



**KERNVISIE
MAGAZINE**

**NRG PALLAS
organiseert derde NIC**

**Massascheiding
voor innovatieve
kankertherapie**

**Bouwen aan de nucleaire
kennis van morgen**

1
**Februari
2026**

**UITGAVE VAN
STICHTING KERNVISIE**

**Van de grote vaart
naar het roer van
de kerncentrale**



KernVisie Magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

Jaargang 21
Nummer 1
Februari 2026
KernVisie Magazine
verschijnt tweemaandelijks
Oplage 2.200 ex

Ontwerp & Grafische realisatie
StudioHusken.nl, Heiloo

Bestuur Stichting KernVisie

Dr. R.P.C. Schram, voorzitter
Dr. G. Delfini, secretaris
Ir. J.C. van Cappelle, penningmeester
A.J.L. Bos
Ir. G.H. Boersma
Ir. M. Van der Borst
J.D. Bruin
Drs. J.J. de Jong
Ir. G.C. van Uitert

Redactie KernVisie Magazine

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

Contactgegevens

E-mail: KernVisie@KernVisie.com
Internet: www.KernVisie.com
Bankrekening NL19 INGB 0006 8513 70, t.n.v. KernVisie,
Foundation for Nuclear Technology te Huissen.

Op de Cover

Marco Muilenburg, de nieuwe CEO bij EPZ.
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

Dynamiek in de nucleaire sector



Met het verschijnen van de eerste editie van

KernVisie Magazine van dit jaar, zien we dat de dynamiek van de nucleaire sector tastbaarder is dan ooit. We bevinden ons op een cruciaal kantelpunt: van ambitieuze plannen naar concrete realisatie. Een markant voorbeeld hiervan is de aanstelling van Marco Muilenburg als nieuwe CEO van EPZ. Muilenburg, die in 1992 als technicus begon en letterlijk tussen de machines is opgegroeid, belichaamt de diepe interne expertise die nodig is om de huidige centrale veilig te exploiteren en tegelijkertijd koers te zetten naar nieuwbouw.

De toekomst van onze sector valt of staat echter bij de mensen. Het is daarom inspirerend om te zien hoe in Zeeland de handen ineen worden geslagen om de 'kennis-gap' te dichten. Met het mbo-keuzedeel Nucleaire Technologie bouwen Scalda en de Nuclear Academy aan de vakmensen van morgen. Opvallend is de brede belangstelling: niet alleen klassieke technici, maar ook studenten uit de ICT- en maritieme sector vinden hun weg naar de nucleaire techniek. Ook internationaal zoeken we de verbinding. In juni 2026 vormt de Nuclear Innovation Conference (NIC2026) in Haarlem het epicentrum voor kennisuitwisseling over SMR's en innovaties. Met een speciale posterzaal voor jonge wetenschappers geven we bovendien een podium aan de nieuwe generatie die de 'magie' van nucleair omarmt. Kortom, de nucleaire gemeenschap verbindt zich over generaties en grenzen heen om de klimaatdoelstellingen waar te maken. Wij wensen u veel leesplezier bij deze editie vol vooruitgang! **K**

Ronald Schram
voorzitter Stichting KernVisie

P04



©Irene van Kessel

Energie

Van de grote vaart naar het roer van de kerncentrale

Met de officiële benoeming van Marco Muilenburg tot CEO kiest EPZ voor een directeur die het bedrijf door en door kent. Sinds 1 december leidt hij de organisatie achter kerncentrale Borssele, waar hij al ruim dertig jaar werkt. Zijn benoeming door ZEH en RWE luidt een nieuw hoofdstuk in voor de Zeeuwse energievoorziening, met focus op interne expertise en toekomstvisie.

P08 Maatschappij

NRG PALLAS organiseert derde NIC

NRG PALLAS organiseert op 10 en 11 juni de derde editie van de tweejaarlijkse Nuclear Innovation Conference (NIC2026). De conferentie brengt internationale leiders en experts samen rond verouderingsbeheer, LTO, nieuwbouw (Gen III+), SMR's en geavanceerde reactoren om gezamenlijke uitdagingen van huidige en toekomstige kernenergieoplossingen te bespreken.

P10



©Ana Tovar Pascual, CERN

Medisch

Massascheiding als motor voor innovatieve kankertherapie

Op het terrein van CERN in Genève worden geavanceerde versneller-technieken gebruikt voor de productie van innovatieve radio-isotopen voor kankeronderzoek. CERN-MEDICIS benut slim de reststraling van de ISOLDE-bundel en vormt de spil in een Europees netwerk dat werkt aan de ontwikkeling van een nieuwe generatie kankerbehandelingen in Europa.

P14 Maatschappij

Van ambitie naar de klas: bouwen aan de nucleaire kennis van morgen

Het kabinet heeft grote nucleaire ambities, maar wie gaat de centrales van de toekomst eigenlijk bouwen, onderhouden en bedienen? In Zeeland hebben Scalda en de Nuclear Academy een voortrekkersrol met de keuzemodule Nucleaire Technologie. MBO-studenten kunnen zo een branche-erkend certificaat behalen en zich specialiseren in een vakgebied met grote potentie.



© Scalda

P12
InBeeld
PRISMAP

P17
Column
Lars Roobol: LNT, weg ermee?

P19
Nucleaire notities
Van watercrisis naar bankroet

P23
Medisch
Gratis online cursus bij TU Delft over radio-isotopen



Energie

Marco Muilenburg: van de grote vaart naar het roer van de kerncentrale

Met de officiële aanstelling van Marco Muilenburg als nieuwe CEO kiest EPZ voor een directeur die de organisatie door en door kent. Sinds 1 december staat hij aan het hoofd van het bedrijf achter de kerncentrale Borssele, een organisatie waar hij al meer dan dertig jaar werkzaam is. Zijn benoeming door aandeelhouders ZEH en RWE markeert een nieuw hoofdstuk voor de Zeeuwse energievoorziening, waarbij interne expertise en een visie op de toekomst centraal staan. "Ik ken de medewerkers en zij kennen mij."

© Irene van Kessel

De aanstelling van Marco Muilenburg op 1 december 2025 is het resultaat van een zorgvuldig selectieproces waarbij zowel binnen als buiten de Zeeuwse energieproducent gezocht is naar de beste kandidaat. Hij volgt Carlo Wolters op, die op 1 augustus uit dienst trad als CEO. In de tussenliggende periode werd de continuïteit van de bedrijfsvoering gewaarborgd door Bram-Paul Jobse, die als CEO a.i. de honneurs waarnam. Muilenburg is niet de eerste de beste: hij heeft in de loop der jaren alle facetten van het veilig bedrijven van een kerncentrale doorlopen. Hij heeft een heldere visie op de toekomst en beschikt over het vermogen om effectief richting te geven aan de diverse scenario's waar de energiesector voor staat.

Zeeuwse wortels en de grote vaart

De achtergrond van Muilenburg is nauw verweven met de maritieme sector en de provincie Zeeland. Na het behalen van zijn bachelor aan de Hogere Zeevaartschool begon zijn professionele leven op de 'grote vaart', een term uit de koopvaardij voor de

wereldwijde scheepvaart. Hoewel het leven op zee hem vormde, trok een carrière op het vasteland hem uiteindelijk toch meer. "Na een aantal jaren heb ik toch gekozen voor een baan op de wal en ben ik bij EPZ aan het werk gegaan. Het was zeker in de beginjaren best een roerige tijd met demonstraties aan de poort en een dreigende sluiting, maar nucleair zat bij mij altijd in mijn DNA." Deze passie voor de nucleaire sector was voor hem een natuurlijk gegeven, mede door zijn Zeeuwse achtergrond. Muilenburg legt uit dat de kerncentrale voor Zeeland een vertrouwd beeld is, aangezien Borssele voor velen bijna letterlijk in de achtertuin staat. De fascinatie voor de techniek begon zelfs al vóór zijn officiële loopbaan: "We hebben een keer met studenten van de zeevaartschool het oude bezoekerscentrum bezocht en daarmee was mijn interesse in nucleair gewekt." De overstap naar EPZ bleek dan ook voorbestemd; de eerste vacature die hij tegenkwam op het moment dat hij de overstap naar werk op de wal wilde maken, was afkomstig van het bedrijf in Borssele.

Een loopbaan langs alle geleidingen

Muilenburg trad in 1992 in dienst bij EPZ, precies tijdens de transitie van de Provinciale Zeeuwse Electriciteits-Maatschappij (PZEM) naar de huidige structuur van EPZ. Hij startte zijn carrière op de afdeling Onderhoud als technicus en heeft sindsdien een staat van dienst opgebouwd die vrijwel elke hoek van het bedrijf beslaat, van onderhoud tot kwaliteitsborging en productie. Zijn loopbaan beperkte zich echter niet tot de technische uitvoering. Vanaf 1998 begon hij aan een reeks leidinggevende rollen binnen de organisatie. Zo bekwaamde hij zich in kwaliteitszorg en werkte op de afdeling productie als leidinggevende. Sinds 2017 droeg hij de verantwoordelijkheid voor de dagelijkse gang van zaken als Plant Manager Nucleair Operations. In deze rol was hij verantwoordelijk voor het reilen en zeilen van de kerncentrale, een functie die hij zeven jaar lang met succes vervulde voordat hij de stap naar de positie van ✎

✎ Muilenburg: "Internationaal lopen we voorop. Andere landen kijken naar ons, omdat Nederland de ambitie heeft voor nieuwbouw en dat is mooi voor Nederland maar ook mooi voor nucleair in het algemeen."

