



**KERNVISIE
MAGAZINE**

ITER dichterbij
fusie-energie

SPECTRA brengt
reactorprocessen
in beeld

Frank Nijsen, nieuwe
hoogleraar Radboudumc

4
Augustus
2026

UITGAVE VAN
STICHTING KERNVISIE

**Nijmegen bouwt aan
de oncologie van de
toekomst**



KernVisie Magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

Jaargang 21
Nummer 4
Augustus 2026
KernVisie Magazine
verschijnt tweemaandelijks
Oplage 2.200 ex

Ontwerp & Grafische realisatie
StudioHusken.nl, Heiloo

Bestuur Stichting KernVisie

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

Prof. dr. Daniela Oprea-Lager
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

Ruimte voor nieuwe inzichten

De zomer is voor velen een tijd van vertragen, maar de wereld van wetenschap en technologie draait onverminderd door. Juist in die beweging tussen ontspanning en vooruitkijken ontstaat vaak ruimte voor nieuwe ideeën.

In deze editie van KernVisie Magazine besteden we aandacht aan onderwerpen die laten zien hoe innovatie vorm krijgt. Via haar inaugurele rede maken we kennis met prof. dr. Daniela Oprea-Lager, die in Nijmegen bouwt aan de verdere ontwikkeling van theranostiek en daarmee een nieuwe impuls geeft aan de oncologie van de toekomst. We spreken met prof. dr. Frank Nijsen, die als kersverse hoogleraar werkt aan een nieuwe generatie radionuclide-interventies voor de behandeling van kanker. Daarnaast kijken we naar het ITER-project, waar Europese samenwerking en extreme precisie bijdragen aan de ontwikkeling van fusie-energie, en duiken we in de ontwikkeling van SPECTRA, de Nederlandse reactorcode die wereldwijd wordt ingezet voor veiligheidsanalyses van geavanceerde reactorconcepten. Vier verhalen over mensen, technologie en ambitie. Verhalen die laten zien hoe kennis, samenwerking en innovatie bijdragen aan oplossingen voor de uitdagingen van morgen.

Of u dit magazine thuis leest of op een zonnig terras, wij wensen u een inspirerende zomer en veel leesplezier toe. Het bestuur van de Stichting KernVisie. **K**

Het bestuur van Stichting KernVisie

P04



© Irene van Kessel

Medisch

Nijmegen bouwt aan de oncologie van de toekomst

Begin dit jaar aanvaardde prof. dr. Daniela Oprea-Lager haar ambt als hoogleraar Theranostiek aan de Radboud Universiteit in Nijmegen. Haar inaugurele rede, getiteld Theranostics: It takes two to tango! markeert een ambitieus keerpunt voor de uro-oncologie in Nederland. Met de nieuwe hoogleraar toont het Radboudumc zijn missie om hét Theranostische Centrum van Excellentie van Nederland te worden.

P09 Energie

De enorme kurken die ITER dichterbij fusie-energie brengen

De wereldwijde transitie naar schone, CO₂-vrije energiebronnen bevindt zich in een stroomversnelling. Hierbinnen vormt het ITER-project in Zuid-Frankrijk een belangrijk speerpunt van technologische innovatie. De bouw van 's werelds grootste experimentele fusie-installatie heeft onlangs een nieuwe mijlpaal bereikt. Met de levering van het eerste Europese montagegereedschap voor de zogenaamde poortpluggen zet het project een cruciale stap voorwaarts.

P16



© NRG PALLAS

Maatschappij

Van promotieonderzoek naar wereldwijde reactorcode

Nu overheden investeren in kerncentrales en reactorconcepten, blijft centraal: hoe toon je aan dat het systeem veilig is bij storingen of ongevalsscenario's? Daarbij spelen simulaties een sleutelrol. De thermohydraulische systeemcode SPECTRA, ontwikkeld door NRG PALLAS in Arnhem, is zo'n code: een digitaal model dat warmte- en stromingsprocessen in reactoren berekent.

P22 Medisch

Frank Nijsen: "Ik zie het hooglerarschap vooral als een nieuw begin"

Per 15 juli 2026 is Frank Nijsen benoemd tot hoogleraar Local Radionuclide Interventions aan het Radboudumc. Met zijn team werkt hij aan een nieuwe generatie kankerbehandelingen waarbij tumoren van binnenuit uiterst nauwkeurig worden bestraald. Door beeldvorming, radionuclidetherapie, kunstmatige intelligentie en robotica te combineren, wil hij behandelingen effectiever maken én patiënten sneller toegang geven tot innovatie.



© Radboudumc

P08

Nucleaire notities

George Charles de Hevesy

P12

InBeeld

ITER – montagegereedschap voor de poortpluggen

P14

Energie

IAEA promoot met ATLAS nucleaire oplossingen voor de scheepvaart

P15

Column van Lars Roobol

Franse centrales en de fabel van het warme koelwater



Begin dit jaar aanvaardde prof. dr. Daniela Oprea-Lager haar ambt als hoogleraar Theranostiek aan de Radboud Universiteit in Nijmegen. Haar inaugurele rede, getiteld Theranostics: It takes two to tango! markeert een ambitieus keerpunt voor de uro-oncologie in Nederland. Met een verwijzing naar de passie voor de Argentijnse tango en een innovatieve visie op de nucleaire geneeskunde, schetst zij de toekomst van de patiëntenzorg. Met de nieuwe hoogleraar toont het Radboudumc zijn missie om hét Theranostische Centrum van Excellentie van Nederland te worden.

© Irene van Kessel

Medisch

**Nijmegen bouwt
aan de oncologie
van de toekomst**



“De kern van theranostiek is even simpel als krachtig”, begint Oprea-Lager enthousiast. “Hetzelfde target dat we gebruiken om een ziekte met beeldvorming op te sporen, zetten we direct in om diezelfde ziekte gericht te behandelen. Diagnostiek en therapie zijn geen gescheiden werelden meer, ze versmelten.” In de praktijk maakt radiotheranostiek gebruik van een specifiek ligand—een soort eiwit—that zich feilloos bindt aan een bepaald type kankercel. Door in de eerste fase een diagnostische radio-isotoop aan dit ligand te koppelen, wordt de tumor dankzij het radioactieve verval nauwkeurig zichtbaar op de scan. Tegelijkertijd biedt dit de kans om de exacte dosis te bepalen voor de vervolgfase. Daarin wordt exact hetzelfde ligand uitgerust met een therapeutische radio-isotoop, om de tumor vervolgens met uiterste precisie van binnenuit te bestralen. Binnen de uro-oncologie heeft de ontdekking van het Prostaat-Specifiek Membraan Antigeen (PSMA) deze benadering onmisbaar gemaakt. Waar voorheen choline-PET-scans de standaard vormden, heeft PSMA de weg geopend naar daadwerkelijke theranostiek. Wereldwijd geldt de PSMA-PET-scan sinds 2021 als de gouden standaard om prostaatkanker precies in kaart te brengen. Maar de grote doorbraak volgt daarna: het direct behandelen van de tumor met zogenaamde radioligandtherapie (RLT). “Met radioactief gemerkte PSMA kunnen we tumoren niet alleen haarscherp lokaliseren, maar ze ook heel gericht bestralen met alfa- en bètastralers”, legt ze uit. “De patiënt krijgt een gepersonaliseerde behandeling die vele malen minder invasief is dan traditionele chemotherapie, met behoud van een hoge kwaliteit van leven.”

Eerdere inzet en het ‘Gouden Duo’

De grote verandering die Oprea-Lager de komende jaren wil realiseren, is het drastisch vervroegen van deze behandelingen in het ziekteproces. Nu wordt RLT voornamelijk ingezet

bij patiënten met uitgebreide, uitgezaaide prostaatkanker die elders zijn uitbehandeld. Jaarlijks gaat dit in Nederland om ongeveer tweeduizend patiënten.

“De resultaten van de eerste studies naar eerdere inzet zijn verbluffend”, vertelt de hoogleraar. “Patiënten reageren veel beter, sommigen bereiken een complete remissie. Ik heb patiënten behandeld die drie jaar na de therapie nog steeds geen hormoontherapie nodig hadden. Dit is de transitie die we móeten maken.”

Naast vroege interventie ligt haar focus op de combinatie van therapieën. Oprea-Lager introduceert een concept dat zij bestempelt als het ‘gouden duo’: de combinatie van radionuclidetherapie en externe radiotherapie. “Door het synergistische effect versterken deze twee modaliteiten elkaar direct. In de klinische praktijk is dit pure wiskunde: ” Om deze combinaties veilig en effectief toe te passen, speelt de afdeling klinische fysica in Nijmegen een sleutelrol bij complexe dosimetrische berekeningen. Zij bepalen de exacte dosis en het optimale aantal cycli om orgaan toxiciteit te minimaliseren. De eerste publicaties over deze gecombineerde aanpak zijn inmiddels een feit.

De logistieke uitdaging van de markt

De markt voor theranostiek maakt een explosieve groei door. De Europese markt stijgt volgens Oprea-Lager naar verwachting met bijna 14 procent per jaar tot 2028, waarbij het PSMA-therapieonderdeel met 19 procent per jaar tot 2033 nog sneller groeit. In haar rede sprak ze uit dat analisten voorzien dat de wereldwijde marktwaarde van RLT stijgt van 6 à 7 miljard dollar in 2023 naar ruim 13 miljard dollar tegen 2030. “In de komende tien jaar zal het aantal patiënten dat theranostiek nodig heeft vervijfvoudigen, en over twintig jaar is dat vertienvoudigd”, waarschuwt Oprea-Lager. Deze enorme stroom aan patiënten vraagt

om acute, grootschalige investeringen in infrastructuur en de toeleveringsketen. Radioactieve isotopen hebben immers een zeer korte halfwaardetijd; ze moeten vaak binnen enkele uren na productie bij de patiënt zijn, anders vervalt de dosis. In dit logistieke puzzelstuk is een hoofdrol weggelegd voor de Nederlandse nucleaire sector. “De huidige reactor in Petten, die verantwoordelijk is voor twee derde van de medische isotopenproductie in Europa, nadert rond 2030 het einde van zijn levensduur”, stelt ze. “De realisatie van de nieuwe PALLAS-reactor is daarom een prachtig en absoluut essentieel Nederlands initiatief om deze vitale voorziening voor de zorg in stand te houden.”

