



**KERNVISIE
MAGAZINE**

Urenco start
uitbreidingsproject

Museumdepot bij
COVRA toont unieke
stukken

DECISIVE: Dutch
Isotopes Save Lives

2
April
2024

UITGAVE VAN
STICHTING KERNVISIE

**Nieuwe cyclotrons
campus VU voorzien
in groeiende
behoefte medische
isotopen**



KernVisie Magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

Jaargang 19
Nummer 2
April 2024
KernVisie Magazine
verschijnt tweemaandelijks
Oplage 2.200 ex

Ontwerp & Grafische realisatie
StudioHusken.nl, Heiloo

Bestuur Stichting KernVisie

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

Redactie KernVisie Magazine

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

Redactie adres

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

Op de Cover

Van links naar rechts: Andy van Driel, Marten van Til
en Maria Vosjan.
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

Voorwaar een sector om trots op te zijn



Nederland heeft een nucleaire sector om trots op te zijn. Niet alleen staat onze

kerncentrale al jaren in de top van de veiligste reactoren, ook op het gebied van medische isotopen zijn we een voortrekker. Het DECISIVE-initiatief verenigt de hele nucleaire keten die betrokken is bij het onderzoek, de productie, het transport, de behandeling en de verwerking van het radioactieve restmateriaal van medische isotopen. Het is een indrukwekkende lijst van bedrijven en organisaties die samen zorgen voor verbetering en groei in de nucleaire geneeskunde. En die is hard nodig wanneer er jaarlijkse een groei van 10% is op het gebied van diagnostische procedures en er tot 2040 een vervijfvoudiging wordt verwacht van therapeutische toepassingen. Deze groei werd ook gevoeld bij de BV Cyclotron van de Vrije Universiteit van Amsterdam. Daar zijn drie spiksplinternieuwe IBA Cyclone KIUBE cyclotrons en de allernieuwste GMP-hotlabs in gebruik genomen. De 'oude' cyclotrons werden zorgvuldig verwijderd en gaan een tweede leven tegemoet in Oost-Europa. Het uithijzen van de cyclotrons en het afbreken van de bunkers was een uitdagende klus die een nauwkeurige planning en goede voorbereiding vereiste. Niet alleen het ALARA (As Low As Reasonable Achievable) principe zorgde voor een uitdaging maar ook de continuïteit van de productie van medische isotopen mocht niet in gevaar komen. Ondertussen vond in Brussel de allereerste wereldtop over kernenergie plaats met meer dan dertig wereldleiders. De boodschap was helder en unaniem: de wereld kan niet langer om kernenergie heen als we de klimaatverandering serieus nemen. En voor wie toch nog twijfelt is de film Nuclear Now van Oliver Stone een aanrader. De film laat zien dat kennis en wetenschap het tegengif zijn voor angst en vooroordelen en dat kernenergie onmisbaar is bij de oplossing van de klimaatcrisis. **K**

André Versteegh
voorzitter Stichting KernVisie

Disclaimer: De redactie van KernVisie Magazine heeft haar uiterste best gedaan om de rechthebbenden van alle foto's in deze uitgave te achterhalen. In enkele gevallen is dat niet gelukt. Mocht u in geval van een omissie of een vergissing menen de rechthebbende van een foto of illustratie te zijn, gelieve contact op te nemen met de Stichting KernVisie: KernVisie@KernVisie.com



P04

Medisch

Met 3 nieuwe cyclotrons kan BV Cyclotron VU in de groeiende behoefte aan medische isotopen voorzien

De BV Cyclotron VU heeft zijn intrek genomen in het nieuwe Amsterdam UMC Imaging Center en beschikt over drie spiksplinternieuwe IBA Cyclone KIUBE cyclotrons en de allernieuwste GMP-hotlabs, waarmee het in de groeiende behoefte aan medische isotopen voor medische diagnostiek en onderzoek kan voorzien.

P09 Energie

Urenco Nederland geeft boost aan energiezekerheid met uitbreiding van de site in Almelo

Urenco heeft het startsein gegeven voor een uitbreidingsproject dat bijdraagt aan de betrouwbare wereldwijde levering van CO₂-vrije energie. De ceremonie vond plaats op maandag 25 maart op de Nederlandse locatie van Urenco in Almelo. De eerste centrifuges in de nieuwe hal komen in 2027 online en helpen om de westerse supply chain voor kernenergie robuuster te maken.