© Irene van Kessel



CEO zette. Door dit traject weet Muilenburg uit eigen ervaring exact wat zich in welke hoek van de centrale afspeelt.

De kracht van interne kennis

Het feit dat de nieuwe CEO letterlijk tussen de machines en de mensen is opgegroeid, biedt hem een uniek voordeel in de bestuurskamer. Hij spreekt de taal van de technici én die van het management. Muilenburg ziet zijn interne achtergrond als een cruciaal fundament voor zijn nieuwe rol: "Dat is natuurlijk een enorm voordeel. Een ander groot voordeel is, dat ik de mensen ken en zij mij. Ik ben op de hoogte van alle lopende dossiers, dus ik hoef daarvoor niet nog een keer een aantal rondes in de kerncentrale te doen." Toch was deze diepe dossierkennis op zichzelf niet de enige reden om de volgende CEO te worden. De ambitie om het bedrijf te gaan leiden was een organisch proces dat mede werd ingegeven door gesprekken met zijn voorganger over de toekomst van de organisatie. Muilenburg legt uit hoe dit proces verliep: "De vorige CEO Carlo Wolters en ik hadden het er in de loop der tijd wel eens over gehad in de trant van: hoe zie jij je toekomst en zou de positie van CEO jou ook aanspreken. Dus toen Wolters definitief aankondigde te willen gaan stoppen, wilde ik wel graag kenbaar maken dat als er een wervingsprocedure zou starten, er binnen EPZ al een kandidaat was die heel veel ervaring mee zou brengen. Dat was dus het moment om aan te geven dat ik beschikbaar was en ik graag die rol zou willen vervullen." Wat volgde was een traject dat Muilenburg zelf als "mooi" omschrijft, en dat uiteindelijk leidde tot zijn benoeming door de aandeelhouders.

Muilenburg is de vierde CEO in twintig jaar. Wat is het effect daarvan op de koers van EPZ in de afgelopen twee decennia? "Ik ben anders dan mijn voorgangers, maar de lijn die EPZ heeft uitgezet, vooral in de laatste jaren, gaat niet substantieel wijzigen in de komende jaren. Ik ben een ander type mens en natuurlijk zal er altijd

wel iets veranderen, maar we hebben al heel lang een toekomstvisie met daaraan gekoppeld een meerjaren strategie waarin we met verschillende toekomstscenario's rekening houden en deze strategie zetten we door." Muilenburg wordt volgend jaar 60 jaar. "Ik ga niet meemaken dat ik de nieuwe kerncentrales in bedrijf ga nemen. Als het goed gaat, zal ik halverwege het traject het stokje overdragen en daar is niks mis mee, want ook Wolters heeft zijn werkzaamheden aan mij overgedragen met de boodschap dat we een mooie toekomst voor ons hebben." Muilenburg zegt toe ervoor te zorgen dat ook zijn opvolger te zijner tijd kan zeggen dat EPZ weer een stuk verder is met het streven naar het voltooiën van de visie met inzet van de lange termijnstrategie. "Het zou fantastisch zijn als hij of zij een nieuwe eenheid kan aansluiten op het elektriciteitsnet. Magnifiek!" De Visie Kernenergie waar hij naar verwijst, is indertijd opgesteld naar aanleiding van de door het Ministerie van Economische Zaken gestarte energiedialoog met de Vereniging Nucleair Nederland (NNL).

Toekomstgericht leiderschap en de energietransitie

Nu hij officieel aan het roer staat, ligt de focus op de toekomst van EPZ. De context waarin EPZ opereert is immers volop in beweging; de roep om CO₂-neutrale energie wordt steeds luider en de rol van kernenergie in de nationale en internationale energiemix staat prominenter op de agenda dan ooit tevoren. Ongeveer drie jaar geleden gaf de overheid te kennen dat er twee kerncentrales bijgebouwd mochten worden en later werden dat er vier. "EPZ beschikt over de kennis, ervaring en de mensen om een kerncentrale veilig en met succes te bedrijven. Het ligt dus voor de hand dat wij degene zullen zijn om ook die nieuwe te bouwen kerncentrales in de toekomst te gaan bedrijven." Dat beeld draagt EPZ uit; zij zijn daartoe in staat en weten wat ervoor nodig is. Muilenburg is ervan overtuigd dat EPZ de bedrijver zal zijn van grote nieuw

te bouwen eenheden. "Wij weten wat er nodig is om deze mooie industrie goed, betrouwbaar en veilig te bedrijven." Hij ziet dat er in het land heel veel behoefte is aan kennis over kerncentrales. Ook overheden willen worden geïnformeerd. "We merken dat er een heel grote kennis-gap is: wat is stralingsbescherming of hoe werkt een kernreactor en hoe regel je de verkoop van stroom? Dat is voor heel veel mensen nog onbekend terrein. Wij hebben die kennis in huis en we willen die natuurlijk heel graag delen." Die kennis gaat trouwens verder dan de kerncentrale Borssele. "We hebben uiteraard ook heel veel internationale contacten met organisaties zoals de WANO (De World Association of Nuclear Operators (WANO), die alle bedrijven en landen ter wereld met kerncentrales verenigt), of de internationale nucleaire toezichthouder IAEA.

Locatiekeuze

Al die organisaties volgen de ontwikkelingen in Nederland op de voet. "Internationaal lopen we voorop. Andere landen kijken naar ons omdat Nederland de ambitie heeft voor nieuwbouw en dat is mooi voor Nederland maar ook mooi voor nucleair in het algemeen." EPZ is daarnaast bezig met de bedrijfsduurverlenging van de huidige kerncentrale. "We werken daar heel hard aan en het team dat zich daar over buigt, zal in de toekomst nog groeien. De bedrijfsduurverlenging is heel belangrijk voor ons als overbrugging naar de toekomst. Niet in de laatste plaats omdat nieuwbouw nog best wel even op zich kan laten wachten", licht Muilenburg toe. Wanneer die bouw kan starten, is nog niet aan de orde. "Ik hoop dat we eerst uitsluitsel krijgen over de locatiekeuze en mogelijk valt die beslissing dit jaar." Bang voor het andermaal aanpassen van de ambitie met het aantreden van een nieuw kabinet is Muilenburg niet. "Ik zie dat alle seinen nog steeds op groen staan en dat ook een volgend kabinet hier mee doorgaat." Als dat niet zo zou zijn, zou Muilenburg dat direct weten, niet in de laatste plaats omdat de lijnen met de overheid heel kort zijn.



© Irene van Kessel

➤ **Muilenburg:** "Het is heel mooi om te zien hoe enthousiast de jonge mensen zijn die bij ons in het bedrijf komen. Je krijgt daar zelf ook veel energie van."

Jonge mensen

Een voorbeeld waar al volop wordt gebouwd aan nieuwe kerncentrales is Groot-Brittannië. Hoewel wij als Nederland nog maar in het voortraject zitten, is Muilenburg niet jaloers. "Nee absoluut niet. Ik vind het mooi dat er al bouwprojecten zijn en zeker die waar er EPR's (European Pressurized Reactor), een mogelijk kandidaatontwerp voor Nederland, worden gebouwd. Wij zullen veel profijt hebben van de ervaringen die bij die projecten worden opgedaan. Vergeet bovendien niet om te kijken in ons eigen land, waar

op dit moment de PALLAS-reactor wordt gebouwd." Nederland is een dicht bevolkt land, de vraag naar stroom neemt toe, evenals de uitdagingen om de uitstoot van CO₂ terug te dringen. "In de keuze voor oplossingen voor stroomvoorzieningen is kernenergie een hele goede optie. Het is CO₂-emissievrij, betrouwbaar en is een manier om op een kleine plek heel veel energie op te wekken." Zijn er voldoende mensen beschikbaar op dit moment en op termijn om de nucleaire ambitie vorm te geven? "We hebben veel contacten met de Hogeschool Zeeland, mbo-aanbieder

Scalda en de TU Delft om samen met de vereniging Nucleair Nederland en de overheid 'op te stomen' om ervoor te zorgen dat jonge mensen kunnen gaan kiezen voor werken in de nucleaire sector. Het is heel mooi om te zien hoe enthousiast de jonge mensen zijn die bij ons in het bedrijf komen. Je krijgt daar zelf ook veel energie van." EPZ heeft op dit moment geen moeite om jonge mensen aan te trekken. "Ze zien dat het een sector is met toekomst en ik denk dat dit heel terecht is." **K**

Menno Jelgersma

NRG PALLAS organiseert de derde Nuclear Innovation Conference



©NRG PALLAS - Jolanda Fisser

Op 10 en 11 juni organiseert NRG PALLAS de derde editie van de tweejaarlijkse Nuclear Innovation Conference (NIC2026). Het doel van de NIC is het bijeenbrengen van een gezelschap aan internationale leidinggevenden en experts op het gebied van verouderingsbeheer en langetermijnexploitatie (LTO), nieuwbouw (Generatie III+), SMR's, geavanceerde reactoren en aanverwante industrieën om de gemeenschappelijke uitdagingen van bestaande en toekomstige kernenergieoplossingen te verkennen. Britta Bor is trainee nuclear technology bij NRG PALLAS en is verantwoordelijk voor de organisatie van het evenement. "Met ons platform willen wij kennisuitwisseling stimuleren en de nucleaire gemeenschap dichter bij elkaar brengen."