Opschalen naar de toekomst

Als de therapeutische toepassingen verschuiven naar eerdere stadia van kanker, explodeert de klinische behoefte. Oprea-Lager rekent voor: “Als we uitgaan van vierduizend patiënten per jaar die gemiddeld 4 cycli RLT ondergaan, praten we over tien jaar over veertig- tot vijftigduizend behandelingen per jaar in Nederland. Dat betekent dat we landelijk behoefte hebben aan minstens tweehonderdvijftig beschikbare dagbehandelingskamers per dag.” Om deze handschoen op te pakken, wil zij in het Radboudumc een fysieke incubator realiseren met state-of-the-art Total Body PET/CT-scanners, voldoende SPECT/CT-camera's en een eigen, succesvol draaiend cyclotron voor lokale tracerproductie. Haar concrete doel is de inrichting van minimaal 20 moderne, geoutilleerde theranostische therapiekamers in Nijmegen om aan de regionale en nationale zorgvraag te voldoen.

Human capital: de nieuwe generatie

Naast reactoren en loodkamers draait de nucleaire renaissance fundamenteel om mensen. Theranostiek introduceert een sterk-multidisciplinaire cultuur waarin nucleair geneeskundigen, radiochemici, ✎

urologen, medisch oncologen, klinisch fysici en gespecialiseerde laboranten intensief samenwerken. “We moeten de nieuwe generatie medici opleiden met een volledig nieuwe leerstijl”, blikt Oprea-Lager vooruit. Binnen haar onderwijspijler wil zij theranostiek direct integreren in de medische curricula. Geïnspireerd door de ‘Neo Tango’, waarin danspartners

traditionele patronen loslaten voor openheid en vrijheid zonder het contact te verliezen, stimuleert zij studenten en AIOS om te breken met het traditionele ‘eilandjesdenken’. “De jonge generatie moet leren sturen op verbinding. Verbinding tussen geavanceerde technologie en menselijkheid, tussen beeldvorming en klinische keuzes. Door postdocs,

fellows en AIOS nu actief te betrekken bij grensverleggend onderzoek, maken we hen de trotse mede-vormgevers van de zorginnovaties van morgen.” Met deze ambitie wil het Radboudumc de komende jaren een voortrekkersrol spelen in de verdere ontwikkeling van theranostiek. **K**

Menno Jelgersma

KernVisie in gesprek met Daniela Oprea-Lager

1. *Het ‘Gouden Duo’ van 1 + 1 = 3. Zijn er al concrete klinische trials of patiëntentrajekten in het Radboudumc opgestart?*

“In het Radboudumc wordt momenteel gewerkt aan translationeel onderzoek waarin dit concept eerst wordt getest in diervormen. Vervolgens wordt de toepassing vertaald naar de klinische praktijk. Daarnaast worden in diervormen combinatietherapieën onderzocht om de effectiviteit en veiligheid van de behandeling verder te optimaliseren.”

2. *Wat betreft de logistieke opschaling berekent u dat er in Nederland 250 theranostische dagbehandelingskamers per dag nodig zijn. Hoever is de regio Onco Oost nu, medio 2026, met het concreet maken van dit visiedocument om ‘postcode-geneeskunde’ te voorkomen?*

“Binnen OncoOst zijn wij in overleg met ziekenhuizen en collega’s uit de kliniek, waaronder de urologie, de medische oncologie en de nucleaire geneeskunde, om de klinische behoeften en wensen te inventariseren. Een logische vervolgstap is om patiënten uit de regio ook lokaal met deze behandeling te kunnen behandelen. Helaas beschikken wij binnen het Radboudumc momenteel niet over de mogelijkheid om de tracer te produceren en vervolgens naar perifere ziekenhuizen te distribueren.”

3. *De toeleveringsketen is kritiek. Hoe nauw werkt uw nieuwe leerstoel/centrum samen met de ontwikkelaars in Petten om de overgang naar de PALLAS-reactor rond 2030 vlekkeloos te laten verlopen? Liggen er momenteel al knelpunten voor de patiëntenzorg?*

“Wij werken niet rechtstreeks samen met de PALLAS-reactor, maar onze leveranciers van medische radio-isotopen zijn daar wel afhankelijk van. Vanuit ons perspectief is een betrouwbare nationale productiecapaciteit essentieel om innovatieve radioligandtherapieën duurzaam beschikbaar te

maken voor patiënten in heel Nederland.”

“Momenteel is helaas nog sprake van een vorm van postcodegeneeskunde. De beschikbaarheid van radioligandtherapieën is grotendeels beperkt tot academische centra en enkele perifere ziekenhuizen die beschikken over een GMP-faciliteit voor de bereiding van radiofarmaca. Ziekenhuizen zonder deze infrastructuur zijn afhankelijk van externe levering, waardoor patiënten moeten wachten op behandeling of worden doorverwezen naar een ander centrum. Dit leidt tot ongelijkheid in de toegang tot innovatieve zorg en onnodige belasting voor patiënten.”

“Een robuuste nationale voorziening voor de productie en distributie van medische radio-isotopen is daarom van groot belang om deze behandelingen breed toegankelijk te maken en de groeiende vraag naar radioligandtherapie in Nederland te kunnen opvangen.”

4. *Uw ambitie voor 20 theranostische therapiekamers in het Radboudumc is helder. Wat is op dit moment de grootste uitdaging om dit te realiseren: is dat de financiering van de high-tech apparatuur (zoals de Total Body PET/CT) of het vinden van het juiste gekwalificeerde personeel (human capital)?*

“Om het vakgebied van de theranostiek verder te ontwikkelen en de toepassing van radioligandtherapie duurzaam uit te breiden, zijn investeringen in zowel menskracht als infrastructuur essentieel. Dit vraagt om een dedicated theranostisch team, bestaande uit gespecialiseerde professionals uit onder andere de nucleaire geneeskunde, radiochemie, radiofarmacie, medische oncologie, urologie, verpleegkunde en medische fysica.”

“Daarnaast is uitbreiding van de infrastructuur noodzakelijk, waaronder opschaling van de productiecapaciteit voor radiofarmaca, geschikte GMP-faciliteiten, logistieke voorzieningen en voldoende behandelcapaciteit. Alleen met een geïntegreerde aanpak kan worden voldaan aan de



sterk toenemende vraag naar theranostische diagnostiek en behandeling.”

“Momenteel werken wij, zowel binnen onze eigen organisatie als samen met externe partners, aan het in kaart brengen van de toekomstige behoeften en het maken van strategische keuzes om de implementatie en verdere groei van de theranostiek in de komende jaren mogelijk te maken.”

5. De rol van AI. In uw oratie stipt u kort de implementatie van kunstmatige intelligentie aan om het werk efficiënter te maken. Kunt u een concreet voorbeeld geven van hoe AI de nucleair geneeskundige of de patiënt over een aantal jaar gaat helpen in de praktijk?

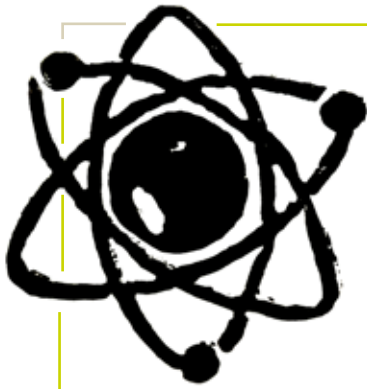
“AI kan een belangrijke bijdrage leveren aan het vereenvoudigen van werkprocessen en het verbeteren van de nauwkeurigheid van diagnostiek binnen de theranostiek. Een concreet voorbeeld is de automatische segmentatie van PET- en SPECT-scans, waarbij AI tumoren en relevante organen automatisch kan identificeren en afgrenzen. Daarnaast kan AI ondersteuning bieden bij de interpretatie van beeldvorming door verdachte afwijkingen te detecteren, kwantitatieve analyses uit te voeren en de behandelrespons objectief te monitoren. Hierdoor verschuift de rol van de nucleair geneeskundige steeds meer naar die van medisch expert die de door AI gegenereerde resultaten valideert, interpreteert en integreert in de klinische context. Dit leidt niet alleen tot een efficiënter gebruik van tijd en capaciteit, maar kan ook de reproduceerbaarheid, standaardisatie en kwaliteit van diagnostiek en behandelplanning verbeteren. Op termijn kan AI bovendien bijdragen aan gepersonaliseerde dosimetrie, patiëntselectie en

het voorspellen van behandeluitkomsten, waardoor radioligandtherapie nog doelgerichter en effectiever kan worden ingezet.”

6. De focus ligt nu sterk op de uro-oncologie en prostaatkanker. U noemt ook kort FAPI-theranostiek voor slokdarm-, maag- en darmkanker. Verwacht u dat we daar de komende vijf jaar al de eerste grote doorbraken in de klinische praktijk gaan zien?

“Theranostiek is geen tijdelijke ontwikkeling, maar een blijvende verandering binnen de oncologische zorg. De mogelijkheden zijn breed en zullen de komende jaren verder toenemen. Hoewel de huidige implementatie zich voornamelijk richt op de uro-oncologie – een vakgebied waarin ook mijn persoonlijke passie en expertise liggen – vormt dit slechts het begin van een veel bredere ontwikkeling. Met de verdere ontwikkeling van nieuwe doelgerichte tracers, waaronder FAPI-gebaseerde radioliganden, verwacht ik dat theranostiek zich zal uitbreiden naar een groot aantal andere tumorsoorten. Hierdoor ontstaan nieuwe diagnostische en therapeutische mogelijkheden voor patiënten met maligniteiten waarvoor momenteel nog maar beperkte behandelopties beschikbaar zijn.”