P18

Maatschappij

Museumdepot bij de COVRA toont unieke stukken

COVRA stelt al ruim vijftien jaar ruimte beschikbaar aan Erfgoed Zeeland en de Vereniging Zeeuwse Musea. Recent is het museumdepot vernieuwd. Onder de naam 'De kunst van het bewaren' tonen het Maritiem Muzeum Zeeland en de COVRA de overeenkomsten tussen van het veilig bewaren van nucleair afval en de opslag van kostbare museumstukken.

P14 Medisch

DECISIVE maakt Nederland topleider nucleaire geneeskunde

DECISIVE is een omvangrijk Nederlands initiatief gericht op het verbeteren en versnellen van innovaties en bedrijfsactiviteiten in de nucleaire geneeskunde in Nederland. Het doel is om de volledige waardeketen van de nucleaire geneeskunde te versterken, van de productie van stabiele isotopen tot de behandeling van patiënten. Na anderhalf jaar intensieve voorbereiding wordt dit jaar de aanvraag voor subsidie bij het Nationaal Groeifonds ingediend.



P10 Maatschappij

Filmrecensie: *Nuclear Now* van Oliver Stone

P12 InBeeld

Historische wereldtop volledig gericht op ontwikkeling kernenergie

P20 Maatschappij

Infographic IAEA: Hoe helpen nucleaire technieken bij misdaadonderzoeken?

P23 Column

Lars Roobol: *Een nieuwe lente*



Medisch

Met 3 nieuwe cyclotrons kan BV Cyclotron VU in de groeiende behoefte aan medische isotopen voorzien

Het campusterrein van de Vrije Universiteit Amsterdam (VU) gaat op de schop en het Wis- & Natuurkunde (W&N) gebouw waarin de 4 cyclotrons van BV Cyclotron VU (BVC) staan opgesteld moet ook wijken. Het oude Philips-cyclotron wordt ontmanteld en gaat voor vervalopslag naar de COVRA, de 3 IBA-cyclotrons worden uit het gebouw gehesen en komen voor hergebruik in aanmerking. De BVC heeft inmiddels zijn intrek genomen in het nieuwe Amsterdam UMC Imaging Center. Hier beschikt BVC over drie spiksplinternieuwe IBA Cyclone KIUBE cyclotrons en de allernieuwste GMP-hotlabs, waarmee het in de groeiende behoefte aan medische isotopen voor medische diagnostiek en onderzoek kan voorzien. Marten van Til (projectleider Decommissioning Cyclotron van de VU), Andy van Driel (stralingsdeskundige VU) en Maria Vosjan (managing director BV Cyclotron VU) lichten het project toe.

In september 2023 is gestart met het vernieuwen van het campusplein van de VU Amsterdam. Tot het najaar van 2024 wordt gefaseerd ieder stukje campusplein aangepakt waarbij het centrale plein een metamorfose ondergaat tot groen stadspark. Daarnaast moet het toch al verouderde Wis- & Natuurkunde (W&N) gebouw wijken omdat de gemeente ruimte wil maken voor voetbalvelden. BVC huurt als zelfstandige BV het pand van de VU en maakte tot voor kort gebruik van de vier in het gebouw opgestelde cyclotrons. Vosjan: "Het gaat om een Philips-cyclotron dat al in 2012 uit bedrijf is genomen en waarvan de VU de eigenaar is en drie IBA-cyclotrons die eigendom zijn van BVC." De herontwikkeling van de VU-campus en de voorgenomen verhuizing van BVC naar het Imaging Center hebben geleid tot de aanschaf van nieuwe Cyclone KIUBE cyclotrons om de productie van radio-isotopen niet stil te hoeven leggen. Daarnaast zijn de verouderde IBA-cyclotrons technisch afgeschreven. De sloop van het W&N-gebouw, de Campusontwikkeling en de ontwikkeling van Kenniskwartier Zuidas gaven in combinatie met de afgeschreven IBA-cyclotrons de impuls voor de aanschaf van nieuwe cyclotrons op een nieuwe locatie op de campus in het Amsterdam UMC Imaging Center. Tegelijkertijd startten de plannen voor de ontmanteling van het Philips-cyclotron en de betonnen bunkers en de herbestemming van de IBA-cyclotrons die in hun geheel uit het gebouw worden gehesen. Alles gebeurt uiteraard volgens de wet- en regelgeving die is bepaald door de toezichthouder ANVS (Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming). De ANVS heeft de vergunningen afgegeven waarin beschreven staat aan welke voorwaarden de VU moet voldoen.