Kernenergie is een essentieel onderdeel van de energiemix om de energievoorziening veilig te stellen en de klimaatdoelstellingen voor de komende decennia te halen. Langdurig gebruik van de huidige reactoren, in combinatie met de inzet van zowel huidige als toekomstige reactorontwerpen, zal nodig zijn om aan de maatschappelijke behoeften te voldoen. Bor vertelt dat steeds meer industrieën zich met de opkomst van SMR's op kernenergie richten om aan hun behoefte voor elektriciteit en proceswarmte te voldoen. "Om de belofte van de nucleaire gemeenschap waar te

maken, is het nodig om samen te werken en ervaringen en innovaties te delen. NIC2026 biedt een platform om kennis uit te wisselen en te communiceren met relevante belanghebbenden uit de nucleaire gemeenschap", aldus Bor.

Connecting Nuclear

De NIC2026 is meer dan een conferentie, het is een ontmoetingsplaats voor beleidsmakers, industrieën, investeerders en jonge professionals. Bor: "We willen alle aspecten van de nucleaire sector met elkaar verbinden. Hoe halen we de ambities die

we ons hebben gesteld? Dat doen we door samen te werken en ervaringen te delen." De derde editie van de NIC heeft dan ook als centraal thema: *Connecting Nuclear*. Bor vertelt dat ook de tweede editie door een trainee was georganiseerd en ze was eigenlijk direct geïnteresseerd geraakt in de organisatie van een volgend evenement. Dit leidde er toe dat Bor verantwoordelijk werd voor de organisatie van de derde editie van de NIC. "Wij zijn verantwoordelijk voor alles rondom de NIC, behalve voor de inhoud, zoals welke sprekers er zullen zijn", verduidelijkt Bor. Die inhoud wordt bepaald

door Frederik Blom, Marieke van Gemert en Tim van Lunteren, alle drie werkzaam bij NRG PALLAS.

Keynote speakers

In 2024 waren er 200 deelnemers uit 22 landen. De derde NIC wordt in Haarlem gehouden in het Phil, een locatie die ruimte biedt aan 300 deelnemers. "Bovendien nodigt de locatie ook uit tot verbinden, omdat alle zalen in dezelfde ruimte uitkomen." De keynote-speakers zijn nog niet allemaal bekend, maar Bor weet wel dat Ryan Howard op de eerste dag zal spreken. "Hij is de vicepresident bij Ontario Power Generation (Canada) en sinds 2024 betrokken bij het SMR-X-project, waarvan de bouw al is begonnen." Op de tweede dag zal Stephanie Heerema van de partij zal zijn. Heerema is projectmanager *nuclear developments* bij het Nederlandse offshorebedrijf Allseas en ze leidt sinds januari 2025 de ontwikkeling van Allseas' 25 MWe hogetemperatuur gasgekoelde reactor.

Drie hoofdthema's

NIC2026 is opgebouwd rond drie hoofdthema's, die elk een cruciale rol spelen in de toekomst van kernenergie: Hoofdonderwerpen NIC2026

- **Thema "Kernenergie verbinden met de industrie"**
Hoe geavanceerde reactoren kunnen voldoen aan de energiebehoeften van energie-intensieve sectoren. Experts delen hun visie op innovatie en kostenverlaging in de toeleveringsketen.
- **Thema "Kernenergie verbinden met investeerders"**
Financiële uitdagingen en kansen voor nieuwe reactoren wereldwijd. Wat zijn de kritieke succesfactoren voor nieuwbouw?
- **Thema "Kernenergiegeneraties met elkaar verbinden"**
Technische en organisatorische kwesties rond verouderingsbeheer en LTO, met lessen uit bestaande reactoren en innovaties voor de toekomst.



✎ NIC2024 - Collega's van Bor geven een samenvatting van hun observaties van de eerste dag onder begeleiding van Sannah van Balen die dit jaar ook de moderator op de NIC2026 zal zijn.

Posterzaal

Nieuw dit jaar is een zaal waarin jonge wetenschappers aan de hand van een poster kunnen laten zien wat hun bijdrage aan nucleair is. "Innovaties beginnen bij het onderzoek. Young professionals, tot 35 jaar, worden uitgenodigd om met een posteridee te komen, een plan of idee dat tot concrete resultaten kan leiden. Daaruit selecteert de organisatie tien tot vijftien ontwerpen, die tijdens de NIC zullen worden getoond." Bor legt uit dat de makers van de posters tijdens het evenement aanwezig zullen zijn om tekst en uitleg over hun idee kunnen geven.

Webinars

Parallel aan het NIC zijn er ook webinars gepland, waarvan de eerste over hogetemperatuurreactoren gaat met een spreker uit Japan en een van Allseas. "De link met het evenement in 2026 zal zijn, dat vragen die uit de webinars naar voren komen, tijdens de NIC worden beantwoord, maar ook op de NIC-site terecht zullen komen waar steeds meer informatie over het evenement en de invulling ervan verschijnt in de aanloop van de conference", vertelt Bor. Om de verbinding ook letterlijk vorm te geven, zorgt de organisatie voor voldoende netwerkmomenten tijdens

koffiepauzes, lunches en walk-in-diners. "Uiteraard is er ook nog een afsluitende borrel voor het uitwisselen van gegevens."

Magie van nucleair

Bor heeft een bachelor nanobiology gedaan aan de TU Delft en aansluitend een master applied physics afgerond met een focus op nucleair. Bor zegt zelf gefascineerd te zijn door 'de magie' van nucleair en de kansen die nucleaire technologie biedt. "Het is ongelooflijk hoeveel energie je kan produceren met een atoom en hoe magisch het proces eigenlijk is. We staan echt op een hele interessante technologische grens van wat we kunnen. Met een conferentie als de NIC2026 kunnen we laten zien hoe divers de sector is. Maar we kunnen ook laten zien wat we teweeg kunnen brengen als we onze schouders eronder zetten en als we de verbinding tot stand weten te krijgen gericht op een klimaatneutrale energievoorziening." Bors traineeship eindigt in maart waarna ze als research consultant bij de afdeling Fuels & Materials Irradiation aan de slag gaat en zich gaat richten op het bestralingsonderzoek van splijtstof in de Hoge Flux Reactor. **K**

Menno Jelgersma

Massascheiding als motor voor innovatieve kankertherapie

Op het terrein van CERN in Genève worden geavanceerde versnellertechnieken ingezet voor de productie van innovatieve radio-isotopen ten behoeve van kankeronderzoek. CERN-MEDICIS, een gespecialiseerde faciliteit die slim gebruikmaakt van de 'reststraling' van de ISOLDE-bundel (een bundel radio-isotopen), is de spil geworden in een Europees netwerk dat de weg plaveit voor de volgende generatie kankerbehandelingen. Met de afronding van het PRISMAP-programma begin 2026 is een cruciale stap gezet in de beschikbaarheid van 'exotische' radio-isotopen voor klinisch onderzoek.

De hedendaagse nucleaire geneeskunde heeft een enorme sprong voorwaarts gemaakt door de opkomst van theranostics. Bij deze benadering worden radioactieve isotopen gekoppeld aan specifieke moleculen die als een biologisch navigatiesysteem zoeken naar kankercellen. De specifieke eigenschappen van deze isotopen maken zowel diagnostiek als therapie mogelijk: ze zenden straling uit voor nauwkeurige beeldvorming én

straling die kankercellen gericht vernietigt. Deze innovatieve behandelmethode heeft inmiddels zijn waarde bewezen bij de aanpak van onder meer neuro-endocriene tumoren en gevorderde prostaatkanker. Beide behandelingen maken veelal gebruik van de isotoop Lutetium-177. Hoewel deze isotoop momenteel op diverse locaties wereldwijd wordt geproduceerd – met name via neutronenbestraling in reactoren zoals de Hoge Flux Reactor in Petten –

richt CERN zich niet op deze bulkproductie. De rol van CERN-MEDICIS ligt in de technologische innovatie: het verhogen van de isotoopzuiverheid en het ontsluiten van geheel nieuwe therapeutische isotopen die met traditionele reactoren niet te realiseren zijn.

De techniek: precisie door massascheiding

Wat CERN-MEDICIS technisch onderscheidt van commerciële productielocaties, is de toepassing van elektromagnetische massascheiding. Waar reactoren afhankelijk zijn van neutronenvangst – een proces dat vaak resulteert in een mengsel van isotopen die chemisch gezien identiek zijn en daardoor uiterst lastig te scheiden zijn – hanteert CERN een fundamenteel fysische scheidingsmethode. Het proces start bij de ISOLDE-faciliteit, waar een protonenbundel van 1,4 GeV op een doelmateriaal (target) wordt geschoten. Door zogenaamde spallatiereacties worden

de atoomkernen in de target letterlijk opengebroken, waardoor een breed spectrum aan radioactieve kernen ontstaat. De crux van de MEDICIS-faciliteit is de daaropvolgende verwerking: de targets worden verhit tot extreme temperaturen boven de 2.000 °C. De vrijgekomen atomen worden daarbij geïoniseerd en in een elektrisch veld versneld, waarna ze door een krachtig dipoolmagnetisch veld worden geleid. In dit magneetveld worden de deeltjes afgebogen op basis van hun specifieke massa-ladingsverhouding. Omdat elk isotoop een uniek gewicht heeft, volgen ze een eigen, voorspelbaar traject. Hierdoor kan men met atomaire precisie één gewenst isotoop opvangen op een collector. Deze methode levert een eindproduct op met een extreem hoge specifieke activiteit, vrij van 'cold carriers' (niet-radioactieve atomen van hetzelfde element). Voor de patiënt betekent dit een effectievere therapie: de beschikbare receptoren op een tumorcel worden niet langer bezet door inactieve atomen, waardoor de therapeutische impact van elke 'injectie' wordt gemaximaliseerd.

