 redenen voor de bouw van het MOG Andersoortig afval: COVRA verwacht structureel andersoortig laag- en middelradioactief afval te gaan ontvangen waar bij het ontwerp van de bestaande gebouwen niet vanuit is gegaan. Met het MOG beschikt COVRA in de toekomst over passende opslagcapaciteit voor het radioactief afval dat in de komende jaren zal worden aangeboden. Zo zal het nieuwe opslaggebouw geschikt zijn voor de opslag van historisch afval dat nu nog ligt opgeslagen op het terrein van medisch isotoopproducent NRG in Petten en ook voor toekomstig ontmantelingsafval. Optimalisatie voor transport en opslag: Het MOG is primair ontworpen voor opslag van radioactief afval in stapelbare opslagcontainers. Nieuwe verwerkingsmethoden: Het gebouw wordt ook geschikt gemaakt voor afval dat COVRA nu ontvangt en in de toekomst mogelijk op een andere wijze verwerkt en verpakt met het oog op eindberging. **K**

Bron: COVRA

Wat maakt kernenergie veilig?

Laten we eerst eens kijken hoe veilig verschillende energiebronnen zijn:

Sterftecijfers per eenheid geproduceerde elektriciteit (TWh)*

DODELIJKER						VEILIG		
Bruinkool	Steenkool	Olie	Biomassa	Aardgas	Waterkracht	Windenergie	Kernenergie	Zonenergie
32.7 doden	24.6 doden	18.4 doden	4.6 doden	2.8 doden	1.3 doden	0.04 doden	0.03 doden	0.02 doden

Bron: Markandya & Wilkinson (2007); Sovacool et al. (2016); UNSCEAR (2008 & 2018)

*1 TWh is het gemiddelde elektriciteitsverbruik van 4.255 mensen gedurende hun leven, uitgaande van het huidige verbruiksniveau en een levensverwachting van 72,6 jaar.

Het ongeluk bij Fukushima Daiichi was zeer ernstig. Maar onderzoek van UNSCEAR heeft uitgewezen dat niemand is overleden door de blootstelling aan straling.

De kerncentrales die thans in bedrijf zijn, zijn veiliger geworden dankzij de toepassing van:

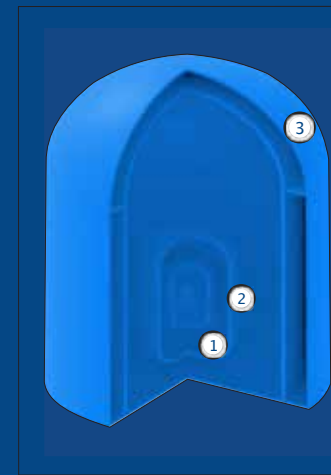
defence in depth

Maar... wat betekent dat?



Defence in depth er meerdere onafhankelijke barrières tussen een stralingsbron en de bevolking en het milieu. Met andere woorden: één enkele barrière is niet genoeg.

Kijk hoe het werkt



Fysieke barrières

- 1 Eerste barrière
- 2 Tweede barrière
- 3 Derde barrière

Conceptuele barrières

- Niveau 1: Reactor
- Niveau 2: Reactor
- Niveau 3: Reactor
- Niveau 4: Reactor
- Niveau 5: Reactor

En laten we nu kijken hoe de drie belangrijkste functies werken: Cooling, Control en Containment.

CCC

Koelen

Koelsystemen voeren warmte af van de reactorkern.

Regeling

Reactiviteitscontrole, bijvoorbeeld regelstaven worden in de reactor gelaten om de kettingreactie af te remmen of geheel te stoppen.

Insluiting

Verschillende lagen van insluiting. Zoals metersdikke bouwmuren voorkomen het vrijkomen van radioactieve stoffen in het milieu.

Koelen

of Verdediging in de diepte betekent dat afhankelijk en redundante barrières zijn de afwezigheid van een bron en de buitenwereld, zodat de omgeving beschermd zijn, zelfs als een of barrières falen.
 Het is belangrijk om te bedenken: er wordt niet uitsluitend vertrouwd op één barrière, hoe robuust ook.

hoe het werkt!

De barrières

- Barrière: Spleetmatrix en -bekleding;
- Barrière: Grens van het reactorkoel-systeem;
- Barrière: Insluitingsgebouw.

Doelstelling

- Voorkomen van (ver)storingen;
- Beheersen van (ver)storingen;
- Maatregelen om ernstige schade aan de reactorkern te voorkomen;
- Maatregelen om bij ernstige schade aan de reactorkern een lozing van radioactieve stoffen te voorkomen;
- (Overheids)maatregelen om de bevolking te beschermen bij een lozing van radioactieve stoffen.

Deze systemen presteren: is samengevat door de 3 C's: Control, Culture en Containment



Veiligheid is het resultaat van een continu verbeteringsproces op basis van opgedane ervaring, ook uit ongevallen.

Een sterke veiligheidscultuur is de kern van nucleaire veiligheid



De kernwaarden en het gedrag die het resultaat zijn van een collectieve betrokkenheid van leiders en individuen benadrukken dat veiligheid boven concurrerende doelstellingen gaat, om de bescherming van mens en milieu te waarborgen.



Een onderzoekende houding



Een strikte en voorzichtige aanpak



Open communicatie

Een sterke veiligheidscultuur beïnvloedt de structuur en stijl van een organisatie, en de houding, werkwijze en betrokkenheid van medewerkers op alle niveaus in de organisatie.