“Mijn verwachting is dat theranostiek zich de komende jaren zal ontwikkelen tot een integraal onderdeel van de precisie-oncologie. Door de combinatie van innovatieve radiofarmaca, geavanceerde beeldvorming, gepersonaliseerde dosimetrie en kunstmatige intelligentie zal de behandeling steeds nauwkeuriger, effectiever en patiëntgerichter worden. Het is dan ook een vakgebied met een enorme wetenschappelijke en klinische potentie, waarin de komende decennia nog veel vooruitgang te verwachten is.” **K**



Nucleaire Notities

George Charles de Hevesy

De Hongaarse chemicus George Charles de Hevesy ontving in 1943 de Nobelprijs voor Scheikunde voor zijn pionierswerk met radioactieve isotopen als tracers. Dankzij deze methode werd het mogelijk om chemische en biologische processen te volgen zonder deze te verstoren.

De Hevesy werd in 1885 geboren in Boedapest en groeide uit tot een van de belangrijkste grondleggers van de tracerstechniek, een methode die tegenwoordig onder meer wordt toegepast in de geneeskunde, biologie en milieuwetenschappen.

Minder bekend is dat een van de vroegste toepassingen van een radioactieve tracer ontstond uit een alledaags probleem. In 1911 werkte De Hevesy aan de Universiteit van Manchester, waar hij onderzoek deed naar radioactiviteit. Hij woonde in een pension en vermoedde dat zijn hospita regelmatig restjes van eerdere maaltijden opnieuw serveerde. Om dit te controleren voegde hij een kleine hoeveelheid radioactief materiaal toe aan een maaltijddrest. Toen enkele dagen later een vergelijkbaar gerecht werd opgediend, onderzocht hij het voedsel met een eenvoudige stralingsdetector, een bladgoudelektroscoop. Het gerecht bleek radioactief te zijn. Daarmee had hij aangetoond dat de restjes inderdaad opnieuw waren gebruikt. In Manchester werkte De Hevesy in de onderzoeksgroep van de beroemde natuurkundige Ernest Rutherford. Rutherford gaf hem een ogenschijnlijk eenvoudige opdracht: scheid een radioactieve stof, destijds bekend als radium-D, van een grote hoeveelheid

lood. De Hevesy werkte jarenlang aan het probleem, maar zonder succes. Uiteindelijk bleek dat dit onmogelijk was. Wat toen nog niet bekend was, is dat radium-D in werkelijkheid lood-210 is, een radioactieve isotoop van lood. Omdat isotopen van hetzelfde element



सतला

chemisch identiek reageren, kunnen zij niet met gewone chemische methoden van elkaar worden gescheiden. Juist deze mislukking leidde tot zijn belangrijkste inzicht. Als een radioactieve isotoop zich precies hetzelfde gedraagt als een stabiele variant van hetzelfde element, dan kan de radioactiviteit worden gebruikt om die stof te volgen. De Hevesy beseftte dat radioactieve

isotopen konden dienen als merktekens waarmee onderzoekers de beweging van stoffen in chemische, biologische en fysiologische processen konden bestuderen. Deze ontdekking vormde de basis van de moderne tracerstechniek en leverde hem uiteindelijk een

Nobelprijs op. In zijn verdere onderzoek maakte hij onder meer gebruik van radioactieve isotopen van lood, fosfor, natrium en kalium. Nadat het nationaalsocialistische regime in Duitsland aan de macht was gekomen, verliet De Hevesy in 1934 zijn professoraat in Freiburg en keerde terug naar Kopenhagen, waar hij eerder al had gewerkt aan het Niels Bohr-instituut. Tijdens de Duitse bezetting van Denemarken speelde hij een opmerkelijke rol bij het beschermen van wetenschappelijk erfgoed. Om te voorkomen dat de gouden Nobelmedailles van de natuurkundigen Max von Laue en James Franck door de nazi's in beslag zouden worden genomen, loste hij ze op in koningswater, een mengsel van zoutzuur en salpeterzuur. De oplossing bleef gedurende de oorlog onaangeroerd op een plank in het laboratorium staan. Na de oorlog kon hij het goud terugwinnen en naar de Nobelstichting sturen, die er nieuwe medailles van liet vervaardigen voor de oorspronkelijke eigenaren. **K**

Sarala Jelgersma



De enorme kurken die ITER dichterbij fusie-energie brengen

De wereldwijde transitie naar schone, CO₂-vrije energiebronnen bevindt zich in een stroomversnelling. Hierbinnen vormt het ITER-project in Zuid-Frankrijk een belangrijk speerpunt van technologische innovatie. De bouw van 's werelds grootste experimentele fusie-installatie heeft onlangs een nieuwe mijlpaal bereikt. Met de levering van het eerste Europese montagegereedschap voor de zogenaamde poortpluggen zet het project een cruciale stap voorwaarts.

Het Tokamak-complex gonst van de activiteit nu de installatie de cruciale assemblagefase betreedt. Onlangs arriveerde daar een indrukwekkend voorbeeld van Europese technologische vooruitgang: het Equatorial Port Plug (EPP)-montagegereedschap. De officiële benaming van de trolley is het Cask Transport System. Het is het gereedschap waarmee de pluggen op het middelste van drie niveaus (het equatoriale niveau) van de tokamak worden geïnstalleerd. Het gereedschap bestaat uit twee delen: het vattransportsysteem, dat lijkt op een gemotoriseerde trolley die de plug door het Tokamak-complex verplaatst, en het equatoriale poortplug-montagegereedschap, dat aan de trolley wordt bevestigd en de plug inbrengt. Het

systeem is ontworpen om de poortpluggen met uiterste precisie in de reactor te schuiven. Deze pluggen zijn gigantische roestvrijstalen kistconstructies die volledig gemonteerd tot wel 48 ton wegen. De ITER-organisatie vergelijkt deze pluggen ter verduidelijking met reusachtige kurken die een fles hermetisch afsluiten. Ze dichtten de openingen van het vacuümvat af en bieden vitale nucleaire afscherming, terwijl ze tegelijkertijd de complexe verwarmings- en diagnosesystemen herbergen die directe toegang tot het ziedende plasma nodig hebben.

Magneetvelden in een donutvorm

Om te begrijpen waar deze pluggen precies voor dienen, is een blik op de

onderliggende techniek essentieel. ITER is de eerste internationale experimentele fusiereactor in de geschiedenis die specifiek is ontworpen om netto energiewinst op te leveren. Waar eerdere testinstallaties meer energie verbruikten dan ze opwekten, moet ITER vijfhonderd megawatt aan fusievermogen genereren uit slechts vijftig megawatt aan toegevoerd vermogen. Dit proces vindt plaats in een tokamak, een Russische afkorting die staat voor een torodiale kamer met magneetspoelen. Het hart van deze machine is een donutvormig vacuümvat waarin waterstofgas onder extreme temperatuur van wel 150 miljoen graden Celsius verandert in een plasma. Omdat geen enkel fysiek materiaal bestand is tegen deze extreme temperaturen, houden ►

krachtige magneetspoelen rond het vat het geladen plasma zwevend op veilige afstand van de wanden. De 44 poorten rondom de tokamak, die nu met de nieuwe montagegereedschappen worden uitgerust, vormen de enige toegangswegen tot dit actieve plasma voor cruciale meetsystemen en externe verwarmingsbronnen.

Millimeterwerk op gigantische schaal

Het hanteren van zulke kolossale kurken is robottechnisch gezien een hoogstandje. Rondom de machine bevinden zich in totaal 44 van deze poorten, verdeeld over drie verschillende niveaus. Omdat de speling bij de installatie minimaal is, moeten de machines in en rond de reactor opereren met een nauwkeurigheid op millimeterniveau. Om deze zware klus te klaren, combineert het EPP-gereedschap mechanische kracht met geavanceerde sensoren, tandwielen, kettingen en rails om de pluggen soepel op hun plek te laten glijden.

De nu geleverde apparatuur behoort tot de eerste generatie en maakt slim gebruik van in de handel verkrijgbare elektronica en materialen. Dit versnelt de huidige montage en levert de onmisbare praktijkervaring op die nodig is om later een tweede generatie apparatuur voor de operationele fase te optimaliseren. Die toekomstige versies worden volledig uitgerust met componenten van nucleaire kwaliteit en een beschermende container om eventuele besmetting van geactiveerde componenten te beheersen.

Human capital als sleutel

Achter deze grensverleggende machines staat een nieuwe generatie ingenieurs en een hecht netwerk van Europese industriële partners. Het Europese agentschap Fusion for Energy (F4E) ontwierp het systeem in nauwe samenwerking met de ITER-organisatie. De daadwerkelijke productie werd uitgevoerd door het Italiaanse Ansaldo Nucleare en de gespecialiseerde machinebouwer Officine



✎ *De levering van het EPP-gereedschap markeert een intensief test- en trainingsproces, waar operators in een speciale testomgeving gaan oefenen met dummy-pluggen.*

LCM. Dit bedrijf was eindverantwoordelijk voor de daadwerkelijke fabricage en de mechanische fabriekstesten van het Equatorial Port Plug (EPP)-montagegereedschap. Zij hebben de zware, op maat gemaakte stellages van kettingen, tandwielen en rails gebouwd die de 48 ton wegende reactorpluggen met millimeterprecisie moeten kunnen manoeuvreren, terwijl de Finse expert Solving de zware, in alle richtingen beweegbare transportwagen leverde. De teams in de werkplaats testten de machine vooraf intensief met een proeflast van 48 ton om het manoeuvreren en heffen op nagebouwde rails te perfectioneren. ITER-ingenieurs Massimo Battaglia en Gonzalo Hinojosa Martinez, die toezicht houden op het ontwerp en de testen, benadrukken dat deze vroege levering een kans biedt om de technologische paraatheid te vergroten. F4E-projectmanager Darren Locke wijst de effectieve samenwerking aan als de ware sleutel tot dit succes. Door over de grenzen van de eigen organisaties heen te kijken en als één geïntegreerd team te opereren, konden er snel en efficiënt beslissingen worden genomen. Dit menselijke kapitaal en de opgebouwde knowhow vormen de onmisbare basis voor de verdere bouw van de reactor.