PRISMAP: een grensoverschrijdende infrastructuur

Om deze zeldzame radio-isotopen uit het laboratorium naar de klinische praktijk te brengen, werd het PRISMAP-programma (The European medical radio-isotopes programme) gelanceerd. Onder coördinatie van CERN vormde dit initiatief een cruciale brug tussen de fundamentele deeltjesfysica en biomedische onderzoekslaboratoria. Het doel was om de toegang tot niet-conventionele radio-isotopen te democratiseren en de logistieke barrières te slechten. De resultaten van PRISMAP, die onlangs werden gepresenteerd, tonen aan dat deze opzet werkt. In vijf jaar tijd werden bijna vijftig onderzoeksprojecten in negentien verschillende landen gefaciliteerd. Een markant moment was de levering van Astatine-211 aan een onderzoeksinstituut in Portugal voor de

bestrijding van agressieve hersentumoren. Astatine-211 is een alfastraler die door zijn korte halveringstijd en enorme energieoverdracht op korte afstand in staat is om tumor-DNA te vernietigen met minimale schade aan het omliggende gezonde weefsel.



➤ De ontwikkelingen bij CERN-MEDICIS tonen aan hoe geavanceerde scheidingstechnieken een faciliterende rol spelen in de nucleaire geneeskunde.

Synergie in de nucleaire keten: van R&D naar opschaling

De kracht van de huidige ontwikkelingen ligt in de industriële symbiose tussen verschillende spelers. Waar faciliteiten zoals CERN-MEDICIS zich richten op de technologische grensverlegging en de productie van 'exotische' isotopen op kleine schaal, vormt de infrastructuur van NRG PALLAS in Petten de onmisbare ruggengraat voor de wereldwijde leveringszekerheid. In de Hoge Flux Reactor vindt de grootschalige neutronenbestraling plaats die de basis legt voor de meest gebruikte therapeutische isotopen van dit moment. Op dit fundament bouwen innovatieve Nederlandse partijen verder, zoals AlfaRim dat zich richt op de veelbelovende targeted alpha therapy met Actinium-225 en TerThera dat zich specialiseert in de productie van Terbium-161 als innovatief alternatief voor de huidige standaarden. Deze keten – van fundamenteel onderzoek in Genève

en grootschalige bestraling in Petten tot aan de gespecialiseerde verwerking door commerciële pioniers – vormt een uniek ecosysteem dat de internationale koppositie van de Nederlandse nucleaire industrie benadrukt.

De toekomst van PRISMAP+

Hoewel het PRISMAP-project officieel eindigde op 31 december 2025, wordt de continuïteit gewaarborgd onder de vlag van PRISMAP+. Dit vervolgproject is erop gericht het Europese netwerk de komende jaren verder te consolideren en de integratie met de farmaceutische industrie te stroomlijnen. De financiering en strategische sturing van deze initiatieven vinden hun oorsprong in het Europe's Beating Cancer Plan. Dit overkoepelende EU-beleid richt zich niet alleen op preventie, maar zet via de SAMIRA-agenda (Strategic Agenda for Medical Ionising Radiation Applications) ook specifiek in op de leveringszekerheid van medische radio-isotopen en de ondersteuning van innovatieve radiotherapie. Voor faciliteiten zoals CERN en hun partners vormt dit plan het fundament voor grensoverschrijdende samenwerking en investeringen in de nucleaire geneeskunde. De ontwikkelingen bij CERN-MEDICIS tonen aan hoe geavanceerde scheidingstechnieken een faciliterende rol spelen in de nucleaire geneeskunde. Door de precisie van elektromagnetische massascheiding te combineren met de logistieke infrastructuur van PRISMAP en de productiecapaciteit van industriële partners, ontstaat een robuust ecosysteem. Deze keten maakt het mogelijk om nieuwe radio-isotopen stapsgewijs te valideren en op te schalen, waarmee de basis wordt gelegd voor toekomstige behandelmethode in de oncologie. **K**

Menno Jelgersma

Bron: CERN

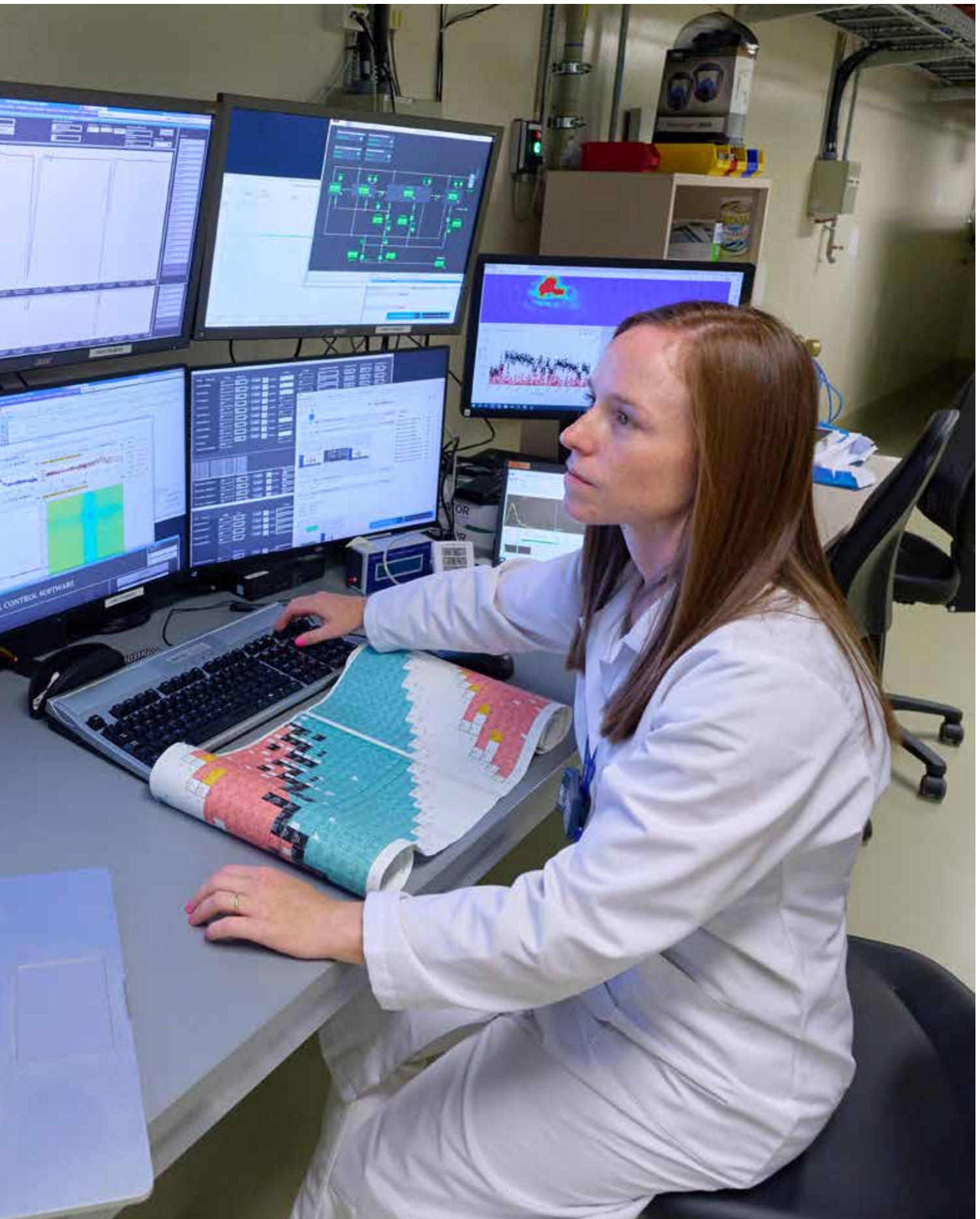




PRISMAP: De Europese brug tussen fysica en patiënt

Het ontsluiten van zeldzame radio-isotopen voor medisch onderzoek was jarenlang een grote logistieke uitdaging. Met de voltooiing van het PRISMAP-programma is die barrière doorbroken. Door de bundeling van expertise van vooraanstaande onderzoeksinstituten zoals CERN-MEDICIS en nationale nucleaire centra, heeft Europa een unieke infrastructuur gecreëerd voor precisiegeneeskunde.

In vijf jaar tijd faciliteerde PRISMAP bijna vijftig onderzoeksprojecten in negentien landen, waarbij de levering van Astatine-211 voor hersentumoronderzoek in Portugal eind 2025 als een van de laatste mijlpalen diende. Het programma bewees dat het traject van een deeltjesversneller naar de klinische praktijk versneld kan worden door gestroomlijnde distributie en strikte kwaliteitsborging. PRISMAP vormt hiermee niet alleen de technische blauwdruk voor de isolatie van 'exotische' isotopen, maar ook het fundament voor structurele samenwerking binnen het Europe's Beating Cancer Plan. Het succes wordt nu voortgezet in PRISMAP+, waarmee de continuïteit van deze vitale medische keten gewaarborgd blijft. **K**





Van ambitie naar de klas: bouwen aan de nucleaire kennis van morgen

Het kabinet heeft grote nucleaire ambities, maar de weg naar realisatie kent een fundamentele uitdaging: wie gaat de centrales van de toekomst eigenlijk bouwen, onderhouden en bedienen? In Zeeland hebben Scalda en de Nuclear Academy een voortrekkersrol met de keuzemodule Nucleaire Technologie. MBO-studenten kunnen zo een branche-erkend certificaat behalen en zich specialiseren in een vakgebied met grote potentie. Rob Duijm en Hans Krijger lichten de ontwikkeling toe.