De IAEA stelt veiligheidsnormen op die autoriteiten en exploitanten wereldwijd als leidraad dienen.



Nu weet je wat kernenergie veilig maakt!



Wendelstein 7-X op de rand van nieuwe topprestaties

De Wendelstein 7-X (W7-X) stellarator, de experimentele kernfusiereactor van het Max Planck Instituut voor Plasmafysica (IPP) in Greifswald (D) is onlangs aanzienlijk verbeterd. Met 6,8 kilometer koelbuizen en een verdubbeling van het verwarmingsvermogen moet de fusiefaciliteit binnen enkele jaren plasmaoperaties tot 30 minuten mogelijk maken. Dit najaar zal het IPP de wetenschappelijke experimenten hervatten.

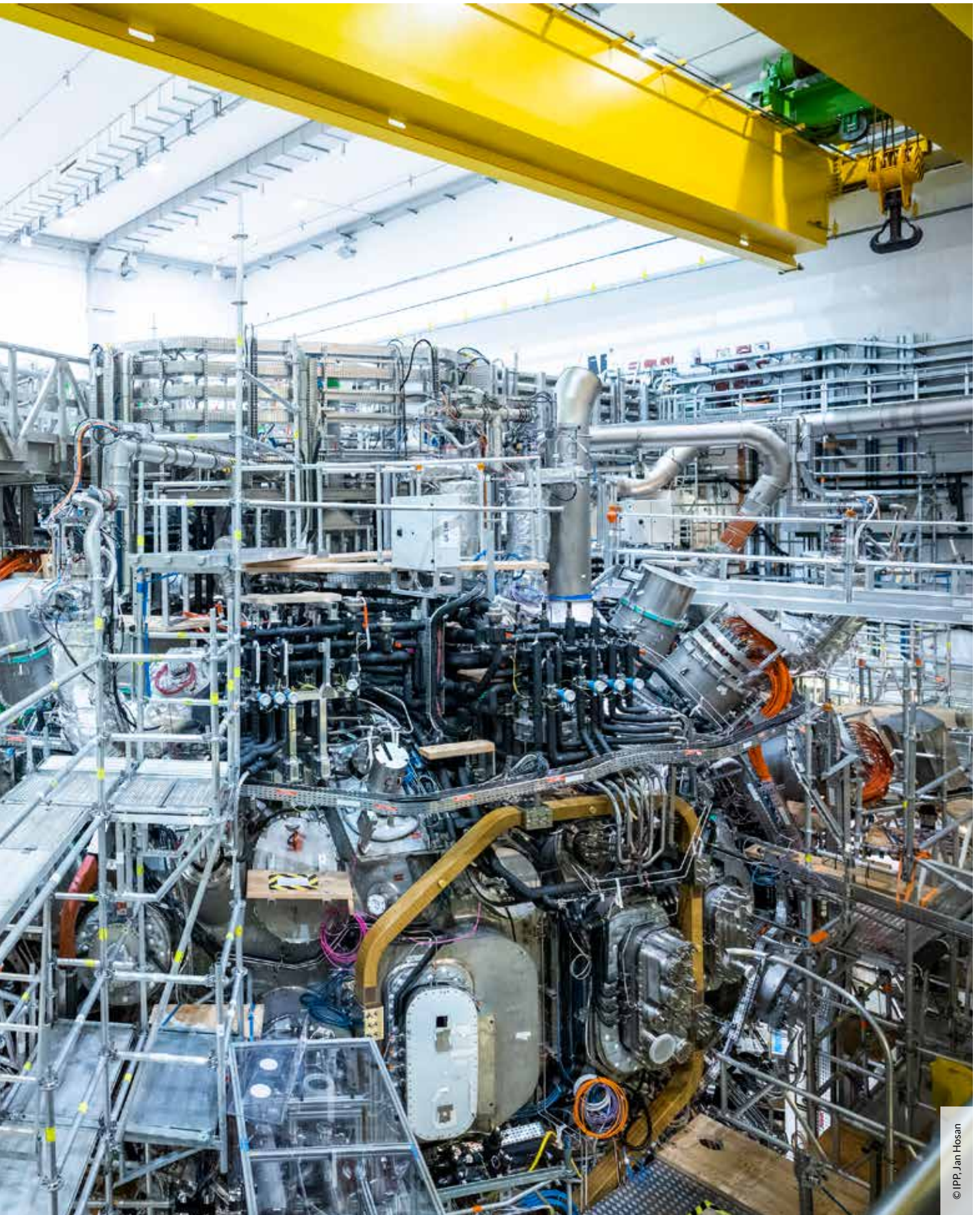
De magnetische kooi van Wendelstein 7-X wordt gevormd door een ring van 50 grote supergeleidende magnetische spoelen. Met W7-X moet de kwaliteit van de plasmaopsluiting in een stellarator voor het eerst het niveau van concurrerende systemen van het tokamak-type bereiken. Voor beide reactorontwerpen geldt dat het zeer hete plasma, opgesloten door magnetische velden, contactloos in een vacuümkamer zweeft. Het plasma wordt bij beide reactorvormen in een 'donutvorm' in een twist gebracht. In de tokamak ontstaat die twist in het magneetveld door het plasma zelf, terwijl bij een stellarator de twist in de opbouw van de donut zit met een complexe combinatie van een groot aantal magneten.