Realistische koers naar fusie-energie

Hoewel de levering van dit montagegereedschap een belangrijk succes is, loopt niet alles binnen het megaproject strikt volgens de oorspronkelijke planning. Door de naweeën van de coronapandemie, vertragingen in de wereldwijde toeleveringsketen en complexe technische uitdagingen bij unieke componenten, zoals herstelwerkzaamheden aan de wanden van het vacuümvat, heeft de ITER-organisatie de tijdlijnen moeten herzien. In een vernieuwde projectplanning (de zogeheten new baseline) is bewust gekozen voor een veiligere en meer geoptimaliseerde route. In plaats van te starten met een kaal basissysteem, wordt de machine direct in een completere vorm opgebouwd om operationele risico's te minimaliseren. Dit betekent dat de start van de eerste substantiële onderzoeksoperaties met waterstof- en deuteriumplasma's gepland staat voor 2035, waarna de operationele fase met de daadwerkelijke deuterium-tritiumbrandstof rond 2039 moet starten. Hoewel dit een verschuiving van enkele jaren betekent ten opzichte van eerdere ramingen, garandeert deze realistische aanpak een wetenschappelijk en technisch robuuste start.

De levering van het EPP-gereedschap markeert in dit licht het begin van een intensief test- en trainingsproces op de ITER-locatie, waar operators in een speciale testomgeving gaan oefenen met dummy-pluggen. Ondertussen verschuift de aandacht van de ingenieurs alweer naar de volgende mijlpalen, zoals het gereedschap voor de bovenste poortpluggen dat eind 2026 operationeel moet zijn. De kennis die de jonge garde specialisten tijdens dit project opdoet, bewijst dat de Europese industrie klaarstaat om de hoogwaardige systemen te leveren die de weg vrijmaken voor de fusiereactoren van morgen. **K**

Menno Jelgersma



De 44 poorten van ITER

De 44 poorten van het vacuümvat dienen als de enige toegangswegen tot het hart van de reactor. Je kunt ze zien als de 'ramen en deuren' van de tokamak, die noodzakelijk zijn omdat het vacuümvat zelf een volledig gesloten, dikke stalen structuur is.

CASK AND PLUG REMOTE HANDLING SYSTEM

Two configurations for assembly and operation

FULL NUCLEAR-GRADE SYSTEM

- ✓ For operational phase
- ✓ Nuclear-grade components
- ✓ Fully remote handling
- ✓ Protective vault for contamination control



EARLY ASSEMBLY SYSTEM

- For assembly phase
- Bespoke machine with commercially available electronics and materials
- Simplified configuration
- No contamination control



De poorten hebben drie hoofdfuncties:

1. Toegang voor vitale systemen: De plasmadeeltjes kunnen niet uit zichzelf een fusieproces op gang brengen en moeten voortdurend worden gecontroleerd en van brandstof worden voorzien.
2. De poorten bieden fysieke doorgang voor:
 - Verwarmingssystemen: Krachtige externe bronnen (zoals microgolven en deeltjesbundels) die door de poorten naar binnen schijnen om het plasma tot de benodigde 150 miljoen graden Celsius te verhitten.
 - Diagnostische systemen (meetsystemen): Talloze sensoren, camera's en meetinstrumenten die via de poorten het gedrag en de temperatuur van het plasma nauwlettend in de gaten houden.
 - Brandstoftoevoer en vacuümsystemen: Om waterstofgas in te spuiten en onzuiverheden af te zuigen.
3. Onderhoud: Als de reactor eenmaal operationeel is, wordt de binnenkant radioactief. Via deze poorten kunnen op afstand bestuurd robots (remote handling) de reactor binnengaan om inspecties en reparaties uit te voeren zonder dat er mensen naar binnen hoeven.

Waarom zijn het er 44 verdeeld over drie niveaus?

De verdeling over 44 poorten en drie niveaus is een direct gevolg van de donutvorm (torus) van de reactor en de wetten van de natuurkunde.

De poorten zijn strategisch rondom de donut gepositioneerd op drie verschillende hoogtes:

- Bovenste niveau (18 poorten): Deze kijken van bovenaf op het plasma neer. Ze worden voornamelijk gebruikt voor diagnostische instrumenten die de bovenkant van het plasma moeten monitoren en voor specifieke koel- en behuizingssystemen.
- Middelste niveau (17 'equatoriale' poorten): Deze zitten op de 'evenaar' van de donut en kijken recht horizontaal tegen het plasma aan. Dit zijn de grootste poorten omdat de zwaarste systemen, zoals de enorme externe verwarmingsbundels en de belangrijkste remote handling-robots voor onderhoud, een rechte, directe toegang tot de kern van het plasma nodig hebben.
- Onderste niveau (9 poorten): Deze bevinden zich aan de onderzijde van de machine. Ze zijn cruciaal voor het afzuigen van het vacuüm, het afvoeren van de extreme hitte via de zogeheten 'divertor' (de asbak van de reactor) en de toevoer van brandstof.

Door de poorten symmetrisch over deze drie niveaus rondom de hele tokamak te verspreiden, krijgen de wetenschappers en ingenieurs een volledig 3D-bereik en 360-graden toegang tot het plasma. Dit is essentieel om de fusiereactie stabiel te houden en aan alle kanten te kunnen controleren. Uit de planning van ITER blijkt dat de levering en installatie van de montagegereedschappen voor de overige niveaus elkaar snel opvolgen:

- De bovenste poortpluggen (Upper Ports): Het montagegereedschap voor dit niveau wordt, samen met het transportsysteem voor de containers, later dit jaar op de bouwplaats verwacht.
- Het volledige systeem operationeel: Het doel van de ingenieurs is om de gereedschappen voor alle niveaus, dus zowel de equatoriale (middelste) als de bovenste en onderste poorten, eind 2026 volledig operationeel te hebben op de ITER-locatie.

Vanaf dat moment kan het team op volle kracht en op alle drie de niveaus tegelijk oefenen met de dummy-pluggen om de tokamak stapsgewijs op te bouwen richting de vernieuwde startfase van 2035. **K**

Het ITER-team

Achter de indrukwekkende machines van ITER staat een team van ingenieurs en technici. Op deze foto staat een deel van de groep die werkt aan het Equatorial Port Plug (EPP)-montagegereedschap. Dit is de apparatuur die de pluggen op het middelste niveau van de tokamak installeert.

De poortpluggen van ITER zijn gigantische roestvrijstalen kistconstructies van tot wel 48 ton en 2,5 bij 3 bij 2 meter. Ze werken als reusachtige kurken: ze dicht de 44 openingen van het vacuümvat af, leveren nucleaire afscherming en herbergen tegelijk de verwarmings- en diagnosesystemen die directe toegang tot het plasma nodig hebben.

Machinebediening is onmisbaar. De pluggen moeten met millimeterprecisie op hun plek worden geschoven. Een semi-automatisch transportsysteem verplaatst ze door de nauwe gangen van het Tokamak-complex naar de poortcel, waar handling-machines ze positioneren en inbrengen. Zodra ITER operationeel is, worden de componenten radioactief geactiveerd: mensen kunnen dan niet meer in de buurt en moet alles volledig op afstand gebeuren in een beschermende container. **K**





IAEA lanceert met ATLAS nucleaire oplossingen voor de scheepvaart

Met het nieuwe initiatief ATLAS (Atomic Technologies Licensed for Applications at Sea) gaat het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA) de maritieme sector ondersteunen bij het verkennen van kleine modulaire reactoren (SMR's) voor de aandrijving van civiele schepen en voor de opwekking van offshore-energie. Het initiatief is in lijn met de zoektocht van exploitanten die alternatieve brandstoffen overwegen en streven naar versterking van de energiezekerheid op de lange termijn. ATLAS wordt officieel onthuld tijdens een ministersbijeenkomst in Washington, gehost door de Verenigde Staten op 26 en 27 augustus 2026.

Nu reders en exploitanten op zoek zijn naar alternatieven om de klimaatdoelen te halen, ontpopt kernenergie zich als serieuze oplossing voor energiezekerheid op termijn. Kernenergie wordt onderzocht als veilige en haalbare optie voor de commerciële scheepvaart, met sneller transport zonder frequent bijtanken. Drijvende kerncentrales (FNPP's) bieden met geavanceerde SMR's energie aan kustgemeenschappen, afgelegen gebieden en industrie. Grossi noemt kernenergie een potentiële gamechanger voor scheepvaart en offshore-industrie: schepen kunnen schoner, verder en sneller varen zonder te stoppen voor brandstof, terwijl SMR's schone stroom leveren voor uiteenlopende maritieme activiteiten.

Havens als schone energiehub

Om deze ontwikkelingen te versnellen, wil de IAEA via het ATLAS-initiatief innovatieve civiele nucleaire toepassingen bevorderen. Daarbij bouwt de organisatie voort op decennialange ervaring met nucleaire veiligheid, beveiliging en safeguards. De eerste 'firstmover-projecten' op zee worden begin jaren 2030 verwacht. Tegen 2035 moet een regelgevend kader grootschalige commerciële vaart en drijvende centrales mogelijk maken. ATLAS richt zich ook op integratie van drijvende kerncentrales in havens, kusthubs en offshore-platforms.



De NS Savannah onderweg naar de wereldtentoonstelling in Seattle (1962).

Havens kunnen zo transformeren van fossiele bunkerstations naar dynamische energy hubs, die schepen van emissievrije stroom voorzien én industrie betrouwbare basislaststroom leveren. De industriële zwaargewichten hebben zich al verenigd in organisaties als NEMO (Nuclear Energy Maritime Organisation) en WNTI (World Nuclear Transport Institute). Zij werken aan standaarden voor transportabele reactoren en nucleaire logistiek.