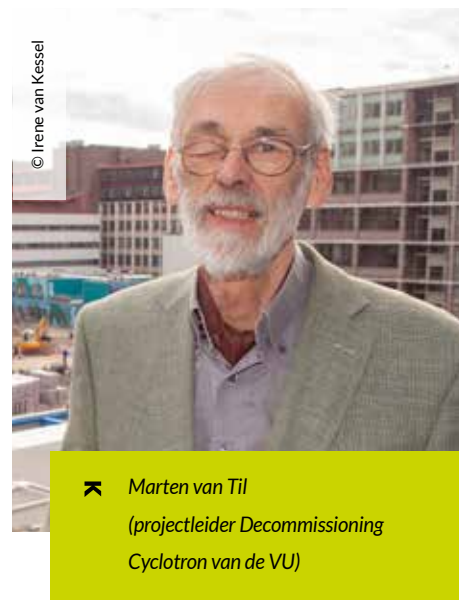
FDG-fluor-18 voor PET/CT-scans

Vosjan: "De VU heeft in de jaren zestig van de vorige eeuw het Philips 28 MeV AVF-cyclotron aangeschaft dat vooral diende voor fundamenteel onderzoek. In 1987

werd de BV Cyclotron VU opgericht en het bedrijf richtte zich vanaf dat moment op de productie van radiofarmaceutica en radionucliden voor beeldvormende technieken zoals PET- en SPECT-diagnostiek. In 2012 is het Philips-cyclotron uit bedrijf genomen, maar de BV Cyclotron VU had toen inmiddels wel al de beschikking over drie IBA-cyclotrons." Lag de focus met het Philips-cyclotron aanvankelijk op de productie van medische isotopen voor SPECT zoals thallium, gallium en jodium, later is met de IBA's de nadruk vooral komen te liggen op fluor om [18F]FDG (FluorDeoxyGlucose)- voor PET/CT-scans te kunnen produceren. Met de aanschaf van nieuwe cyclotrons heb je natuurlijk ook het voordeel om met de nieuwste technieken te kunnen werken. "De technische ontwikkeling staat niet stil en met de moderne cyclotrons zijn we verzekerd van een grotere capaciteit. Dat betekent dat we met de nieuwe cyclotrons meer stroom (μA) op het te bestralen target krijgen. Feitelijk betekent dit dat er meer protonen in een kortere tijd op het target (O-18) komen en BVC dus in een kortere tijd meer F-18 kan produceren", aldus Vosjan.

Cyclotrons horizontaal en verticaal verplaatsen

BVC richt zich met name op de productie van koolstof-11 en zirkonium-89 en is een grote producent van [18F]FDG. Het bedient in Nederland ongeveer de helft van de [18F]FDG-markt en voorziet ziekenhuizen en instellingen van medische isotopen waarmee ongeveer 80.000 mensen op jaarbasis worden geholpen. Met het ouder worden van de bestaande IBA-cyclotrons werd duidelijk dat er behoefte was aan nieuwere cyclotrons met meer capaciteit. Ondanks het feit dat de 'oude' IBA's voor BVC hun einde levensduur hadden bereikt, benadrukt Vosjan dat dit niet betekent dat ze niet meer ingezet kunnen worden. "Ze krijgen een upgrade en komen zo voor een herbestemming in Oost-Europa in aanmerking." Dat is volgens Vosjan inmiddels gebeurd. "Het is een kleine ▶



➤ **Marten van Til**
(projectleider Decommissioning
Cyclotron van de VU)