Terwijl de overheid via een meerjarig innovatieprogramma de landelijke basis legt, vindt op de Zeeuwse onderwijsinstellingen de echte versnelling plaats. Cruciaal hierin is de drie-eenheid tussen de Nuclear Academy, mbo-instelling Scalda en de Hogeschool Zeeland (HZ). De drijvende krachten achter deze onderwijsvernieuwing zijn Rob Duijm, docent en onderwijsontwikkelaar bij Scalda en Hans Krijger, docent en inhoudelijk expert. Krijger wilde na een carrière van vijfendertig jaar bij EPZ eigenlijk met pensioen gaan maar hij kon de kans niet laten liggen om zijn expertise over te dragen, toen hij zag dat er een convenant werd getekend voor structureel nucleair

onderwijs. Daarnaast bracht Kitty Neefjes, die werkzaam is bij de Nuclear Academy haar onderwijservaring in om de lessen in de keuzemodule didactisch te versterken. Neefjes: "Mijn focus lag op het vertalen van complexe nucleaire concepten naar behapbare leerstof voor mbo-studenten."

Bewezen expertise

Hoe ontwikkel je een lesprogramma voor een sector die jarenlang op een laag pitje stond? Voor Scalda was het geen sprong in het diepe, maar eerder een terugkeer naar bewezen expertise. Duijm legt uit dat de kiem al tussen 2010 en 2015 werd gelegd. "Van 2010 tot 2015 hadden we al een opleiding allround operationeel technicus

en vanuit EPZ was daar veel belangstelling voor. Gaandeweg hebben we binnen die opleiding specifiek onderwijsmateriaal ontwikkeld om nucleaire technologie op de kaart te zetten." Hoewel de ontwikkelingen in de nasleep van het ongeluk bij Fukushima tot een tijdelijke stop leidden, bleek het fundament ijersterk. "Toen we drie jaar geleden zagen dat er weer interesse kwam voor de ontwikkeling van nieuwe kerncentrales, zagen we aanleiding om dat materiaal weer uit de kast te halen om het, aangevuld met nieuwe kennis en ontwikkelingen, om te vormen tot een keuzedeel nucleaire technologie." Een van de meest opvallende uitkomsten van het nieuwe keuzedeel is

de diversiteit van de studenten. Waar men eerst rekende op de 'klassieke' technici uit de werktuigbouw of procestechniek, blijkt de interesse veel breder te liggen. Duijm: "We dachten eerder dat we studenten werktuigbouwkunde, profiel engineering of procestechniek zouden zien bij het keuzedeel. Maar in de praktijk zien we studenten uit de breedte van de mbo-opleidingen zoals: ICT, maritiem, laboratorium- en elektrotechniek." Krijger benadrukt dat dit precies is wat de sector nodig heeft. Veel studenten denken onterecht dat een studie natuurkunde een harde eis is. Volgens Krijger is dat een misverstand: "Natuurlijk kan een kerncentrale niet zonder natuurkundigen, maar daarnaast is er behoefte aan een breed scala van technici."

Doorlopende leerlijn

Wat het werken in de nucleaire sector echt speciaal maakt, is niet zozeer het technische handwerk, maar de omgeving. Krijger legt uit dat de handelingen vaak identiek zijn aan die in de procesindustrie: "Het werken aan een pomp is niet anders dan bij een andere faciliteit. Maar in een kerncentrale moet je je bewust zijn van de straling. Die kan gevaarlijk zijn, maar



➤ Op een werksimulator bij EPZ kunnen studenten hun proeve van bekwaamheid afleggen.

als je het goed doet en werkt volgens de juiste wet-, regelgeving en voorschriften, kun je de risico's goed inperken. Daarnaast oefen je gewoon je vak uit waar je voor opgeleid bent." Om dit bewustzijn te verankeren, is het keuzedeel gebouwd rondom de kwalificatiebehoefte van de bedrijven. De studenten van Scalda hebben het geluk om in Zeeland naar school te gaan, waar de praktijk om de hoek ligt bij EPZ en COVRA. Hier kunnen ze direct aan den lijve ondervinden hoe

het is om in een nucleaire omgeving te werken. Duijm: "Zo kunnen studenten bij EPZ op een werksimulator aan de slag om hun proeve van bekwaamheid af te leggen als sluitstuk van het keuzedeel." Het paradepaardje is de integratie van het externe certificaat 'Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming' (TMS-VRS-D). Duijm: "Dit certificaat is branche-erkend en vergroot de kansen op de arbeidsmarkt aanzienlijk." Scalda examineert het keuzedeel nucleaire technologie, maar voor het behalen van het certificaat moeten de studenten naar Delft of Utrecht om dit pittige leertraject af te sluiten. De ambities in Zeeland beperken zich niet tot het mbo. In nauwe samenwerking met de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) en de Nuclear Academy wordt momenteel een gloednieuwe minor voor het hbo ontwikkeld. Krijger, die ook aan deze minor werkt, ziet dat de invloed van de Nuclear Academy hier nog groter is. Waar het mbo-keuzedeel zich sterk focust op stralingshygiëne, gaat de hbo-minor dieper in op de techniek van de toekomst. "De studenten krijgen les in reactortypen en we besteden ook aandacht aan nieuwe Generatie-IV-reactoren en SMR's." ➤



➤ Het paradepaardje van de opleiding is de integratie van het externe certificaat Toezichthoudend Medewerker Stralingsbescherming (TMS-VRS-D). Dit certificaat is branche-erkend en vergroot de kansen op de arbeidsmarkt aanzienlijk.



©Scalda

de lesstof en manier van werken. Voor hbo's werkt het weer iets anders, omdat studenten een minor op een andere hbo kunnen volgen en studenten dus van hbo's elders in het land de minor nucleaire technologie in Zeeland kunnen volgen. De druk om op te schalen is hoog. In 2030 wordt een tekort van duizenden technisch geschoolde medewerkers verwacht. Om in de toekomst aan de vraag naar juist geschoold personeel te kunnen voldoen werkt Scalda met partners aan het project Energy Campus Zeeland. Binnen dit project bouwen zij aan een beroepsbevolking die wendbaar en weerbaar is en klaarstaat voor de banen van de toekomst. Scalda investeert daarom ook in de zittende beroepsbevolking via Leven Lang Ontwikkelen (LLO) en biedt 'Train-de-Trainer'-cursussen aan voor docenten die zich willen bekwamen in dit vakgebied. Duijm en Krijger zien de toekomst met vertrouwen tegemoet. Met inmiddels de vijfde cursusgroep in de startblokken en de honderdste student in zicht, heeft het nucleaire onderwijs in Zeeland een flink fundament om op te bouwen. Zoals Duijm het samenvat: "We bouwen hier niet alleen aan een curriculum, maar aan de energievoorziening van 2030 en daarna." **K**

Menno Jelgersma

➤ **Hans Krijger:** "Veel studenten denken onterecht dat een studie natuurkunde een harde eis voor ons is, maar dat is een misverstand. Een kerncentrale kan uiteraard niet zonder natuurkundigen, maar er is een grote behoefte aan een breed scala van technici."

Het doel is een sluitende leerlijn van mbo naar hbo waarbij theorie en praktijk elkaar continu versterken.

Voortrekkersrol

Zeeland loopt met Scalda en het keuzedeel nucleaire technologie voorop in Nederland, maar volgens Duijm is er ook beweging in Noord-Holland en Twente, waar de Nuclear Academy samenwerkt met verschillende mbo- en hbo-instellingen. Zo is bij de beroepsgerichte onderwijsorganisaties Vonk en Talland in Noord-Holland de Nucleaire Week ontwikkeld en succesvol uitgevoerd, in nauwe samenwerking met de Nuclear Academy, terwijl bij het Nova College in Beverwijk een nieuw keuzedeel in ontwikkeling is. Voor studenten van de opleiding Engineering van Hogeschool Inholland ontwikkelt de Nuclear Academy praktijkgerichte opdrachten die naadloos aansluiten bij de toekomstige behoeften van de sector. Het zijn natuurlijk ook de regio's waar nucleaire faciliteiten te vinden zijn of waar nieuwe ontwikkelingen gepland staan. Duijm: "Er verschijnt in de regionale krant PZC elke week wel een artikel over de mogelijke realisatie van kerncentrales, wat de interesse voor nucleair versterkt." Toch is het de bedoeling dat ook de roc's in andere provincies, zoals Limburg en

Drenthe, uiteindelijk het keuzedeel kunnen gaan aanbieden. Hiertoe neemt de Nuclear Academy het initiatief, waarbij zij optimaal kunnen putten uit de ervaring die Scalda inmiddels heeft opgedaan. Dat Scalda vooroploopt, heeft ook te maken met het feit dat Duijm en Krijger al ervaring hadden met nucleaire opleidingen. Krijger: "Zonder kennis vooraf hebben mbo's wat meer tijd nodig." Duijm voegt daaraan toe dat Scalda al diverse docenten van het Nova College heeft ontvangen om kennis te nemen van



©Scalda

➤ **Rob Duijm:** "De studenten krijgen les in reactortypen en we besteden ook aandacht aan nieuwe Generatie-IV-reactoren en SMR's."