De nucleaire zeevaarder van de nieuwe generatie

Hoewel civiele nucleaire schepen al in de jaren vijftig werden ontwikkeld en IAEA in 1968 zijn eerste veiligheidsrapport publiceerde, bleef de inzet historisch beperkt. ATLAS wil dit doorbreken door maritieme en nucleaire sectoren intensief te laten samenwerken. Dat gaat verder dan

wetgeving en techniek: ook human capital krijgt nadrukkelijk aandacht. De introductie van SMR's op zee vraagt om een nieuw type professional. Het opleiden en trainen van bemanningen en technisch walpersoneel vormt daarom een kernonderdeel. Zo ontstaat een discipline op het snijvlak van maritieme hightech en nucleaire engineering, met carrièremogelijkheden voor jonge ingenieurs en zeelieden.

Wereldwijd commitment

Het initiatief krijgt brede politieke steun. "De Verenigde Staten zijn vereerd om directeur-generaal Grossi, de IAEA en zijn lidstaten te mogen ontvangen voor de lancering van ATLAS", aldus de Amerikaanse minister van Energie, Christopher Wright. Ook de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) schuift in Washington aan. Het programma combineert politieke gesprekken met technische sessies. Delegatieleiders bezoeken de NS Savannah, het eerste nucleair aangedreven koopvaardijship, in de haven van Baltimore. Daarmee dient de maritieme nucleaire geschiedenis als springplank voor een emissievrije toekomst. Grossi noemt de lancering van ATLAS een kans om technologische ontwikkeling en innovatie te stimuleren en lidstaten en de scheepvaartsector te ondersteunen bij het overwegen van nucleaire technologieën voor maritieme toepassingen. **K**



Franse centrales en de fabel van het warme koelwater

Had u het ook zo heet, eind juni? Tijdens hittegolven zie je altijd weer het verhaal in de media verschijnen, dat kerncentrales in Frankrijk een moeten afschakelen. Na het lezen blijft dan ook vaak het idee hangen dat dat een probleem zou zijn. Ik vind dat soort berichten altijd boeiend, zeker als je bedenkt dat windenergie tijdens de hittegolf bijna tot stilstand kwam en zonne-energie dagelijks naar nul gaat (als de zon onder is). Kernenergie heeft kennelijk meer nieuws waarde, maar wat zijn nu eigenlijk de feiten?

De elektriciteitsvraag in Frankrijk hangt sterk af van de temperatuur. Anders dan in Nederland, gaat verwarmen daar in hoofdzaak elektrisch. Bij lage temperatuur gaat de kachel aan. Bij hoge temperatuur moeten koelkasten en vriezers harder werken, en worden er airco's aangezet. Ook zie je in Frankrijk dat in een periode van koude er veel meer stroom gevraagd wordt dan in een periode van hitte. Omdat de vraag naar elektriciteit een stuk lager is in de zomer dan in de winter, kiezen veel bedrijven ervoor om hun kernreactor juist in de zomer een tijd lang stil te leggen voor een onderhoudstop.

Krijgen kerncentrales problemen als het koelwater warmer wordt? Kort antwoord: nee. Wel daalt dan de efficiëntie waarmee er elektriciteit wordt opgewekt: die wordt bepaald door de temperatuur van de reactor en de temperatuur van het koelwater. Hoe groter dat temperatuurverschil, hoe beter het thermodynamisch rendement.

Bij een constant reactorvermogen en een constante hoeveelheid water per seconde warmt het water een bepaald (en ook constant) aantal graden op: laten we 8 graden als voorbeeld nemen. Koel je dan met water van 10 graden, dan is de temperatuur van het uitgaande water 18 graden. En komt er water van 22 graden binnen, dan gaat er water van 30 graden weer naar buiten.

De reden dat centrales afregelen in vermogen, of zelfs sluiten tijdens heel hete periodes, is niet technisch van aard, maar biologisch. De Franse centrales staan namelijk deels aan de rivieren in dat land. En in dat water vinden we planten, dieren, micro-organismen, kortom allerlei leven dat wij willen beschermen als samenleving. Dus zijn er regels gesteld aan hoe warm het water mag zijn dat je op de rivier loost. En daarom, als je dicht bij die maximumtemperatuur komt, gaat de reactor terug in vermogen, of zelfs helemaal uit.

Hoe pakte dat dan uit in Frankrijk, tijdens de recente hittegolf? Enkele reactoren zijn tijdelijk gesloten, en minder dan 10 hebben hun vermogen een paar dagen lager gezet. Het elektrisch vermogen dat de Franse nucleaire vloot leverde daalde die periode met 5 à 10%. De binnenlandse klanten bleven bediend, en Frankrijk bleef exporteren naar de buurlanden. Volgens mij moeten we doen als de Fransen: het hoofd en de rivieren koel houden, en die komkommertijd berichten laten voor wat ze zijn. Fijne zomer! **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 cyclotronspectroscopist 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.

SPECTRA: van promotieonderzoek naar wereldwijde reactorcode

Nu overheden weer investeren in kerncentrales en nieuwe reactorconcepten, blijft een vraag centraal: hoe toon je aan dat het systeem veilig is, ook bij storingen of ongevals-scenario's? Daarbij spelen simulaties een sleutelrol. De thermohydraulische systeemcode SPECTRA, ontwikkeld door NRG PALLAS in Arnhem, is zo'n code: een digitaal model dat warmte- en stromingsprocessen in reactoren berekent. Inmiddels wordt SPECTRA gebruikt voor uiteenlopende reactorontwerpen, watergekoeld tot helium, vloeibaar metaal en gesmolten zout.

De nucleaire sector is altijd nauw verbonden geweest met de ontwikkeling van computercodes. De hernieuwde belangstelling voor kernenergie stelt nieuwe eisen aan deze technologieën. Traditionele simulatietools waren vaak ontworpen voor één reactortype, doorgaans de lichtwaterreactoren die het huidige kernenergiepark domineren. Het huidige energielandschap kent echter een groeiende verscheidenheid aan innovatieve reactorontwerpen. De sector zoekt flexibiliteit: kortere bouw tijden en alternatieve koelmethoden. Denk hierbij aan kleine modulaire reactoren (SMR's) en systemen van de vierde generatie die vloeibare metalen, gassen of gesmolten zouten gebruiken in plaats van water. Precies op dat gebied wordt SPECTRA al vele jaren toegepast.

Van KEMA naar NRG PALLAS

De oorsprong van SPECTRA gaat terug tot de jaren negentig, toen de Poolse natuurkundige Marek Stempniewicz bij KEMA in Arnhem in dienst trad. Voor zijn promotieonderzoek bundelde hij losse fysische modellen in een flexibele systeemcode. Wat als onderzoeksproject begon, groeide uit tot de volledig geïntegreerde thermohydraulische systeemcode SPECTRA. Omdat al vroeg duidelijk werd dat geavanceerde reactoren een belangrijke rol zouden gaan

spelen, kreeg SPECTRA een modulaire architectuur. Door voortdurende ontwikkeling bij KEMA, NRG en nu NRG PALLAS is de code inmiddels uitgegroeid tot een wereldwijd erkend modelleringsplatform voor zowel huidige reactoren als de concepten van de toekomst.

Een digitaal laboratorium

Wat SPECTRA uniek maakt, is dat het meer is dan alleen een rekenprogramma. Het is inzetbaar als een digitaal laboratorium waarin fysische processen zeer gedetailleerd worden gesimuleerd. Wanneer een reactor in bedrijf is, of wanneer zich een storing voordoet, vinden complexe thermodynamische verschijnselen plaats. Vloeistoffen kunnen overgaan in gassen, warmte verspreidt zich door constructiematerialen en drukverhoudingen kunnen binnen fracties van een seconde veranderen. SPECTRA verdeelt een installatie in duizenden onderling verbonden virtuele volumes. De software berekent continu het gedrag van vloeistoffen, de warmteoverdracht van brandstof naar koelmiddel en de gevolgen van storingen in veiligheidssystemen. Maar de code gaat verder dan alleen het modelleren van vloeistofstroming en warmteoverdracht. Het kan ook processen simuleren, zoals het transport van radioactieve deeltjes en het gedrag van waterstof onder ongevalsomstandigheden.

Hierdoor kunnen onderzoekers en ontwerpers een breed scala aan operationele en ongevalsscenario's in een virtuele omgeving evalueren, lang voordat een systeem in de praktijk wordt gebracht. Tegenwoordig hebben verschillende Europese ontwikkelaars van geavanceerde reactoren, waaronder hogetemperatuur-gasgekoelde reactoren (HTGR's), snelle reactoren met vloeibaar metaal (LMFR's) en gesmolten-zoutreactoren (MSR's), licenties voor SPECTRA verworven en gebruiken zij de code ter ondersteuning van hun reactorontwerpen, veiligheidsbeoordelingen en vergunningsactiviteiten.

Stromingsgedrag en warmtebeheer

De ontwerpen van de volgende generatie profiteren extra van de flexibiliteit van SPECTRA. In een hogetemperatuur-gasgekoelde reactor stroomt bijvoorbeeld heliumgas door de kern terwijl de splijtstof in grafiet is ingebed. Dit ontwerp vraagt om warmteoverdrachtsmodellen die flink verschillen van die voor conventionele drukwaterreactoren. SPECTRA kan ook berekeningen uitvoeren voor reactoren die worden gekoeld met vloeibaar lood of natrium. Daarnaast bevat de software specifieke modellen voor gesmoltenzoutreactoren waarbij de nucleaire brandstof deel uitmaakt van een circulerend mengsel

van gesmolten zout. Zo kunnen onderzoekers de stromingskenmerken en het thermisch gedrag van deze systemen analyseren. De code kan ook ernstige ongevallen modelleren waarbij de temperatuurgrenzen van de brandstof worden overschreden. Daarbij neemt SPECTRA de volledige reactorbehuizing mee. Het berekent processen zoals waterstofverdeling, thermohydraulica van de behuizing en het transport van radioactief materiaal. De toepasbaarheid van de software is niet beperkt tot de elektriciteitssector. SPECTRA wordt ook gebruikt voor geïntegreerde energiesystemen waarin reactoren niet alleen elektriciteit leveren, maar ook voorzien in industriële warmte, waterstofproductie en andere procesapplicaties. Zelfs buiten de nucleaire sector wordt de code toegepast. Zo wordt de code bijvoorbeeld gebruikt voor stromings- en veiligheidsstudies van complexe industriële en chemische processen en bij geselecteerde ruimtevaarttoepassingen.