➤ **Maria Vosjan**
(managing director BV Cyclotron VU)



➤ **Andy van Driel**
(stralingsdeskundige VU)



© Toov van Velzen

➤ *Het Philips-cyclotron staat nog in het gebouw. Het bevat in totaal 90 ton staal en zal in stukken worden afgevoerd naar de COVRA.*

wereld, dus mensen kregen er lucht van dat wij de 'oude cyclotrons wilden ontmantelen. Ze zijn dan misschien niet meer zo geschikt voor de grote productie die wij voor ogen hebben, maar dat betekent niet dat ze niet uitstekend geschikt zouden zijn voor wetenschappelijk onderzoek of kleine productie van medische isotopen." Met de 'opkoper' van de cyclotrons zijn goede afspraken gemaakt. Vosjan: "De enige voorwaarde die wij gesteld hebben, is dat de IBA's uit concurrentieoverwegingen niet binnen onze actieradius terecht zouden komen." Na het uithijzen worden de cyclotrons afgevoerd met een 'normale' vrachtwagen. Ze zijn weliswaar zwaar met een gewicht van 20 ton, maar de omvang is met een diameter van 2,5 meter beperkt. De uitdaging lag vooral in het uithijzen uit het pand waar in de loop der jaren doorlopend stukjes zijn vernieuwd of aangebouwd. Vosjan: "Dat betekende dat het eerste cyclotron dat in januari 2024 op transport is gegaan eerst horizontaal verplaatst moest worden en uiteindelijk verticaal uit het pand kon worden gehesen." Deze operatie werd in het weekend uitgevoerd, waarna het pand weer gebruikt moest kunnen

worden voor de productie van radiofarmaca. Daarom moest het gebouw na het uithijzen weer gesloten worden om op onderdruk te blijven. "Neem daarbij ook in gedachte dat we werken in een GMP-gebied. GMP staat voor Goede Manier van Producenten

of Good Manufacturing Practice, en is een kwaliteitsborgingssysteem voor de farmaceutische industrie waarbij ook rekening wordt gehouden met de luchtkwaliteit. Dus als je gaat slopen en breken mag er echt geen stof in de luchtkanalen komen."

Iedereen kijkt mee

Het Philips-cyclotron staat nog in het gebouw. Van Driel: "Dit cyclotron, dat in totaal 90 ton aan staal bevat, zal in stukken worden afgevoerd naar de COVRA, de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval in Nieuwdorp bij Vlissingen. Het zal daar vijftig jaar in zeecontainers in opslag blijven. Daarna zal het stralingsniveau dusdanig zijn afgenomen dat het als schroot veilig voor een herbestemming in aanmerking kan komen." Van Driel heeft de COVRA voorzien van verscheidene analyses waaruit blijkt dat er over 50 jaar daadwerkelijk geen activiteit meer is. "De COVRA beoordeelt vervolgens of onze analyses voldoende zijn, waarna ze zelf nog eens een aantal analyses uitvoeren." Van Driel legt uit dat de grote zorgvuldigheid die iedereen betracht ook voortvloeit uit



© Toov van Velzen

➤ *Het staal dat van het Philips-cyclotron afkomstig is zal, als het eenmaal veilig is opgeslagen bij de COVRA, na 50 jaar als schroot voor herbestemming in aanmerking komen.*

het feit dat het voor alle partijen de eerste keer is dat zo'n groot cyclotron op transport gaat voor vervalopslag bij de COVRA.

Vosjan: "Iedereen kijkt mee; ook de andere partijen, niet alleen ziekenhuizen, die over soortgelijke cyclotrons beschikken die voor uitfasering in aanmerking komen."