De grote verbetering in de W7-X zijn de nieuwe watergekoelde divertors die de sleutel vormen tot betere prestaties. Divertors zijn een soort uitlaten die warmte, overbodige reactieproducten en verontreinigingen afvoeren. Dankzij de 120 nieuwe divertormodules kan W7-X nu bij aanzienlijk hogere plasma-energieën werken. Voor de divertors en andere componenten is in totaal 6,8 kilometer aan koelpijpen nodig die onderdeel uitmaken van de 657 onafhankelijke koelcircuits die de warmte in W7-X afvoeren.

Vanaf de herfst zal een internationaal team van wetenschappers de W7-X opnieuw naar grote prestatiehoogten stuwen. "Met de verbeterde apparatuur willen we over een paar jaar krachtige plasma's met een energieomzet tot 18 gigajoule een half uur lang stabiel kunnen houden", legt professor Dr. Thomas Klinger, hoofd van de afdeling Stellarator Transport and Stability, IPP, Greifswald uit. Alleen al voor de komende experimentele campagne, die naar verwachting zal duren tot eind maart 2023, zijn honderden experimentele voorstellen ingediend door onderzoekers van het IPP, talrijke internationale instituten en universiteiten uit de EU, de VS en Japan. **K**

Bron: IPP





© IPP, Jan Hosan

Kabinet steunt bouw PALLAS-reactor



Minister Kuipers van Volksgezondheid, Welzijn en Sport heeft onlangs bekend gemaakt dat er de komende jaren geld is gereserveerd voor de bouw van de PALLAS-reactor in Petten. Dit is goed nieuws voor de voorzieningszekerheid van medische isotopen, nucleair-technologisch onderzoek en instandhouding van de nucleaire kennisinfrastructuur. Het ministerie reserveert voor het project dit jaar 30 miljoen euro en vanaf volgend jaar 129 miljoen euro per jaar.

kent minder schadelijke bijwerkingen, is effectiever en minder belastend voor de patiënt.

Kernenergie in de duurzame energiemix

De nieuwe PALLAS-reactor is ook nodig voor nucleair-technologisch onderzoek en instandhouding van de nucleaire kennisinfrastructuur. NRG|PALLAS is gespecialiseerd in kennis op het gebied van stralingsbescherming, nucleaire veiligheid, radioactief afval en energietechnologie. Zo wordt in Petten onderzoek gedaan naar thorium en de ontwikkelingen rond kleinere reactoren (SMR's). Die kennis is nodig om in de toekomst de opties te kunnen beoordelen die er zijn rond de energietransitie, als het gaat om de rol van kernenergie in de duurzame energiemix. De financiële reserveringen die het kabinet nu heeft vastgelegd voor de komende jaren zijn een enorme impuls voor de nucleaire geneeskunde, kennis en innovatie en voor Nederland. Over de resterende investeringskosten zal het kabinet naar verwachting in het voorjaar van 2023 een definitief besluit nemen. **K**

Bertholt Leeftink, CEO NRG|PALLAS: "Dit is een prachtige stap. De nieuwe reactor is in het belang van de voorzieningszekerheid van medische isotopen voor patiënten wereldwijd en van belang voor het behoud van de Nederlandse nucleaire kennisinfrastructuur. Nederland heeft een uitermate sterke positie op de wereldmarkt voor medische isotopen en nucleair technologisch onderzoek. Met de komst van PALLAS zijn wij in staat deze positie te behouden en uit te bouwen en garanderen wij het behoud van de hoogwaardige kennis en werkgelegenheid in de kop van Noord-Holland." Peter Dijk, programmadirecteur PALLAS: "Wij zijn zeer verheugd met het nieuws van vandaag. Het PALLAS-team heeft de afgelopen jaren hard gewerkt

aan de voorbereiding voor de bouw van de PALLAS-reactor. Met dit besluit kunnen we verder met de voorbereidende werkzaamheden voor de uiteindelijke realisatie van de nieuwbouw."

Nieuwe therapieën

Het gebruik van nucleaire medicijnen is sterk in opkomst, met name voor nieuwe therapieën. Jaarlijks vinden in Europa ongeveer 200.000 patiëntbehandelingen plaats met therapeutische isotopen. Dit aantal zal naar verwachting jaarlijks met acht procent toenemen. Gericht en gepersonaliseerde therapieën zijn zeer veelbelovend omdat ze veel preciezer kunnen worden ingezet dan traditionele behandelingen. Zo'n innovatieve aanpak



September

September is de maand waarop het gewone leven weer opstart, na de zomervakanties. Mensen gaan weer naar hun werk, de scholen beginnen weer, er worden weer rapporten naar de Tweede Kamer gestuurd en de politiek presenteert de plannen voor het komende jaar.

Wat de levering van energie betreft was er niet veel om vrolijk over te worden. De gascrisis denderd maar voort, en de prijzen van aardgas stijgen tot grote hoogten. En zo ook de prijs van elektriciteit, want er wordt veel elektriciteit opgewekt in gascentrales.

En de winter komt er aan. Gelukkig zitten onze opslagen comfortabel vol, dankzij grote sommen geld die ons kabinet beschikbaar heeft gesteld. Het opblazen van de Nordstream 1 leiding uit Rusland heeft recent de zaken nog weer verder op scherp gezet.

Ik zou denken dat onze buurlanden gillend hun best zouden doen om hun kerncentrales langer open te laten, om het energietekort zo veel mogelijk te beperken. Maar in Duitsland kiest men er eerder voor om plekken voor te bereiden waar ouderen en armen zich kunnen opwarmen, en in België zorgt men voor ... ja, voor wat eigenlijk?