Getest volgens internationale normen

Het succes van SPECTRA is niet alleen een verhaal over softwareontwikkeling, het is ook een verhaal over expertise. Een gespecialiseerd team van nucleaire wetenschappers en ingenieurs is verantwoordelijk voor het onderhoud, de validatie en de verdere ontwikkeling van de code. Hun werk zorgt ervoor dat de software aansluit bij de nieuwste wetenschappelijke inzichten en internationale normen en dat de resultaten een getrouwe weergave van de werkelijkheid zijn. NRG PALLAS neemt met SPECTRA regelmatig deel aan internationale benchmarkonderzoeken, waarbij de resultaten worden vergeleken met experimentele gegevens en met resultaten die zijn gegenereerd door andere analytische codes en onderzoeksorganisaties. De software wordt ontwikkeld binnen een

kwaliteitsborgingskader en gevalideerd aan de hand van experimentele gegevens en gevestigde internationale richtlijnen. Deze activiteiten hebben geleid tot samenwerkingen met toonaangevende organisaties op dit gebied, waaronder projecten gecoördineerd door het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA) en het Agentschap voor Kernenergie van de OESO (NEA), evenals samenwerkingen met het Argonne National Laboratory in de Verenigde Staten, het Paul Scherrer Instituut in Zwitserland en universiteiten die wereldwijd actief zijn in nucleair onderzoek.

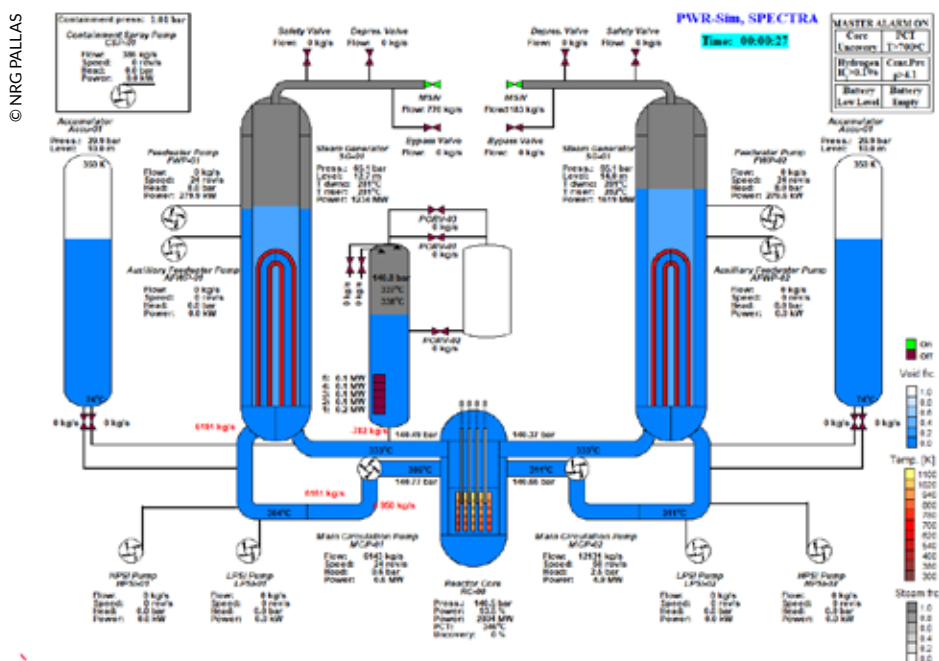
Nederlandse innovatie

Voor de nieuwe generatie nucleaire professionals die de sector betreedt, biedt het werken met SPECTRA de kans om rechtstreeks bij te dragen aan de ontwikkeling van toekomstige energiesystemen. Hoewel softwareontwikkeling vaak wordt geassocieerd met consumententoepassingen of financiële technologie, ondersteunt het werk dat hier wordt verricht analyses die rechtstreeks verband houden met de

veiligheid en betrouwbaarheid van complexe industriële installaties.

Het vakgebied vereist expertise op het gebied van natuurkunde, thermodynamica, materiaalkunde en software-engineering. In die zin vertegenwoordigt SPECTRA Nederlandse expertise op het snijvlak van energie, wetenschap en techniek. De software laat zien dat innovatie in de nucleaire sector niet alleen plaatsvindt in laboratoria en reactorinstallaties, maar ook achter computerschermen, waar geavanceerde simulaties helpen bij het nemen van beslissingen over de energiesystemen van de toekomst. Wat begon als een ambitieus onderzoeksproject is uitgegroeid tot een hulpmiddel waarop diverse internationale reactorontwikkelaars vertrouwen. Het verhaal van SPECTRA laat zien hoe Nederlandse expertise een impact kan hebben die veel verder reikt dan Nederland, en hoe deze via natuurkunde, techniek en code bijdraagt aan het vormgeven van de volgende generatie kernenergie. **K**

Menno Jelgersma



➤ **Interactieve PWR-simulator.** Deze simulator is ontwikkeld voor de Cursus Kerntechniek voor studenten reactorfysica, georganiseerd door NRG PALLAS en de TU Delft. Het SPECTRA-model toont een typische PWR van 3.000 MWth met twee koelkringen.

Marek Michal Stempniewicz en Fajar Sri Lestari Pangukir van NRG PALLAS over SPECTRA

Hoe ziet een typisch SPECTRA-project eruit, vanaf het eerste contact met een klant tot de uiteindelijke oplevering van de resultaten?

“Een typisch SPECTRA-project begint met een vraag van een klant, bijvoorbeeld hoe een bepaald reactorsysteem zich gedraagt tijdens een specifiek bedrijfs- of ongevalsscenario. We ontwikkelen het systeemmodel in SPECTRA, valideren het model (indien de benodigde gegevens beschikbaar zijn), voeren de simulaties uit, analyseren de resultaten en presenteren de bevindingen via technische rapporten en presentaties. Al het werk wordt uitgevoerd binnen een gecontroleerd kwaliteitsborgingskader.”

“De klant kan ook een specifiek probleem hebben dat moet worden opgelost, bijvoorbeeld stoftransport in een pebble-bedreactor. In dergelijke gevallen kan het nodig zijn de code te verbeteren om de betrokken fysische verschijnselen te kunnen modelleren, voordat het analytische werk kan beginnen.”

Als een bedrijf zoals Thorizon jullie zouden benaderen, hoe zou dat proces er in grote lijnen uitzien?

“Een klant verstrekt doorgaans de technische ontwerp informatie en de vragen waarop hij antwoord wil. Samen met hen definiëren we de analysemethodologie, de acceptatiecriteria en de randvoorwaarden. Vervolgens ontwikkelen we een representatief SPECTRA-model, voeren we de simulaties uit, analyseren we de resultaten en leveren we een veiligheidsbeoordeling van het reactorsysteem. Tijdens dit proces werken we nauw samen met de klant om inzicht te krijgen in zijn behoeften en

om feedback te geven op de resultaten. Sommige opdrachtgevers kiezen ervoor om de analyses zelf uit te voeren. In die gevallen kopen zij een SPECTRA-licentie en voorzien wij hen van training en deskundige ondersteuning.”

In hoeverre draagt SPECTRA bij aan het reactorontwerp zelf, en in hoeverre wordt het gebruikt om een bestaand ontwerp te beoordelen of te valideren?

“De resultaten van SPECTRA zijn zeer nuttig, zowel in de ontwerpfase als tijdens



➤ Fajar Sri Lestari Pangukir, adviseur nucleaire veiligheid bij NRG PALLAS: “We werken nauw samen met de klant om inzicht te krijgen in zijn behoeften en om feedback te geven op de resultaten.”

de veiligheidsaantoning. De uitgebreide validatiebasis biedt ontwikkelaars en toezichthouders het vertrouwen dat nodig is om cruciale beslissingen te nemen met betrekking tot het ontwerp en de veiligheid van het systeem. De betrokkenheid van NRG PALLAS bij dit proces hangt af van de behoeften van de opdrachtgever. We kunnen de klant ondersteunen met de software, training en expertise die hij nodig heeft om zijn eigen analyses uit te voeren, of we kunnen de analyses namens de klant uitvoeren. We kunnen SPECTRA zelfs gebruiken om namens een nationale nucleaire toezichthouder onafhankelijke evaluaties uit te voeren van een reactorontwerp waarvoor een exploitatievergunning wordt aangevraagd.

Kunnen jullie een concreet voorbeeld geven van een typische vraag van een klant?

“Veel van de vragen hebben betrekking op reactieveiligheid. Opdrachtgevers willen inzicht krijgen in hoe hun ontwerp zich gedraagt tijdens operationele transiënten en ongevalsscenario's. Een van de eerste vragen kan zijn: welke gebeurtenissen kunnen zich in het systeem voordoen? Door de volledige reeks gebeurtenissen te definiëren (aan de hand van ontwerpevaluaties, operationele ervaring en technieken zoals Hazard and Operability Studies of HAZOP's) en vervolgens de lijst te groeperen en te filteren, komen we uit op een beperkte reeks van zogenaamde 'enveloping Postulated Initiating Events' (PIEs). De veiligheid van de reactor wordt aangetoond door te laten zien dat de gevolgen van elk van deze gebeurtenissen binnen de wettelijke limieten blijven. Hiervoor voeren we transiëntanalyses uit met behulp van SPECTRA. In sommige gevallen omvat dit ook het kwantificeren van het transport en het mogelijk vrijkomen van splijttingsproducten ter ondersteuning van de algehele veiligheidsbeoordeling van de reactor.”