Van Til: "Ze kijken ook mee naar wat de ontmanteling aan kosten met zich meebrengt: enerzijds om te weten wat het kost om een oud cyclotron af te voeren en anderzijds om bij ingebruikname van een nieuw cyclotron rekening te houden met de toekomstige kosten voor decommissioning. Om een vergunning te krijgen voor een nieuw cyclotron is het, in afwijking van hoe het in de jaren zestig ging, tegenwoordig noodzakelijk om de kosten voor ontmanteling vooraf te reserveren." Van Driel: "Je hebt verscheidene scenario's. In de klassieke situatie kocht je een cyclotron en gebruikte je het tot einde levensduur. Dan wilde je het kwijt. De kosten worden op dat moment berekend, inclusief de sloop van het gebouw en het herstel naar een groene weide. Nu houd je bij aankoop al rekening met de economische levensduur van 15 tot 20 jaar, de technische levensduur loopt op tot 30 misschien 40 jaar. Het gebruik van een cyclotron tot en met de ontmanteling en een groene weide levert een ander kostenplaatje op wanneer je er rekening mee houdt dat een cyclotron voor herbestemming in aanmerking gaat komen."

Herbruikbaar licht-geactiveerd materiaal

Het beton van het gebouw waarin de cyclotrons stonden opgesteld, is licht radioactief. Van Driel: "We hebben boringen gedaan in de muren van de cyclotronbunker die 1 tot 2 meter dik zijn. Tot een diepte van 50 centimeter vanaf de binnenkant is sprake van activering. Van Til: "Als je het geactiveerde deel van het beton vanuit de binnenkant van de bunker gaat scheiden van het niet geactiveerde deel, zorgt dit voor een hogere blootstelling aan straling voor de werknemers die de laag van 50 centimeter moeten loshalen. Bij de sloop

van een betonnen bunker is het bovendien gebruikelijk dat je vanuit een cabine van buitenaf de bunker sloop, waardoor de eventuele stralingsbelasting zeer gering is. Zo voldoe je ook aan het ALARA-principe." ALARA of As Low As Reasonably Achievable betekent dat de blootstelling aan straling, zelfs als de dosis heel klein is, zo laag als redelijkerwijs mogelijk moet worden gehouden.

Op 23 december 2023 heeft de VU de officiële vergunning van de ANVS gekregen voor de voorgestelde oplossing van het "herbruikbare licht-geactiveerde materiaal". Uiteindelijk zal het bunkerbeton worden verwerkt in een verhouding van 1:3 bij de productie van nieuw beton, waarmee wat er überhaupt nog aan activiteit over is nog eens wordt verlaagd. Van Til: "Met een Track-and-Trace-systeem is de 'weg' van het beton in de toekomst te volgen. Wij hebben als voorwaarde gesteld dat het beton niet in de woningbouw terecht komt, maar bijvoorbeeld in funderingen voor windmolens op zee of als fundering voor landingsbanen op Schiphol." Volgens Van Til is de stralingsbelasting nagenoeg verwaarloosbaar. Elke Nederlander ontvangt door natuurlijke achtergrondstraling een stralingsdosis van gemiddeld 2,8 millisievert. Bij deze dosis is rekening gehouden met straling van röntgenfoto's en straling van reizen met een vliegtuig. "De straling die bij de sloop van de betonnen bunkers van het cyclotron extra vrijkomt in de omgeving is vergelijkbaar met een röntgenfoto bij de tandarts of een vliegtuig naar Portugal", aldus Van Til. Van Driel: "Extra beschermende maatregelen ten behoeve van stralingsbeperking voor de werknemers zijn niet nodig. Je komt niet eens in de buurt van de norm van stralingsbelasting als de sloopbedrijven de gangbare maatregelen nemen tegen stofbelasting." Je zou dan als medewerker van het sloopbedrijf 400 tot 500 gram stof moet inademen. "Maar dan heb je eerder al een ander probleem", grapt Van Driel. Het vrijkomende wapeningsstaal uit de bunker gaat wel voor 50 jaar vervalopslag naar de COVRA.