LNT, weg ermee?

President Trump heeft vorig jaar een Executive order uitgevaardigd waarin vooral het zogenaamde Linear No Threshold (LNT) model het moest ontgelden. Dat model stelt dat wat ioniserende straling betreft er geen veilige dosis is, en dat dosis en risico een lineair verband hebben. Zelfs al kunnen we niet bewijzen dat een heel kleine dosis een heel klein beetje gevaarlijk is, nemen wij wel aan dat dat zo is, uit voorzorg.

De NRC (Nuclear Regulatory Commission, zeg maar “de Amerikaanse ANVS”) moet nu binnenkort haar beleid hebben herzien. Voor het uitbrengen van dit decreet werden redenen genoemd die je ook wel in ons land hoort: van “we hebben minder regels nodig”, via “de gebruikte modellen zijn fout” naar “de normen zijn ontworpen om onze industrie dwars te zitten”.

Wat zegt de wetenschap over LNT? Ioniserende straling verhoogt inderdaad uw kans om kanker te krijgen. Vanaf een dosis van enkele tientallen (30? 50?) millisievert (mSv) is dat nu wel aangetoond. Bij zo’n hele kleine dosis is het effect ook erg klein. Stel dat wij in ons land een kans van 30,0% hebben om aan kanker te overlijden, zou een dosis van 50 mSv dat verhogen tot ongeveer 30,25%.

Merk daarnaast op dat de wettelijke jaardosislimiet voor werknemers 20, en voor het publiek 1 mSv is. En dat is gerekend bovenop de natuurlijke achtergrond dosis, die in ons land ongeveer 2 mSv bedraagt. Onze limieten liggen dus in het gebied waar wetenschap geen afdoende antwoord geeft: zij zijn uit voorzorg ingesteld.

Nu zeggen onze regels ook dat we de dosis moeten optimaliseren. Kort door de bocht: als het simpel en goedkoop lager kan: doen. En als je veel moeite moet doen voor een reductie die nergens op slaat: niet doen. Het gammastralingsniveau aan de terreingrens van de kerncentrale Borssele is gemaximeerd op 0,01 mSv/jaar. Is dat een geoptimaliseerde dosis? Is het een voorbeeld van het failliet van LNT, of een voorbeeld van normering die veel te streng is?

Mijn mening is dat LNT een handig hulpmiddel is, wetenschappelijk goed onderbouwd. Is de normering niet te streng, en zijn we een “race naar de nul” begonnen in plaats van een optimalisatie? Daar kan je best een discussie over voeren. Persoonlijk zie ik het zo: we zijn een rijk land, en streven hoge ethische principes na, bijvoorbeeld als het om de gezondheid van onze inwoners gaat. De hamvraag is volgens mij dus: wat vinden wij een acceptabel niveau van risico? En verschillende mensen en landen zullen daar verschillende antwoorden op geven, gebaseerd op verschillende ethische en socio-economische overwegingen. **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.

De Britse nucleaire renaissance: Electricité de France (EDF) investeert 1,2 miljard in vlootbehoud

Terwijl de blik van de mondiale nucleaire sector vaak gericht is op nieuwbouwprojecten, zet de bestaande Britse vloot aan kerncentrales in op operationele continuïteit. Met een nieuw investeringspakket van 1,2 miljard pond voor de periode 2026-2028 onderstreept EDF de cruciale rol van de huidige centrales in de Britse energiemix. De strategie rust op het maximaliseren van de huidige assets door gerichte levensduurverlengingen en technisch onderhoud.

Het hart van de Britse nucleaire vloot wordt gevormd door de Advanced Gas-cooled Reactors (AGR). Hoewel deze technologie decennia lang trouwe dienst heeft bewezen, naderen veel eenheden hun ontwerptechnische einde. Toch laten de cijfers over 2025 een opvallende veerkracht zien; ondanks de natuurlijke degradatie van grafietskernen produceerde de vloot in totaal 32,9 TWh. Dit is drie keer de opbrengst die in 2009 werd beraamd. De ambitie van EDF en partner Centrica is om de centrales Heysham 2 en Torness tot ten minste 2030 operationeel te houden. Hiervoor is 1,2 miljard pond gereserveerd voor onder meer inspecties van de reactorkernen. Het onderzoek naar de veroudering van koolstofmoderatoren voor deze Britse centrales wordt mede ondersteund door de expertise van NRG PALLAS in Petten. Hun onderzoek naar grafietdegradatie onder bestraling is essentieel voor het veilig

oprekken van de operationele grenzen van de AGR-vloot.

Sizewell B: de PWR-standaard als ankerpunt

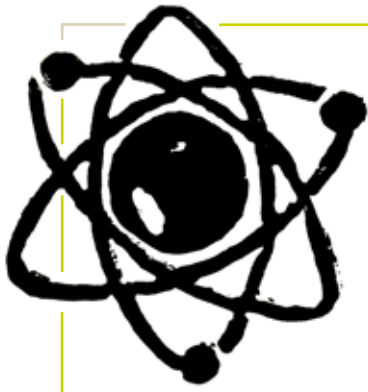
Waar de AGR's zich in de herfst van hun cyclus bevinden, fungeert Sizewell B – de enige drukwaterreactor (PWR) van het land – als het toonbeeld van betrouwbaarheid. In 2025 behaalde de centrale een belastingsfactor van 99 procent. Er wordt nu gewerkt aan een commercieel model voor een levensduurverlenging van 20 jaar (2035-2055), wat een extra investering van 800 miljoen pond zou vrijmaken. Deze Britse plannen voor Sizewell B vertonen parallellen met de huidige situatie in Nederland. Net zoals EDF de technische haalbaarheid van een verlenging tot 2055 onderzoekt, wordt er momenteel in Nederland onderzoek gedaan naar de mogelijke technische bedrijfsduurverlenging

van de kerncentrale Borssele. Beide dossiers illustreren hoe bestaande PWR-technologie de weg vrijmaakt voor een stabiele basislast op de zeer lange termijn.

Strategie

Het jaar 2026 markeert ook een historisch overgangspunt. Terwijl de investeringen in de actieve vloot toenemen, worden Hunterston B en Hinkley Point B definitief overgedragen aan de Nuclear Decommissioning Authority (NDA). Na het succesvol verwijderen van de splijtstofelementen (defueling) gaan deze locaties de fase van actieve ontmanteling in. Hunterston B zal in april 2026 als eerste worden overgedragen, gevolgd door Hinkley Point B in oktober. De strategie van EDF voor 2026-2028 is een evenwichtsoefening tussen het managen van veroudering en het faciliteren van de overgang naar nieuwe centrales zoals Hinkley Point C en Sizewell C. Met een beoogde productie van 36 TWh voor het komende jaar blijft de nucleaire vloot de ruggengraat van het Britse laag-koolstofbeleid. Voor de nucleaire professional is de boodschap duidelijk: innovatie zit in de technisch bedrevenheid, ondersteund door internationaal onderzoek, waarmee de bestaande vloot de 21e eeuw wordt binnengeloodst. **K**

Menno Jelgersma



Nucleaire Notities

Van watercrisis naar bankroet

Het was een zorgwekkende boodschap die de Verenigde Naties onlangs naar buiten bracht. In het rapport getiteld *Global Water Bankruptcy: Living Beyond Our Hydrological Means in the Post-Crisis Era* luidt de VN de noodklok over het mondiale waterbeheer: er is niet langer sprake van een watercrisis, maar van een waterfaillissement. Isotopenhydrologie kan helpen de ons resterende watervoorraden te lokaliseren en eerlijker te verdelen.

Daar waar problemen zoals overstromingen, droogte of vervuiling nog oplosbaar zijn, is een bankroet drastisch en onomkeerbaar. Meren verdwijnen, bodems verzakken en ecosystemen worden vernietigd. Water is van essentieel belang voor de natuur en de mens. Toegang tot betrouwbaar en veilig drinkwater is een belangrijke factor om te voldoen aan de behoeften van een groeiende bevolking en om de menselijke gezondheid te behouden. Grondwater is de grootste bron van zoet water en maakt 30% van het totale zoetwatervolume op aarde uit. Zoet water is ook cruciaal voor duurzame voedsel- en energieproductie, industrie en milieubescherming. Zonder water geen leven.

Water accounting: meten is weten

Isotopenhydrologie is een nucleaire techniek die zeer uiteenlopende toepassingen kent. Het helpt wetenschappers bij het bepalen van de oorsprong, ouderdom, kwaliteit en vernieuwingsnelheid van waterbronnen. Alle watermoleculen hebben namelijk een unieke isotopische 'vingerafdruk', die deels gebaseerd is op verschillende verhoudingen van de zuurstof- en waterstofisotopen waaruit het watermolecuul bestaat. Deze techniek is van cruciaal belang voor de door de VN bepleite transparante waterboekhouding (water accounting). Waar traditionele

metingen soms tekortschieten, bieden isotopen een feitelijk en onweerlegbaar inzicht in de herkomst en de status van watervoorraden. Stabiele isotopen kunnen worden gebruikt om de geschiedenis van de waterbron, neerslagomstandigheden, vervuilingsprocessen of verdampingsprocessen te bepalen. De resultaten maken planning en duurzaam beheer van deze waterbronnen mogelijk. Voor oppervlaktewater kunnen ze informatie geven over lekkages via dammen en irrigatiekanalen, de dynamiek van meren en reservoirs, stroomsnelheden, rivierafvoeren en sedimentatiesnelheden.