© NRG PALLAS



✂ *Marek Michal Stempniewicz, senior specialist bij NRG PALLAS: “We kunnen SPECTRA zelfs gebruiken om namens een nationale nucleaire toezichthouder onafhankelijke evaluaties uit te voeren.”*

Wat ontvangt de klant uiteindelijk?

“De te leveren resultaten zijn afhankelijk van de behoeften van de klant. Deze kunnen variëren van een SPECTRA-softwarelicentie met training en technische ondersteuning tot projectspecifieke resultaten zoals technische rapporten, simulatieresultaten, visualisaties en aanbevelingen van deskundigen op basis van veiligheids- en transiënte analyses die

zijn uitgevoerd door specialisten van NRG PALLAS. De fundamentele vraag die elke potentiële houder van een vergunning voor de exploitatie van een kerncentrale moet beantwoorden en onderbouwen tegenover de toezichthouder is: Biedt dit ontwerp voldoende bescherming aan het publiek en het milieu tegen de schadelijke effecten van ioniserende straling?” **K**

Menno Jelgersma

€12,6 miljoen subsidie voor vier innovatieve nucleaire projecten



✎ Artist impression van de Thorizon One.

Vier innovatieve onderzoeksprojecten op het gebied van kernenergie ontvangen gezamenlijk €12,6 miljoen vanuit de MOOI-regeling Kernenergie. De subsidieregeling werd in 2025 gelanceerd om innovaties op het gebied van kernenergie te stimuleren bij Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen. De regeling stond open voor innovatieve projecten op het gebied van reactor- en splijtstofcyclustechnologie en oplossingen voor de opslag van radioactief afval en geologische eindberging.

Het is de eerste keer dat er nationale subsidie voor onderzoek in kernenergie is toegekend. De regeling wordt gefinancierd door de ministeries van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en Infrastructuur en Waterstaat (I&W) en maakt deel uit van het Meerjarig Missiegedreven Innovatieprogramma (MMIP) Kernenergie. De projecten zijn geselecteerd op basis van een advies van een onafhankelijke adviescommissie, ingesteld door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Met deze investering wil het kabinet de ontwikkeling van Nederlandse technologieën voor toekomstige kernreactoren zoals SMR's, splijtstofcycli

en de veilige opslag van radioactief afval stimuleren. De geselecteerde projecten gaan deze zomer of uiterlijk in dit najaar van start en hebben een looptijd van maximaal vier jaar.

Toekomstbestendige sector

De projecten zijn van groot belang voor de strategische autonomie van Nederland. Een toekomstbestendige nucleaire sector vraagt niet alleen om nieuwe reactoren, maar ook om kennis over brandstoffen, materialen en oplossingen voor radioactief afval. Door deze kennis en technologie in eigen land te ontwikkelen, bouwt Nederland aan een sterke positie binnen de internationale

nucleaire waardeketen en vermindert het de afhankelijkheid van buitenlandse expertise. Daarnaast bieden de projecten belangrijke kansen voor het Nederlandse bedrijfsleven. Nederlandse start-ups, kennisinstellingen en industriële partners werken samen aan technologieën die wereldwijd in de belangstelling staan. De opgedane kennis versterkt het concurrentievermogen van Nederlandse bedrijven, creëert kansen voor nieuwe bedrijvigheid en draagt bij aan werkgelegenheid. Zoals het ministerie het op zijn website verwoordt: 'Met de subsidieregeling MOOI Kernenergie zet Nederland een belangrijke stap in het versterken van zijn kennispositie en innovatiekracht op een terrein dat wereldwijd sterk in ontwikkeling is. Samen dragen de projecten bij aan een toekomstbestendige nucleaire keten: van nieuwe reactorconcepten die efficiënter en veiliger kunnen omgaan met splijtstoffen tot mogelijke innovatieve oplossingen voor de langdurige opslag van radioactief afval. Daarmee ontwikkelt Nederland kennis en technologie die niet alleen nationaal toepasbaar is, maar ook internationaal

kansen biedt. Naast deze toekenning is binnen het MMIP Kernenergie nog €8,5 miljoen beschikbaar voor aanvullende innovatieprojecten. De besluitvorming hierover volgt op een later moment.' **K**

Sarala Jelgersma



Anne-Catherine Dieudonné, universitair hoofddocent Multiphysics Geomechanics aan de TU Delft, onderzoekt binnen TUNED de mogelijkheden om radioactief afval te bergen in de diepe ondergrond. Geologische eindberging wordt gezien als de meest robuuste oplossing voor hoogradioactief afval. "Voor de eindberging van radioactief afval, dat ontstaat bij de productie van kernenergie en medische isotopen, is het belangrijk om een veilige bergingsfaciliteit te ontwerpen die de tand des tijds doorstaat. Je moet hierbij denken aan een ondergronds netwerk van tunnels die leiden naar ruimtes waar het afval wordt geborgen. Dit tunnelstelsel is voorzien van hele dikke betonnen wanden. Hoe dik die precies moeten zijn, hangt af van de eigenschappen en de spanningstoestand van de geologische lagen. Na het plaatsen van het afval wordt het netwerk gesloten, zodat het afval veilig is ingesloten en geïsoleerd zolang het afval gevaarlijk is."

De projecten:

MARLIN – compacte reactor voor industrie, maritiem en offshore

Het project MARLIN is een initiatief van de in Nederland gevestigde offshore-aannemer Allseas om compacte, modulaire kernreactoren te ontwikkelen. Het consortium, waar ook de TU Delft deel van uitmaakt, onderzoekt de technische en veiligheidsaspecten van een compacte modulaire 'High-temperature Gas-cooled Reactor' (HTGR). Deze reactoren zijn specifiek ontworpen voor maritieme, offshore- en industriële toepassingen en leveren zowel elektriciteit als hoge-temperatuurwarmte. Het consortium ontwikkelt en valideert prototypes, op basis van meetgegevens en modellen voor een reactor die zowel elektriciteit als hoge-temperatuurproceswarmte kan leveren. Bijzonder is de focus op toepassingen in industriële clusters én de maritieme en offshore sector.

PRONTO – ontwikkeling van een innovatief gesmoltenzoutreactorconcept

Het project PRONTO wordt geleid door Thorizon en ontwikkelt een prototype van een gesmoltenzoutreactor met vervangbare 'fuel cartridges'. De reactor is ontworpen om te draaien op een mengsel van thorium en langlevende radioactieve elementen die worden gewonnen uit gerecyclede kernbrandstof. Dit vermindert het volume van langlevend nucleair afval aanzienlijk. Het project onderzoekt onder meer de levensduur van materialen bij hoge temperaturen en ontwikkelt nieuwe monitoringsmethoden om technische risico's vroegtijdig te verkleinen.

TUNED – ontwerp van een geologische eindberging

Het project TUNED (TUnnelontwerp en engineering voor een geologische eindberging in kleilagen in NEDerland) ontwikkelt richtlijnen voor nieuwe ontwerpmethoden van tunnels voor geologische eindberging van radioactief afval in kleilagen. De Nederlandse Routekaart Eindberging stuurt aan op een besluit over beheermethode en locatie rond 2050. Ontwerprichtlijnen voor het tunnelsysteem op meer dan 200 meter diepte ontbreken nog. Het beoordelen van de operationele veiligheid, uitvoerbaarheid en kosten van een dergelijke eindberging vereist daarom onderzoek. Het nieuwe onderzoek (TUNED) gaat de ontwerprichtlijnen voor het tunnelsysteem ontwikkelen en valideren. Het consortium brengt kennis over geologie, techniek, monitoring en kosten samen in één integraal ontwerp kader. De resultaten moeten bijdragen aan beter onderbouwde keuzes voor toekomstige eindbergingsfaciliteiten.

FOUND – innovatieve eindberging in ultradiepe boorgaten

Het project FOUND ontwikkelt een integraal concept voor de eindberging van radioactief afval in (ultra)diepe boorgaten (enkele kilometers) met een grote diameter. Het consortium werkt aan het systeemontwerp, een beoordelingskader voor geologische risico's en stralingsveiligheid én aan een aanpak voor stakeholderbetrokkenheid. Een belangrijke innovatie is een nieuwe boortecnologie ('Electro Pulse Power-drilling'), waarmee grotere diepe boorgaten gemaakt kunnen worden die geschikt zijn voor containers met radioactief afval. Daarmee biedt het project een vernieuwend alternatief voor traditionele eindberging in ondergrondse mijnen.

Frank Nijsen: “Ik zie het hoogleraarschap vooral als een nieuw begin”

Per 15 juli 2026 is Frank Nijsen benoemd tot hoogleraar Local Radionuclide Interventions aan het Radboudumc. Met zijn team werkt hij aan een nieuwe generatie kankerbehandelingen waarbij tumoren van binnenuit uiterst nauwkeurig worden bestraald. Door beeldvorming, radionuclidetherapie, kunstmatige intelligentie en robotica te combineren, wil hij behandelingen effectiever maken én patiënten sneller toegang geven tot innovatie.

De leerstoel die Nijsen gaat bekleden, is nieuw binnen het Radboudumc. Binnen het hooglerarenplan werd een voorstel ontwikkeld voor een leeropdracht op het gebied van Local Radionuclide Interventions, dat vervolgens werd geselecteerd vanwege de strategische betekenis voor onderzoek, onderwijs en patiëntenzorg. Voor Nijsen is de benoeming meer dan een persoonlijke mijlpaal. Hij ziet het vooral als een bevestiging van een gezamenlijke ambitie die de afgelopen jaren vorm heeft gekregen. “Deze benoeming tot hoogleraar is voor mij een mooie erkenning van het werk dat we de afgelopen jaren samen met veel collega’s, promovendi en samenwerkingspartners hebben opgebouwd. Het voelt als een bevestiging dat onze visie op lokaal toegediende radionuclidetherapie niet alleen wetenschappelijk relevant is, maar ook echt het verschil kan maken voor patiënten met moeilijk behandelbare tumoren”, aldus Nijsen. Tegelijkertijd kijkt hij vooral vooruit: “Ik zie het hoogleraarschap vooral als een nieuw begin. Het biedt de mogelijkheid om verder te bouwen aan innovatieve behandelingen, jong talent op te leiden en de samenwerking tussen verschillende disciplines te versterken. Uiteindelijk draait het erom innovaties zo snel mogelijk naar de patiënt te brengen.”