Hectische tijden

Inmiddels heeft BVC de drie nieuwe IBA Cyclone KIUBE en de allernieuwste GMP-hotlabs in het Amsterdam UMC Imaging Center elders op de campus in gebruik genomen. Begin maart werd het laatste fluorproduct op de oude locatie gemaakt en als ook de productie van zirkonium is overgegaan naar de nieuwe faciliteit kan de definitieve ontmanteling van het pand starten. Vosjan legt uit dat de overgang zeer goed is voorbereid om te voorkomen dat er tekorten in FDG, het werkpaard van de nucleaire geneeskunde zoals zij het noemt, zouden kunnen ontstaan. "We bedienen 40 tot 50 procent van de markt, dus de overgang moet vlekkeloos verlopen." Dat zorgde er wel voor dat er op de campus op twee locaties tegelijk moest worden gewerkt, wat geen sinecure bleek voor de organisatie. "Hectische tijden waren het. Voor de productie, maar ook voor de stralingsveiligheid en de kwaliteitsborging om alles in de lucht te houden. Petje af voor iedereen die hieraan heeft bijgedragen." Vosjan is heel blij met de nieuwe cyclotrons. Naast de grotere capaciteit van de machines, geeft ze ook als voorbeeld dat het onderhoud sneller kan. "De versnellers werken onder vacuümomstandigheden. Na het onderhoud van de oude cyclotrons duurde het herstel van het vacuüm ongeveer een dag. Bij de nieuwe 'KIUBE-cyclotrons lukt dat al binnen een uur. Bovendien zijn ze compacter en veel gebruiksvriendelijker." Naar verwachting zijn alle activiteiten in het oude pand in september beëindigd en is BVC geheel overgegaan naar het Amsterdam UMC Imaging Center. Aansluitend zal het Philips-cyclotron worden gesloopt. De sloop van de bunkers komt volgend jaar zomer aan de beurt, zodat er geen overlast voor studenten zal zijn. Eind 2025 zal de campus een van de grootste groene locaties op de Zuidas in Amsterdam zijn. De complete sloop van het W&N-gebouw volgt medio 2028. **K**

Menno Jelgersma



Tienjarig jubileum Nuclear Security top

© Nucleair Nederland - Participanten NIS 2014 - CC BY-ND 2.0 DEED

Precies tien jaar geleden werd in Den Haag de Nuclear Security Summit (NSS) gehouden. Deze topconferentie met als onderwerp het voorkomen en bestrijden van nucleair terrorisme bracht politici uit 53 landen samen.

Ook waren er afgevaardigden van de Verenigde Naties, de Europese Unie het Internationaal Atoomagentschap (IAEA) en Interpol. Gelijkzeitig werd in Amsterdam de Nuclear Industry Summit (NIS) gehouden. In de Beurs van Berlage kwamen hiervoor meer dan 200 leiders uit de nucleaire industrie van de wereld samen.

De toenmalige president Obama stelde de organisatie van de Nuclear Security Summit voor in zijn Praagse toespraak van april 2009, waarin hij zijn visie op een 'wereld zonder kernwapens' bekendmaakte en nucleaire beveiliging voorstelde als een van de drie strategische doelen voor deze visie, tezamen met nucleaire ontwapening en non-proliferatie. Obama kondigde ook een nucleaire veiligheidsdoelstelling aan om binnen vier jaar alle kwetsbare nucleaire materialen in de wereld te beveiligen. De eerste Nucleaire Veiligheidstop werd gehouden in Washington D.C. op 12 en 13 april 2010, de tweede Nucleaire Veiligheidstop vond in Seoul op 26-27 maart 2012 plaats. Op 24 en 25 maart 2014 was Nederland de gastheer voor de derde top die werd gehouden in Den Haag.

Officieel side-event

Als officieel side-event werd door de Nederlandse nucleaire sector de Nuclear Industry Summit 2014 georganiseerd in de Amsterdamse Beurs van Berlage met Urencor Nederland als trekker van het hele project.

Doel was om een intensievere internationale samenwerking op het gebied van nucleaire beveiliging te realiseren. In voorbereiding op de NIS was er al maanden uitgebreid gesproken door de drie internationale werkgroepen over de opzet, inhoud en uitwerking van nucleair beveiligingsbeleid. Centrale thema's waren daarbij Strengthening Self-Controle, Managing Cyber Threat en Securing Materials of Concern. De werkgroepen bestonden ieder uit ongeveer tien CEO's, geselecteerd op basis van hun expertise, leiderschap en rekening houdend met een brede geografische dekking. Tijdens de NIS2014 waren er naast plenaire sessies ook bijeenkomsten op werkgroep-niveau en aansluitend technical visits naar de Nederlandse nucleaire bedrijven.