En wij hoorden onze koning zeggen: "Het kabinet richt zich op een snelle verduurzaming van de industrie, op meer windenergie en groene waterstof, en op een nieuwe rol voor kernenergie." Het woord kernenergie was niet meer in de Troonrede genoemd sinds de rede die koningin Beatrix in 1986 uitsprak.

En september was de maand waarin kernenergie vaker over de tong ging en in het nieuws verscheen. De Tweede Kamer maande de minister voor Klimaat en Energie om haast te maken met het bouwen van nieuwe kernenergie in Nederland. Voor deze winter komt wat we ook in gang zetten te laat, maar laten we aan een fossiel- en Rusland-onafhankelijke toekomst bouwen.

En dat het een verstandig idee is om als Nederland naast zon en wind ook op kernenergie in te zetten is een conclusie uit een rapport van eRisk en Witteveen+Bos, dat diezelfde minister op 27 september naar de Kamer stuurde.

Daar voeg ik nog aan toe de lancering van de Nederlandse startup Thorizon, die een veelbelovend concept voor een kleine reactor in de markt wil zetten en een "Real Transition" bijeenkomst in Amsterdam, die de trom roerde voor kleine modulaire reactoren (SMR). En dan concludeer ik dat kernenergie als thema begint te borrelen en bruisen in ons land.

Het is nu aan de politiek om de versnelling in te zetten, en te zorgen dat we zo snel mogelijk uit de energiecrisis raken door snel meer productie van warmte en elektriciteit in ons land te realiseren, door ambtelijke obstakels zo veel mogelijk weg te nemen. **K**

Lars Roobol

Lars Roobol (1966) is stralingsdeskundige, natuurkundige en wiskundige. Na zijn promotie in Leiden en een postdoc-periode in Bayreuth en Londen, heeft hij als cyclotronspecialist gewerkt bij het Kernfysisch versneller instituut in Groningen, als manager bij de Hot Cell Laboratories en de Waste Storage Facility in Petten, en als stralingsdeskundige op het AmsterdamUMC, locatie AMC. Sinds 2011 werkt hij als afdelingshoofd bij het RIVM. Deze column is op persoonlijke titel geschreven.



Tabloo: stap in de wereld van radioactiviteit

Hoe praat je met mensen over radioactief afval? Hoe leg je uit wat radioactiviteit is en hoe betrek je publiek bij de keuze voor een eindberging? In het Belgische Dessel worden deze vragen beantwoord. Hier opende dit jaar het interactieve bezoekers- en informatiecentrum Tabloo, een initiatief van NIRAS (Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen) samen met burgerplatformen uit de gemeenten Dessel en Mol. Op ontdekkingsreis in de wereld van radioactiviteit.

Tabloo is ontstaan uit een bijzonder participatietraject wat zijn oorsprong vindt bij een overheidsbesluit in 1998. Toen besliste de Belgische regering dat het onderzoek naar een geschikte bergingslocatie voor laag- en middelactief kortlevend afval via een participatietraject moest gebeuren. Om de lokale bevolking van potentieel geïnteresseerde gemeenten Dessel en Mol te betrekken werden twee partnerschappen opgericht om de inwoners te vertegenwoordigen: STOLA/STORA uit Dessel (Studie- en

Overleggroep Radioactief Afval) en MONA uit Mol (Mols Overleg Nucleair Afval). Samen werd bekeken in hoeverre het technisch haalbaar en maatschappelijk aanvaardbaar was om een berging te realiseren in hun gemeente. Zowel Dessel als Mol spraken zich na vijf jaar onderzoek positief uit en bepaalden hun voorwaarden. In 2006 koos de overheid voor een bergingsinstallatie in Dessel onder voorwaarde dat de maatschappelijke eisen van beide partnerschappen in acht zouden worden genomen. Een

daarvan was de oprichting van wat toen nog een communicatiecentrum heette en uiteindelijk zou uitmonden in het bezoekers- en ontmoetingscentrum Tabloo.

Levende herinnering

Wie binnenkomt via de centrale entree staat meteen in het hart van het centrum en kan kiezen uit verschillende bestemmingen. In de Expoo staan tientallen interactieve opstellingen over radioactiviteit, nucleaire technologie en onderzoek. Maar er is onder andere ook een café genaamd Bistroot, het panoramadakterras Panoo en een Turismoo met informatie over de omgeving. De dubbel o is een speelse verwijzing naar de naam van het bezoekerscentrum. "Tabloo is Esperanto voor het woord tafel", aldus Sigrid Eeckhout, coördinator van de communicatiedienst en woordvoerder van NIRAS. "Het is gebouwd in de vorm van een vijftien meter hoge betonnen tafel met daaronder verschillende ruimtes in houtskeletbouw. Deze kunnen later worden gewijzigd als dat nodig is. De

tafel symboliseert het gesprek dat we als NIRAS aangaan over het thema radioactief afval.” De betonnen tafel zal honderden jaren lang een herkenningspunt blijven in het landschap en vormt daarmee een levende herinnering aan de nabijgelegen oppervlaktebergingsinstallatie als een ‘lieu de mémoire’.