Tumoren van binnenuit behandelen

De kern van Nijsens onderzoek is het lokaal toedienen van radioactieve stoffen om tumoren zeer gericht te behandelen. In tegenstelling tot traditionele bestraling, waarbij straling van buitenaf op de tumor wordt gericht, brengt radionuclidetherapie de stralingsbron rechtstreeks in of vlak bij de tumor. Een van de meest veelbelovende ontwikkelingen binnen dit onderzoeksveld is Dose Painting. Daarbij wordt de stralingsdosis niet gelijkmatig verdeeld, maar afgestemd op de exacte vorm en eigenschappen van een tumor. Nijsen vergelijkt het met het inkleuren van een kleurplaat: “Eerst maken we met scans een heel nauwkeurig beeld van de tumor. Vervolgens brengen we via een naald of katheter radioactieve deeltjes precies op de juiste plekken in de tumor. Tijdens de behandeling zien we met beeldvorming waar de straling terecht komt en hoeveel dosis elk deel van de tumor krijgt. Ontdekken we een ‘wit plekje’ dat nog onvoldoende dosis heeft ontvangen, dan kunnen we dat deel alsnog ‘inkleuren’.” Het grote voordeel van deze aanpak is dat vrijwel de volledige tumor een effectieve dosis ontvangt, terwijl gezond weefsel zoveel mogelijk wordt ontzien. Om dat mogelijk te maken,

maakt het team gebruik van geavanceerde beeldvorming en speciaal ontwikkelde interventietechnieken.

De bijzondere rol van holmium

Een sleutelrol in deze technologie is weggelegd voor holmium-166, een radioactieve isotoop waaraan Nijsen al jarenlang werkt. “We zijn destijds min of meer toevallig uitgekomen bij holmium-166, maar gaandeweg bleek dat een uitstekende keuze.” De aantrekkingskracht van holmium zit volgens hem vooral in de unieke combinatie van therapeutische en diagnostische eigenschappen. Tijdens de behandeling kan de verdeling van het materiaal, zoals in levertumoren, zichtbaar worden gemaakt met verschillende beeldvormingstechnieken. Nijsen: “Dat is de basis van Dose Painting: de stralingsdosis heel nauwkeurig over de tumor verdelen.” De behandeling verloopt bovendien interactief. Radioactiviteit wordt stapsgewijs toegediend, waarna binnen enkele minuten een driedimensionaal beeld ontstaat van de verdeling en de afgegeven dosis. “Aan de hand van de verdeling in de tumor en in het gezonde leverweefsel kan dan besloten worden hoeveel erbij gespoten kan worden. Het is dus een



interactief proces leidend tot de meest optimale behandeling: een accepteerbare dosis op gezond weefsel en de hoogst mogelijke dosis voor de tumor.”

Wereldprimeur in dosisgestuurde therapie

Wanneer hem wordt gevraagd op welke doorbraak uit zijn loopbaan hij het meest trots is, hoeft Nijsen niet lang na te denken. Dat is de Emeritus-2-studie, waarin zijn team als eerste ter wereld een volledig dosisgestuurde radionuclidentherapie, radioembolisatie genoemd, uitvoerde bij patiënten met levertumoren met behulp van MRI-beeldvorming. “Tijdens de behandeling konden we binnen twee minuten zien of de tumor een voldoende hoge, potentieel dodelijke dosis straling kreeg, terwijl we tegelijkertijd het gezonde leverweefsel in de gaten hielden.” De studie moest voortijdig worden gestopt toen de fabrikant stopte met de productie van de gebruikte microsferen, maar de eerste resultaten waren volgens Nijsen veelbelovend. “Twee van de vier patiënten, die aanvankelijk een zeer beperkte behandeloptie hadden, konden na de behandeling alsnog een traject met curatieve intentie ingaan.” Voor hem vormde dat een belangrijk bewijs dat “real-time” beeldgestuurde dosering niet alleen technisch haalbaar is, maar ook directe impact kan hebben op het leven van patiënten.

Radioembolisatie en onverwachte effecten

De onderzoekers zien soms een opmerkelijk verschijnsel na radionuclidenbehandeling. Niet alleen de behandelde tumor reageert op de therapie; soms krimpen ook tumoren elders in de lever die niet rechtstreeks zijn behandeld. Dat wijst mogelijk op activatie van het immuunsysteem. De onderliggende mechanismen worden momenteel verder onderzocht en zouden in de toekomst kunnen leiden tot krachtige combinaties van radionuclidentherapie en immunotherapie.

De behandelaar van de toekomst werkt samen met AI en robotica

Nijsen verwacht dat beeldvorming, kunstmatige intelligentie en robotica het vakgebied de komende tien jaar ingrijpend zullen veranderen. Om ook grotere of lastig bereikbare tumoren nauwkeurig te kunnen behandelen, werkt zijn groep samen met de Universiteit Twente aan robotgestuurde systemen die radioactieve stoffen met uiterste precisie kunnen toedienen. “AI en robotica gaan hierin een sleutelrol spelen”, zegt Nijsen vol vertrouwen. Volgens hem kunnen slimme algoritmen tijdens de behandeling continu berekenen welke delen van een tumor nog onvoldoende dosis hebben ontvangen. Op basis daarvan kan de behandeling direct worden aangepast. “AI kan tijdens de behandeling continu de beelden analyseren, berekenen waar nog onvoldoende straling is afgegeven en adviseren hoe de behandeling verder geoptimaliseerd kan worden.” Robotica voegt daar een precisie aan toe die voor mensen nauwelijks haalbaar is. Nijsen: “Uiteindelijk verwacht ik dat arts en robot steeds meer gaan samenwerken: de arts bepaalt de strategie en houdt de regie, terwijl een robot bepaalde onderdelen van de behandeling uitvoert met een precisie die voor een mens moeilijk haalbaar is.” Die ontwikkeling past volgens hem binnen een bredere trend richting minimaal invasieve en steeds persoonlijkere behandelingen.

Innovatie versnellen

Ondanks alle technologische ontwikkelingen blijft voor Nijsen één vraag centraal staan: hoe krijgen we innovaties sneller bij de patiënt? Dat is ook de drijfveer achter de plannen voor een nieuw “Radionuclide Theranostic Center”, waarin translatie van onderzoek, ontwikkeling en klinische toepassing van radionuclidentherapie dicht bij elkaar worden gebracht. Zijn motivatie komt voort uit de patiënten die hij tijdens zijn

loopbaan heeft ontmoet. “Als ik zie dat patiënten die eerder als uitbehandeld werden beschouwd uiteindelijk toch nog in aanmerking komen voor een curatieve behandeling, dan maakt dat mij eigenlijk ongeduldig.” Hij benadrukt dat achter iedere technische innovatie uiteindelijk een mens schuilgaat. “Ik probeer daarom altijd te denken alsof het om een eigen familielid gaat dat deze behandeling nodig heeft. Dat perspectief maakt dat ik niet tevreden ben met de status quo.”

Bouwen aan de volgende generatie

Minstens zo belangrijk als onderzoek vindt Nijsen het opleiden van nieuwe onderzoekers. Juist daarin ziet hij een van de mooiste aspecten van zijn nieuwe rol. “Wetenschappelijk succes bereik je niet alleen; dat bouw je samen.” Hij wil een omgeving creëren waarin onderzoekers ruimte krijgen om zich te ontwikkelen en waarin samenwerking centraal staat. “Ik geloof in een platte organisatie, waarin iedereen wordt betrokken bij belangrijke beslissingen en de ruimte krijgt om zijn of haar talenten optimaal te benutten”, aldus Nijsen. Zijn eigen rol omschrijft hij daarbij als die van een verbinder. “Ik zie mijn rol vooral als een enabler: iemand die mensen helpt groeien, verbindingen legt en de voorwaarden creëert zodat onderzoekers kunnen excelleren.”

Met de nieuwe leerstoel krijgt een relatief jong maar snelgroeiend onderzoeksveld een stevig fundament. Als het aan hem ligt, zullen radionuclidentherapie, beeldvorming, AI en robotica de komende jaren steeds verder samenkomen. Niet als doel op zich, maar om één reden: meer patiënten een effectieve behandeling en uiteindelijk een betere kans op genezing te bieden. Zijn hoogleraarschap markeert daarmee niet het eindpunt van een carrière, maar het begin van een volgende fase in de ontwikkeling van precisiegeneeskunde. **K**

Menno Jelgersma

1ST BNS-NNS JOINT NUCLEAR CONFERENCE

**DE BELGISCHE NUCLEAIRE VERENIGING
(BNS) EN DE NEDERLANDSE NUCLEAIRE
VERENIGING (NNS) ORGANISEREN OP
15 OKTOBER IN HET ZOO ANTWERPEN
MEETING & CONVENTION CENTRE
DE EERSTE GEZAMENLIJKE
NUCLEAIRE CONFERENTIE:**

PATHWAY TO 2036: ADVANCING A SECURE NUCLEAR ENERGY FUTURE

De conferentie brengt professionals uit de Belgische en Nederlandse nucleaire sector samen, waaronder vertegenwoordigers uit het bedrijfsleven, de academische wereld, de overheid en onderzoeksorganisaties. Door middel van keynote-toespraken, technische presentaties, paneldiscussies en lezingen door opkomend talent, biedt de conferentie een unieke gelegenheid om kennis uit te wisselen, grensoverschrijdende samenwerking te versterken en de toekomst van kernenergie te bespreken.

Uiterste inschrijfdatum: 30 september



Voor meer informatie
en inschrijving



**DATUM:
DONDERDAG 15 OKTOBER '26
LOCATIE:
ZOO ANTWERPEN MEETING
& CONVENTION CENTRE
ADRES:
KONINGIN ASTRIDPLEIN 19,
2018 ANTWERPEN, BELGIË**