Neutronensonodes kunnen de bodemvochtigheid zeer nauwkeurig meten, waardoor een beter beheer van door verzilting aangetast land mogelijk is, met name wat irrigatie betreft.

Spaarzame watervoorraden

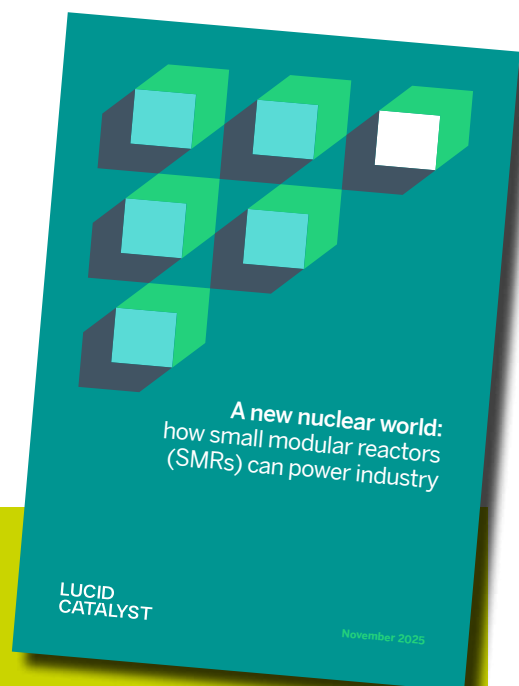
Natuurlijke radio-isotopen zoals tritium (3-H) en koolstof-14 (14-C) worden ook gebruikt als 'klokken' om de verblijftijd van

water in watervoerende lagen, rivieren en oceanen te bepalen. Het radioactieve verval zorgt ervoor dat exact kan worden berekend hoe oud het water is. Isotopenhydrologie verschaft onderzoekers de gegevens die ze nodig hebben voor het maken van weloverwogen beslissingen bij de aanpak van uitdagingen op het gebied van waterbeheer. Zo is het een instrument voor het beoordelen van bronnen van waterverontreiniging, het onderzoeken van de interactie tussen oppervlaktewater en grondwater of het verfijnen van grondwaterstromingsmodellen. Maar het helpt ook bij het in kaart brengen van watervoerende aardlagen, zodat zorgvuldig kan worden omgegaan met de spaarzame watervoorraden. Want dat is de belangrijkste conclusie van het rapport van de VN: We zijn te laat om te doen alsof er een watercrisis is, we zijn al failliet. Er is geen weg terug meer en we zullen ons dus aan moeten passen aan de huidige situatie door direct zuiniger om te gaan met ons water en het beschikbare water eerlijker te verdelen. Dit vraagt grote aanpassingen, zowel economisch als politiek en maatschappelijk. Om een wereld te veranderen waar tot nu toe zoetwatervoorraden sneller worden uitgeput dan aangevuld, is isotopenhydrologie een onmisbaar instrument. **K**

Sarala Jelgersma

Een nieuwe nucleaire wereld: de SMR als motor van de industrie

Door de opkomst van Small en Advanced Modular Reactors (SMR's en AMR's) staat de nucleaire sector aan de vooravond van een transformatie. Waar kernenergie decennialang synoniem was aan grootschalige elektriciteitsproductie voor het net, verschuift de focus nu naar de directe behoefte van de industrie. Het recent verschenen rapport *A New Nuclear World* van LucidCatalyst, in opdracht van Urenco, becijfert de enorme potentie: een markt van maar liefst 700 GW tegen 2050. Wat betekent deze verschuiving voor Europa en Noord-Amerika?



De zware industrie – denk aan de chemie, staalproductie en raffinaderijen – staat voor een enorme opgave. Om de klimaatdoelstellingen te halen, moeten deze sectoren afstappen van fossiele brandstoffen. Echter, elektrificatie alleen is vaak niet voldoende. Veel industriële processen vereisen hoogwaardige hitte (stoom) en een extreem hoge leveringszekerheid die wind- en zonne-energie niet altijd kunnen bieden zonder dure opslagsystemen. Hier komt de SMR in beeld. Volgens de analyse van LucidCatalyst bieden SMR's, in tegenstelling tot de traditionele giganten van 1.000+ MW, een compacte, flexibele oplossing die fysiek nabij industriële clusters geplaatst kan worden. Het rapport stelt dat SMR's niet alleen elektriciteit leveren, maar ook de broodnodige proceshitte en een stabiele basislast voor de productie van waterstof en synthetische brandstoffen.

De marktpotentie: van 7 naar 700 GW

Een van de meest opvallende conclusies uit het rapport is de schaal van de kans.

De onderzoekers van LucidCatalyst onderscheiden verschillende scenario's. In het meest ambitieuze scenario zou de toegankelijke markt voor SMR's kunnen groeien van een schamele 7 GW in de nabije toekomst naar 700 GW in 2050. Deze groei wordt gedreven door drie hoofdsegmenten: Directe stroom- en hittelevering aan de industrie (fabrieken die hun eigen 'nucleaire batterij' achter de meter plaatsen), Waterstofproductie (groene waterstof geproduceerd via elektrolyse op hoge temperatuur, aangedreven door de hitte van een reactor) en Synthetische brandstoffen (dit is essentieel voor de scheepvaart en luchtvaart, waarbij kernenergie de benodigde energie levert om CO₂ om te zetten in brandstof).

Noord-Amerika versus Europa

Het rapport maakt een interessante vergelijking tussen de twee continenten. In Noord-Amerika (voornamelijk de VS) is de marktpotentie enorm door de geconcentreerde zware industrie en een

gunstig investeringsklimaat. Europa volgt echter nauwgezet. De focus in Europa ligt sterk op de decarbonisatie van bestaande industriële hubs, zoals de Rotterdamse haven of het Ruhrgebied. De SMR-markt in Europa is afhankelijk van politieke wil en harmonisatie van regelgeving. Als elk land eigen veiligheidseisen blijft stellen aan SMR-ontwerpen, kan het voordeel van serieproductie in de fabriek verloren gaan.

De economische factor: De delivery gap overbruggen

Technologie is slechts één kant van het verhaal; economie de andere. Het rapport is eerlijk over de uitdagingen. Om SMR's competitief te maken met aardgas (gecombineerd met CO₂-opslag), moet de nucleaire sector leren van andere industrieën. De overstap van unieke bouwprojecten naar productfabricage is cruciaal.

LucidCatalyst identificeert zes Critical Market Drivers om deze kloof te dichten.

1. Beleid en regelgeving (Policy & Regulatory Support): Het creëren van stabiele kaders en gestroomlijnde

- vergunningprocedures.
2. Industriële coördinatie (Industrial Coordination): Betere samenwerking tussen de nucleaire sector en de energie-intensieve industrie om vraag en aanbod op elkaar af te stemmen.
3. Standaardisatie van het ontwerp (Design Standardization): De verschuiving van maatwerk naar gestandaardiseerde reactorontwerpen die 'van de plank' geleverd kunnen worden.
4. Schaalvergroting in de toeleveringsketen (Supply Chain Scale-up): Het opbouwen van een robuuste keten die in staat is om componenten in grote volumes te produceren.
5. Toegang tot kapitaal en financiering (Access to Capital): Het verlagen van investeringsrisico's om private financiering aan te trekken voor seriële uitrol.
6. Locatiekeuze en integratie (Siting & Integration): Innovaties waar reactoren in geplaatst kunnen worden, met name dicht bij industriële clusters voor directe levering van hitte en stroom.

In het door de auteurs gedefinieerde Transformation Scenario met een markt die groeit naar 700 GW, kan de kostprijs van SMR-energie aanzienlijk dalen door leercurves en schaalvoordelen, waardoor kernenergie concurrerend wordt met aardgas, zelfs zonder extreem hoge CO₂-belastingen.

De rol van SMR's in de waterstofeconomie

Een specifiek hoofdstuk in het rapport dat zeker de aandacht verdient, is de synergie tussen SMR's en waterstof. De huidige focus op 'groene' waterstof uit wind en zon kampt met intermitterend aanbod. 'Nucleaire' waterstof biedt een constante stroom, wat cruciaal is voor industriële processen die 24/7 draaien. Bovendien kan de restwarmte van een SMR de efficiëntie van elektrolyse aanzienlijk verhogen. Innovatief is ook de blik op de maritieme sector. Het rapport suggereert dat SMR's een sleutelrol kunnen spelen in de productie van ammoniak en methanol als brandstof voor schepen.

Er wordt zelfs gekeken naar directe nucleaire voortstuwing voor de grootste containerschepen ter wereld – een concept dat ooit sciencefiction leek, maar door SMR-technologie weer serieus op de agenda staat.

Wake-upcall

Het rapport A New Nuclear World is een *wake-upcall*. Het laat zien dat kernenergie de cruciale schakel is die de industriële sector nodig heeft om te overleven in een emissievrije wereld. Voor Nederland, met zijn sterke chemische industrie en strategische havens, liggen hier enorme kansen. De uitdaging ligt echter niet alleen bij de ingenieurs, maar ook bij de beleidsmakers. De transitie naar een markt van 700 GW vraagt om een radicale breuk met het verleden: van bouwen op locatie naar produceren in de fabriek. Alleen dan kan de belofte van de SMR – goedkope, schone en betrouwbare energie voor de industrie – werkelijkheid worden. **K**

Menno Jelgersma



Vragen aan Sophie Dijkstra, Group Strategy Manager Urenco.