Interactieve opstellingen

De bezoeker wordt bij binnenkomst direct uitgenodigd om op onderzoek te gaan als ‘tijdsziener’. Een audiogids leidt de mensen door de tentoonstelling waar veertig opstellingen zijn gegroepeerd in vier onderdelen: radioactiviteit als fenomeen, het beheer van radioactief afval, mens en tijd en onderzoek naar nucleaire toepassingen van morgen. Er is op een indrukwekkende manier gebruik gemaakt van techniek waardoor de rondgang een ware ontdekkingsreis wordt. De banken vibreren bij de oerknal van de Big Bang, miniatuurhologrammen laten de geschiedenis leven en een lift



© Tabloo

➤ *Tabloo is Esperanto voor het woord tafel. Het gebouw heeft de vorm van een vijftien meter hoge betonnen tafel met daaronder verschillende ruimtes in houtskeletbouw. De tafel symboliseert het gesprek dat NIRAS aangaat over het thema radioactief afval.*

brengt je naar het 225 meter diep gelegen onderzoekslaboratorium HADES. Bijna alle opstellingen kunnen door de bezoekers zelf worden bediend en je kan met gemak uren doorbrengen in de ruimtes. “We waarschuwen de mensen altijd dat er veel opstellingen zijn zodat ze geen tijd tekortkomen”, aldus Eeckhout. “We hebben

ook een speciaal kindercours voor onze jongere bezoekers.” Het informatiecentrum biedt ook workshops over radioactiviteit. Scholen nemen deze op in hun curriculum en een team van gidsen begeleidt de workshops.

Co-creatie met bevolking

“Dit centrum is echt een co-creatie geweest met de plaatselijke bevolking”, vertelt ➤

➤ *Er is een speciaal kindercours voor jongere bezoekers. Het informatiecentrum geeft ook workshops over radioactiviteit. Scholen nemen deze op in hun curriculum en een team van gidsen begeleidt de workshops.*



© Tabloo



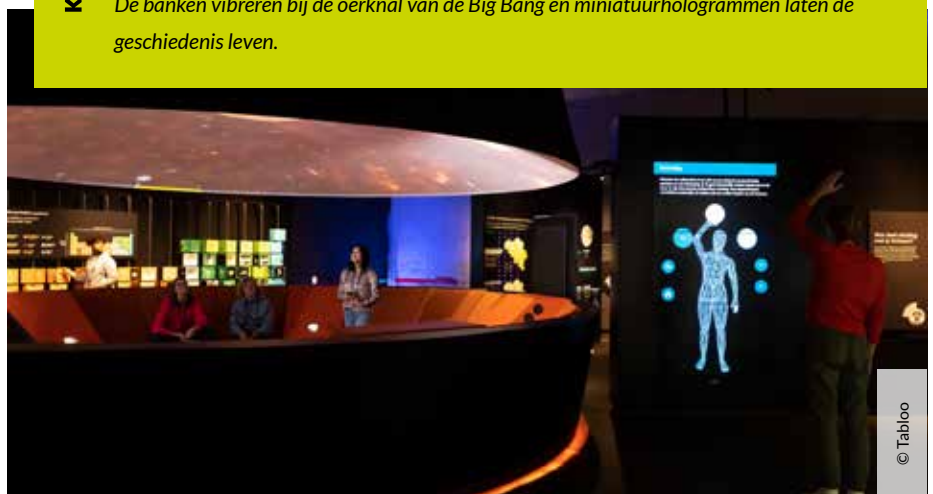
➤ *Er is op een indrukwekkende manier gebruik gemaakt van techniek waardoor de rondgang een ware ontdekkingsreis wordt.*

Eeckhout. “Er zijn in totaal zeventien werkgroepen gevormd waarin mensen konden meepraten over de invulling van het informatiecentrum. Hieruit kwam naar voren dat ze een informatiecentrum wilden dat ook een ontmoetingsplek zou zijn.” Het betonnen gebouw is daarom multifunctioneel geworden met een theaterzaal, tentoonstellingsruimte en diverse veelzijdig inzetbare ruimtes. Op deze manier fungeert Tabloo als een ontmoetingsplaats waar niet alleen omwonenden activiteiten organiseren die het gemeenschapsleven versterken maar waar ook landelijke festiviteiten plaatsvinden. Zo werd er afgelopen vakantie een danskamp gehouden in het gebouw en was in juni een deel van de evenementenweide het decor voor het VIP-gedeelte van de Metal Meeting

Graspop waar ook Alice Cooper en Megadeth optraden. Gezien vanaf het dakterras ligt de weide er nu rustig bij. Borden geven aan waar de wandelroutes

beginnen. Eeckhout: “We hebben wandelingen voor verschillende afstanden.” De bergingswandeling voert je langs de plaats van de toekomstige bovengrondse installatie voor radioactief afval. Onderweg leren informatieborden je meer over de

➤ *De banken vibreren bij de oerknal van de Big Bang en miniatuurhologrammen laten de geschiedenis leven.*



Koning Boudewijnstichting

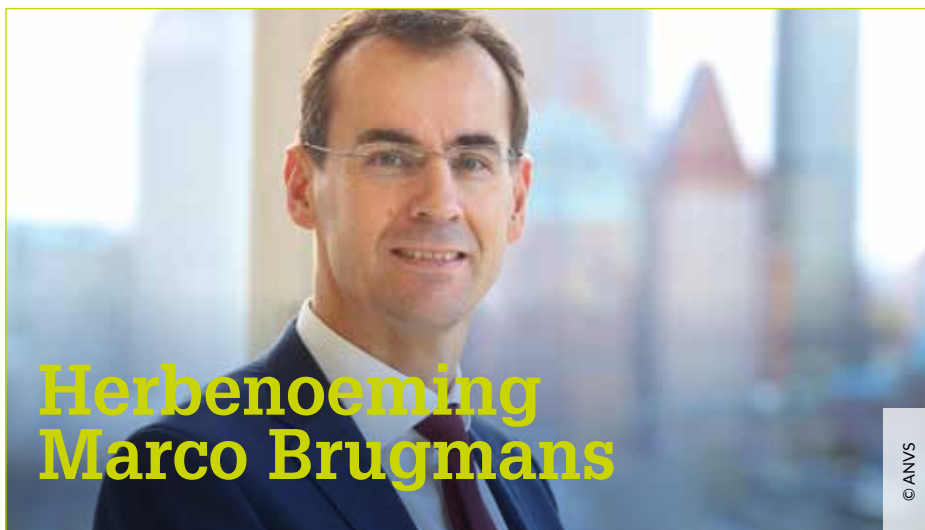
In België start in 2023 een Nationale Dialoog over radioactief afval, op voorwaarde dat het koninklijke besluit over het principe van een ondergrondse berging bekrachtigd wordt. De dialoog zal achttien maanden duren en wordt georganiseerd en begeleid door de Koning Boudewijnstichting. Deze stichting maakt zich al veertig jaar hard voor een betere samenleving door dialogen en samenwerkingen te realiseren. Eerder werkten ze al met verschillende participatiemethoden voor diverse programma's met burgerbetrokkenheid. De stichting heeft ook ervaring met het betrekken van burgers bij de besluitvorming over technische en wetenschappelijke vraagstukken met sterke ethische en maatschappelijke connotaties. Het debat zal rusten op drie pijlers: begrip bij het publiek, participatie van het publiek en aanvaarding door het publiek.

nucleaire installaties die je passeert en over de plaatselijke natuur. “Daar zijn de huidige opslaggebouwen van Belgoprocess, een dochteronderneming van NIRAS”, wijst Eeckhout. “Het afval kan daar nog tientallen jaren veilig liggen maar er moet wel een oplossing komen voor de lange termijn. Om de volgende generaties zo weinig mogelijk te belasten, is een definitieve berging van het afval noodzakelijk.

NIRAS

NIRAS is sinds 1980 verantwoordelijk is voor het veilige beheer van radioactief afval in België. Een deel van dit radioactieve afval is laag- en middelactief kortlevend afval. Dat type afval ontstaat onder andere in kerncentrales, in ziekenhuizen, in onderzoeksinstellingen en bij de ontmanteling van buiten dienst gestelde nucleaire installaties. Laag- en middelactief afval heeft na driehonderd jaar het grootste deel van zijn radioactiviteit verloren en kan dus worden opgeborgen in een oppervlaktebergingsinstallatie. “We zijn het verplicht aan de volgende generaties om het afval veilig te bergen. Dat is een ethische verantwoordelijkheid. We moeten ze de mogelijkheid geven in de toekomst ook nog keuzes te hebben”, legt Eeckhout uit. “We zijn daarom ook met de burgers aan het kijken hoe we de berging het beste kunnen markeren zodat over honderd jaar ook duidelijk is dat er radioactief afval ligt.” De nucleaire vergunning voor de bouw van de oppervlaktebergingsinstallatie is aangevraagd en de planning is om in 2024 te starten met de bouw en in 2027 het eerste afval te ontvangen. Maar ook voor die tijd is Tablo het bezoeken zeker waard. De prachtige interactieve opstellingen zijn een aanrader voor jong en oud die geïnteresseerd is in techniek en wetenschap in het algemeen en nucleaire technologie en radioactiviteit in het bijzonder. **K**

Ellen Jelgersma



Herbenoeming Marco Brugmans

Marco Brugmans, bestuurslid van de ANVS en plaatsvervangend bestuursvoorzitter, is door staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat, Vivianne Heijnen, herbenoemd voor een termijn van 5 jaar, tot 2027.

Ruim een half jaar na de start van de ANVS als organisatie, in 2015, is Marco Brugmans benoemd als bestuurslid van de ANVS. Samen met toenmalig voorzitter Jan van de Heuvel, vormde hij het tweehoofdig bestuur. Van den Heuvel werd in 2020 opgevolgd door voorzitter Annemiek van Bolhuis. Binnen het bestuur is Brugmans verantwoordelijk voor de vergunningen die de ANVS verleent en Van Bolhuis voor het toezicht.

ANVS-voorzitter Annemiek van Bolhuis: “Met alle ontwikkelingen, zoals de voornemens van het kabinet voor twee nieuwe kerncentrales in ons land, ben ik extra verheugd dat Marco Brugmans voor een tweede termijn aanblijft als bestuurder. Met zijn jarenlange ervaring en kennis op het gebied van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming, dragen we zo ook zorg voor continuïteit, die gezien alle ontwikkelingen, nog belangrijker is geworden. En ik weet dat ik namens alle ANVS-collega's spreek, als ik zeg dat we uitkijken

naar de samenwerking met Marco voor de komende periode.” Marco Brugmans: “Ik zet me onverminderd graag en met volle overtuiging in voor de taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden van de ANVS. Onze jonge organisatie ontwikkelt zich verder door. En met de ontwikkelingen in de productie van medische isotopen en in kernenergie, is (voorbereiden op) vergunningverlening door de ANVS er alleen maar boeiender op geworden.”