Voor Urenco was het van groot belang om een objectief beeld van de markt te krijgen. Enerzijds voor intern gebruik, om de inzichten te gebruiken als input voor de eigen prognoses, maar ook om over een goed overzicht van scenario's en kansen te beschikken hoe ze daar als organisatie op in kunnen springen. Urenco zet de inzichten ook extern in, voor een bredere bewustwording van AMR- en SMR-toepassingen én de schaal waarop AMR's en SMR's kunnen worden ingezet. Dijkstra heeft het project vanuit haar afdeling geleid, in nauwe samenwerking met haar collega Magnus Mori, Head of Advanced Fuels. Dijkstra: "Met het rapport wijzen we ook op de rol van Urenco als producent van verrijkt uranium voor SMR's en AMR's. Ik ben van begin tot einde bij de totstandkoming van het rapport betrokken geweest, niet zozeer inhoudelijk, want het rapport is onafhankelijk, maar wel procesmatig."

Wat is de doelgroep waarvoor het rapport is geschreven?

"Dit rapport is geschreven voor een brede doelgroep. Het biedt beleidsmakers, (industriële) energiegebruikers, investeerders en de nucleaire industrie inzicht in de SMR-markt, zodat zij kansen kunnen identificeren, strategische keuzes kunnen maken en investerings- en ontwikkelbeslissingen beter kunnen onderbouwen." **X**

Waarom heeft Urenco LucidCatalyst daarvoor benaderd?

"We hebben een tender geschreven en een aantal partijen met relevante ervaring uitgenodigd. Op basis van wat deze partijen presenteerden, hebben we Lucid Catalyst geselecteerd. Hun aanpak en kennis van de markt sprak ons het meeste aan."

Wat wil Urenco met het rapport/de uitkomsten doen?

"Ons doel is tweeledig. Intern is het rapport input om onze strategie op te baseren. En extern helpt het ons in gesprekken met klanten of andere stakeholders. Door dit onafhankelijke rapport heb je een gezamenlijke basis van waaruit je verder in gesprek gaat. Daarnaast hopen we dat dit rapport van waarde is voor beleidsmakers, industriële grootverbruikers van energie, investeerders en de bredere nucleaire sector. Dat het inzicht geeft in de kansen en mogelijkheden die SMR's bieden voor de toekomst en wat de huidige ontwikkelingen zijn."

Hoe gaat Urenco ervoor zorgen dat deze uitkomst bij iedereen in de industriële sector bekend wordt en hoe gaat Urenco zich positioneren om de aangewezen partij te zijn als splijtstofleverancier?

"Het rapport is gelanceerd tijdens COP30 in Brazilië. Onze Head of Government Affairs, Emilie Isaacs besprak daar onze bevindingen. Ook tijdens andere congressen geven we presentaties over het rapport, bijvoorbeeld tijdens WNE in Parijs en onlangs tijdens de internationale SMR-bijeenkomst in Den Haag. Daarnaast nemen we het rapport mee naar gesprekken die wij voeren met andere nucleaire stakeholders, denk aan beleidsmakers, maar ook commerciële partijen of klanten. En we vertellen er graag over in interviews, zoals nu in KernVisie."

Wat zijn voor Urenco de belangrijkste uitkomsten?

"We geloven in de kansen en mogelijkheden die SMR's wereldwijd kunnen bieden. De geschetste scenario's lopen uiteen. Zelfs het *current scenario*, met 7GW het 'laagste' scenario in deze studie, betekent al een grote verandering in de nucleaire markt en een grote stap voorwaarts. Dit inzicht geeft ons vertrouwen in de verwachte marktvraag en is reden voor Urenco om te investeren in LEU+ en HALEU-uranium verrijking. Je kunt ruwweg zeggen dat LEU+ verrijkt uranium is dat geschikt is voor SMR's en dat HALEU door sommige AMR's wordt gebruikt om energie mee op te wekken. Vanaf dit jaar wordt LEU+ gemaakt door ons zusterbedrijf in Amerika en op termijn ook door onze Engelse verrijkingsfabriek. Daarnaast bouwen we een HALEU-fabriek in Capenhurst, waardoor we vanaf 2031 HALEU kunnen leveren. Het inzicht in de 11 sectoren die bijdragen aan de groei van SMR's is ook interessant. Vanuit de media is veel aandacht voor Data Centers. Dit is één van de belangrijke industrieën om het vertrouwen in SMR's te doen groeien, maar het rapport laat zien dat ook synthetische brandstoffen en de chemische industrie een grote vraag naar SMR's kunnen betekenen. De *zes critical market drivers* in het rapport laten zien wat we als Urenco en als bredere nucleaire sector moeten bewerkstelligen om de SMR-markt echt tot bloei te brengen."

Zijn er veel reacties op de publicatie gekomen, en kan je toelichten wat voor reacties dat waren (bedrijven en/of particulieren)?

"We hebben leuke en veelal positieve reacties ontvangen op de publicatie. Je merkt dat de interesse rondom SMR's toeneemt. Tijdens de internationale SMR-conferentie in Den Haag medio januari viel me op dat veel mensen het rapport al kenden. Vooral vanuit bedrijven is er een groeiende interesse."

Hebben we nog iets gemist?

"De studie richt zich op Noord-Amerika en Europa. Juist ook voor Nederland zijn er kansen in de groeiende vraag naar SMR's. Enerzijds als betrouwbare en onafhankelijke energiebron die de concurrentiepositie van Nederlandse bedrijven kan versterken. Anderzijds ook voor Nederlandse bedrijven die internationaal kunnen bijdragen aan verschillende delen van de supply chain voor SMR's." **K**

TU Delft lanceert gratis online cursus over productie radio-isotopen

Benieuwd waar de radio-isotopen die in ziekenhuizen worden gebruikt voor de diagnose en behandeling van kanker vandaan komen? De experts van de afdeling Straling, Wetenschap en Technologie van het TU Delft | Reactorinstituut hebben een onlinecursus ontwikkeld die een duidelijk en uitgebreid overzicht biedt van hoe radio-isotopen worden geproduceerd. De gratis cursus is op 28 januari online gegaan en is ideaal voor iedereen die zijn kennis op dit gebied wil verdiepen.

De cursus is bedoeld voor professionals die aan het begin van hun carrière staan in de nucleaire sector, of dat nu in de industrie, het onderzoek, de academische wereld, de overheid of de gezondheidszorg is. Er zijn twee niveaus, zodat deelnemers zelf kunnen kiezen of ze alleen de basis willen leren op het beginnersniveau of dat ze zich willen verdiepen in de complexere materie met het gevorderde niveau. Beide trajecten zijn beschikbaar voor zowel audit- als geverifieerde studenten. Omdat het een MOOC (Massive Open Online Course) is die op edX kan worden gevolgd, kan iedereen hem volgen in zijn of haar eigen tempo. Met een gemiddelde tijdsbesteding

van vier tot zes uur in de week, duurt de cursus vier weken. De lesstof is opgedeeld in vier modules.

Onderwerpen die aan bod komen:

- De basisprincipes van straling en radioactiviteit
- Productiefaciliteiten en generatoren
- Factoren die van invloed zijn op de productie van radio-isotopen
- Scheiding van radio-isotopen en kwaliteitscontrole

De cursus is van grote waarde voor afstuderende studenten die geïnteresseerd

zijn in nucleaire chemie, professionals die met radio-isotopen werken en inzicht willen krijgen in productieknelpunten, ziekenhuispersoneel dat medische scanners bedient of personeel dat nieuwsgierig is naar welke productiefaciliteiten kunnen worden gebruikt en hoe hoogwaardige radio-isotopen voor de ontwikkeling van radiofarmaceutica kunnen worden verkregen, en onderzoekers die zich bezighouden met toepassingen van radio-isotopen.

De cursus is ontwikkeld als onderdeel van TU Delft | Learning for Life. Het team van deskundigen verantwoordelijk voor de inhoud bestaat uit: Antonia Denkova, Robin de Kruijff, Patricia Araújo Bezerra, Anna Verdouw, Rick van der Wurff, Esmee Spiller Beltrão - Spuijbroek en Sjoerd de Wit. De eerste twee zijn ook te zien als docenten in de cursus. Inschrijven kan op de website van TU Delft. **K**





**Word
begunstiger*
van Stichting
KernVisie
en ontvang
KernVisie
Magazine
6x per jaar**

De Stichting KernVisie streeft naar het vergroten van het draagvlak voor nucleaire technologie en al haar toepassingen. Haar communicatiemiddelen zijn het tweemaandelijks KernVisie Magazine, de nieuwsberichten en de website.

Het Magazine wordt verstuurd aan begunstigers van de Stichting, leden van NNS en KIVI-Kerntechniek waarvan de gegevens die nodig zijn voor verzending bij de stichting bekend zijn en aan andere belanghebbenden. Daarnaast verzorgen vertegenwoordigers van de stichting lezingen en gastcolleges. De Stichting streeft ernaar om de informatie over kerntechnologie toegankelijk en aantrekkelijk te maken voor haar KernVisie-lezers en bezoekers van hun website.

Leden van de NNS en KIVI-Kerntechniek kunnen zich, met vermelding van NNS resp. KIVI-KE en lidmaatschapsnummer, voor het magazine aan- of afmelden via het contactformulier op de website.

*** Wilt u zich aanmelden als begunstiger van Stichting KernVisie?**

Geef ook daarvoor uw gegevens door via het contactformulier op de website.

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



Stichting KernVisie
EEN ENERGIEK INITIATIEF

E-mail: KernVisie@KernVisie.com