Het (her)benoemen van de bestuursleden van de ANVS is een verantwoordelijkheid van de staatssecretaris van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW). Onderdeel van het benoemingenbeleid van IenW is ook een evaluatie van de eerdere benoemingsperiode. Een bestuurder kan voor maximaal twee termijnen benoemd worden. **K**

Bron: ANVS

Waarom we niet bang hoeven te zijn voor kernenergie

Marco Visscher



Een nieuw boek over kernenergie. Na jaren van boekrecensies over dit onderwerp roept dat toch even de vraag op: is er nog iets nieuws te vertellen over kernenergie? De techniek is al in vele boeken op vele manieren uitgelegd, al dan niet met de intentie om de lezer te overtuigen van de voordelen. Maar Marco Visscher heeft een compleet andere, verfrissende aanpak. Hij beschrijft het effect van een nieuwe technologie op de maatschappij. Beeldvorming, de twijfelachtige rol van de media, de zwijgende industrie en de invloed van zelfbenoemde experts komen allemaal aan bod. Het maakt 'Waarom we niet bang hoeven te zijn voor kernenergie' een onderhoudend en leerzaam boek.

Waarom we
niet bang
hoeven te
zijn voor
kernenergie
De emoties
& de feiten

Marco Visscher

HOZDAM

Visscher laat in zijn boek zien dat 'de bom' al vanaf het begin de discussie over een energievoorziening vergiftigt. Atoms for Peace leidde dan wel tot een bloei van kerncentrales, het werd overschaduwd door de woekering van kernwapens. Het idee dat bij velen leeft is dan ook dat een kerncentrale een soort verpakte bom is, die bij een ongeluk op eenzelfde wijze kan ontploffen. Dat kan dus niet en Visscher laat dan ook zien dat het aantal slachtoffers van nucleaire incidenten in het niet valt bij de duizenden doden zoals bij bijvoorbeeld Bhopal in India. Daar resulteerde een gaslek in een insecticidenfabriek van Union

Carbide tot zo'n vierduizend doden. Toch volgde er geen mondiale insecticiden-Ausstieg. Er zijn meer voorbeelden te bedenken. Toen de Banqiao-dam in China het in 1975 begaf lieten naar schatting 175.000 mensen het leven. Wederom niet gevolgd door een waterkracht-Ausstieg.

Hang naar sensatie

Er is dus iets anders aan de hand. "Waar ontkenners van de veiligheid van vaccins kunnen rekenen op brede afkeuring ... kan een ongefundeerde overdrijving van de gevolgen van Tsjernobyl opvallend vaak rekenen op waardering". Met een hang naar

sensatie lijkt het of mensen gevoeliger zijn voor al dan niet ingebeelde rampscenario's. In de roman *Bij de duivel te gast* van Günther Schwab uit 1958 schetst de voormalig Nazi en SA-man een duivelsgenootschap dat de Opperduivel bijpraat over een poging de mensheid uit te roeien met 'atoomgif'. Het boek werd door *Trouw* in 1975 aangeprezen als een 'standaardwerk op het gebied van milieubescherming'. Verzinsels en mythes in films als *The China Syndrome* en in de Netflix-serie *Chernobyl* worden volgens Visscher snel in het collectief bewustzijn opgenomen. "Ze gaan er alleen niet makkelijk uit." Hij laat zien hoe de aandacht

(vaak doelbewust) wordt verplaatst van anti-bom naar anti-kernenergie en er een hardnekkige tweedeling ontstaat tussen voor- en tegenstanders. “Beide kampen deden alsof zij kennis hadden en de ander ideologie.” Er ontstaat een kloof tussen de wetenschappelijke wereld en de literaire intellectuelen die steeds meer invloed op de politiek kregen. De technologische vooruitgang getuigde van een ‘gewelddadige houding ten opzichte van het werk van God’, aldus de econoom E.F. Schumacher die twijfelde aan het nut van economische groei. Greta Thunberg is niet zozeer tegen kernenergie, maar heeft vooral kritiek op de huidige manier van leven. “Energie, de motor van alle materiële voorspoed, kreeg een kwalijke klank. En een kerncentrale – die bron van onmetelijk veel energie – paste op geen enkele manier bij een samenleving die zocht naar eenvoud.”

Bij de duivel te gast

Visscher schenkt ook aandacht aan de Nederlandse situatie. Hij beschrijft de invloed van Jannie Möller, onderwijzeres en ‘de moeder van de antikernenergiebeweging’. Ook zij leest *Bij de duivel te gast* en komt in contact met Wim Turkenburg. In 1972 komen ze tot de conclusie dat kernenergie te veel vragen oproept en dat daarom een forse uitbreiding van ‘fossielgestookte centrale capaciteit’ beter is want dat zal ‘het nationaal welzijn zeer ten goede komen’. Terugkijkend niet alleen een onjuiste maar ook een gevaarlijke denkwijze. Wat Visscher naar voren brengt is dan ook de voorzichtige vraag of we de huidige problemen mede te danken hebben aan de milieubeweging die fossiel omarmt om de onberekenbare wind- en zonne-energie te ondersteunen. Wind en zon vóór alles. Door al het schakelen vanwege de grillige energieproductie van wind en zon wordt de energievoorziening duurder. “Zijn zonnepanelen en windmolens een goedkope manier om energie duur te maken, dan is een kerncentrale een dure

manier op energie goedkoop te maken.” Waarom moeten wind en zon prioriteit krijgen? Wat is ons doel? Moeten we de klimaatverandering stoppen of de maximale uitrol van hernieuwbare energie realiseren?

ALARA

Tegenstanders van kernenergie cultiveren doodsangst. De angst leidt ertoe dat kernenergie wordt afgewezen zelfs als het de oplossing biedt voor het grotere probleem van klimaatverandering. Visscher legt een deel van de schuld ook bij de industrie zelf en dan met name bij de informatievoorziening. Journalisten gaan vaak op de loop met de feitelijke informatie die ze krijgen. “Het leidt tot een merkwaardige cyclus: eerste zaaien journalisten paniek, daarna maken ze van de paniek zelf nieuws.” Het NOS-journaal had tijdens de eerste dagen na de tsunami bij Fukushima Tim van der Hagen (destijds directeur van het Reactor Instituut Delft) uitgenodigd. Wim Turkenburg vertelde op het NOS-journaal dat hij de samenvatting van Van der Hagen te geruststellend vond. ‘Langs andere kanalen kwamen heel andere berichten.’ Dit paste precies in het straatje van de NOS-redacteurs en zo zat de volgende dag Wim Turkenburg weer in de studio.

Visscher doet niet alsof de bom op Hiroshima of het ongeluk bij Tsjernobyl geen rampen waren. Hij schroomt niet te beschrijven wat acute stralingsziekte met een mens doet. Maar met betrekking tot straling gaat hij ook uitgebreid in op de totstandkoming en gevolgen van ALARA (as low as reasonably achievable), de standaard voor stralingsbescherming en plaatst er zijn kanttekeningen bij. Een industrie die ALARA omarmt wekt de indruk dat er altijd iets mis is en schiet zichzelf daarbij in de voet. Ook laat hij zien dat het LNT-model (linear no-threshold), dat berust op het idee dat er geen veilige ondergrens is, leidt tot bizarre rekenkunde. Het leidt ook tot een handel in angst waar de nucleaire industrie op deze manier zelf aan bijdraagt.

Golf van innovatie

Na tientallen jaren van stilstand trekt nu een golf van innovatie door de nucleaire industrie. Visscher heeft hier enkele praktische adviezen paraat. Thorium is een van de vele opties, maar om technische discussies te voorkomen is een remedie voorhanden: bouw kerncentrales die zich hebben bewezen. Berg het kleine beetje afval niet al te ver op. Het kan toekomstige generaties van pas komen. Kernenergie komt niet ‘te laat’ zoals vaak wordt aangevoerd. Het kwam te vroeg. Als er nu iemand zou komen met een techniek die op een veilige manier ontzettend veel energie kan produceren, zonder luchtvervuiling, zonder uitstoot van CO₂, met slechts een klein beetje afval, dat goed gescheiden blijft van de natuur... Dan zouden we daar toch onmiddellijk mee aan de slag gaan? Waarom we niet bang hoeven te zijn voor kernenergie leest als een trein. Het is als opiniërend boek met uitgebreide bronnenvermelding uniek in zijn aanpak door niet blind voor een kant van de discussie te kiezen, maar geeft een goed idee hoe een baanbrekende technologie misschien wel te vroeg werd ontdekt en we nu pas echt kunnen beseffen wat de waarde ervan is.

Marco Visscher is auteur van *De Energietransitie: Naar een fossielvrije toekomst, maar hoe?* en coauteur van *Ecomodernisme: Het nieuwe denken over groen en groei*. **K**

Menno Jelgersma

Overzicht

Titel: **Waarom we niet bang hoeven te zijn voor kernenergie. De emoties & de feiten.**

Auteur: **Marco Visscher**

Uitgeverij: **Nieuw Amsterdam**

288 pagina's

E-book: **9789046828670 – € 7,99**

Paperback: **9789046828663 – € 22,99**



KIVI/NNS organiseert op 28 oktober 2022 te Utrecht het symposium:

“Nieuwe kernenergie Wat is ervoor nodig?”

Het kabinet heeft aangekondigd de bouw van twee kerncentrales na het jaar 2030 voor te bereiden. Om dit plan te realiseren zijn er nog veel voorbereidende stappen nodig. De afdeling Nucleaire Technologie van het KIVI in samenwerking met de Nederlandse Nucleaire Sociëteit (NNS) een symposium met als thema “Nieuwe kernenergie Wat is ervoor nodig?”

Het betreft een symposium van een hele dag, met een lunch en borrel na afloop.

Het definitieve programma is te vinden op de website van KIVI: kivi.nl

Plaats: Vergadercentrum Vredenburg,
Vredenburg 19, 3511 BB Utrecht
Datum: 28 oktober 2022
Tijd: 10:00 - 17:00
Voertaal: Engels
Toegang: 25 euro, 10 euro voor KIVI, NNS,
Kernvisie.

Organisation

NNS/KIVI Kerntechniek.

Het voorlopige programma ziet er als volgt uit:

Programma

- 09:30 **Ontvangst**
- 10:00 **Opening ochtendprogramma**
- 10:10 **1. Programma ontwerp nieuwe kernenergie in NL (Rüdiger König independent consultant)**
- 10:50 **Koffie**
- 11:10 **2. Waarom Kernenergie in de NL-energie mix? (TNO)**
- 11:50 **3. Competenties, training/skills/kwalificatie**
- 12:30 **Lunch**
- 13:30 **Opening middagprogramma**
- 13:40 **4. Supply chain, engineering support, TSO's (Nuclear2021)**
- 14:20 **5. Vergunning/regelgeving/toezicht (ANVS)**
- 15:00 **Koffie/thee/fris**
- 15:20 **6. Planburo kernenergie (EZ)**
- 16:00 **7. Paneldiscussie**
- 16:45 **Afsluiting**
- 17:00 **Borrel**



Aanmelden via:

<https://www.kivi.nl/afdelingen/kerntechniek/activiteiten/activiteit/nieuwe-kernenergie-wat-is-er-voor-nodig>