Joint Statement

De top werd afgesloten op 24 maart met de unanieme bekrachtiging door alle deelnemende CEO's van nucleaire bedrijven uit de hele wereld van het officiële Joint Statement. Belangrijke punten van het Joint Statement waren: het delen van 'good

practices' ofwel optimale praktijkervaring, het voortzetten van bestaande discussies binnen diverse gremia van zowel landen als industrie waar het gaat om nucleaire bedreigingen inclusief cyberaanvallen, het verder vergroten van publiek vertrouwen door onder andere meer transparantie, verdere reductie van het gebruik van Hoogverrijkt Uranium (HEU) en het versterken van de controle op hoogradioactief materiaal. En het streven naar een sterke veiligheidscultuur bij organisaties is essentieel en dit behoeft ondersteuning door de industrie. Uiteindelijk maakte de NIS2014 de weg vrij om IT- en OT-beveiliging te zien als integrale onderdelen van nucleaire beveiliging, iets wat inmiddels als standaardpraktijk wordt beschouwd.

Vierde en laatste Nuclear Security Summit

De vierde en laatste NSS werd in 2016 in Washington gehouden. President Obama verwelkomde toen meer dan 50 wereldleiders om de centrale pijlers van zijn initiatief te bekrachtigen: het voorkomen dat terroristen een kernwapen kunnen bemachtigen en gebruiken. De tweede pijler betrof het versterken van het wereldwijde regime - inclusief het Non-Proliferatieverdrag - dat de verspreiding van kernwapens voorkomt. En de derde pijler was het streven naar een nieuw kader voor civiele nucleaire samenwerking, zodat landen die hun verantwoordelijkheid nemen toegang krijgen tot vreedzame kernenergie. In het afsluitende communiqué erkennen de wereldleiders de immer bestaande nucleaire dreiging voor de internationale veiligheid maar spreken ze zich ook uit trots te zijn op het vergrote bewustzijn en de tastbare en zinvolle afspraken die zijn gemaakt op het gebied van de nucleaire veiligheid. 'De toppen hebben de nucleaire beveiligingsstructuur op nationaal, regionaal en mondiaal niveau versterkt, onder meer door een bredere ratificatie en uitvoering van internationale rechtsinstrumenten op het gebied van nucleaire beveiliging', aldus het officiële statement. Een resultaat dat ook nu nog steeds van groot belang is. **K**



© Urenco

Power Company (KHNP). Urenco heeft op 22 maart een nieuw contract getekend voor de levering van verrijkdienstleistungen op lange termijn met deze exploitant van de Koreaanse kerncentrales. Dit contract draagt bij aan een veilige, diverse en betrouwbare levering van splijtstof aan het land. De overeenkomst met KHNP, waarmee Urenco al sinds 1993 samenwerkt, verbindt de beide bedrijven tot ver in het volgende decennium aan elkaar.

Internationaal

Urenco keurde in 2023 al een eerste uitbreidingsproject op de Amerikaanse locatie in New Mexico goed. Op de locatie in Gronau, Duitsland, richt Urenco een bestaande hal opnieuw in met modernere centrifugetechnologie, waardoor de capaciteit van de fabriek zal toenemen. Urenco CEO Boris Schucht: "Urenco zet zich in voor de schone energietransitie en ondersteunt klanten in hun behoefte aan energiezekerheid." Schucht ziet de uitbreidingen als het resultaat van het groeiende momentum voor kernenergie, dat verder duidelijk werd tijdens de recente COP28 in Dubai, waar regeringen en industrie een verklaring ondertekenden om kernenergie te verdriedubbelen in 2050. Louter: "Energiezekerheid en decarbonisatie zijn nog nooit zo belangrijk geweest als nu, en we bevinden ons in een tijd van grote veranderingen voor kernenergie. Zonder kernenergie zal het onmogelijk zijn om de ambitieuze klimaatdoelstellingen te halen." **K**

Urenco heeft het startsein gegeven voor een uitbreidingsproject dat bijdraagt aan de betrouwbare wereldwijde levering van CO₂-vrije energie. De ceremonie vond plaats op maandag 25 maart op de Nederlandse locatie van Urenco in Almelo. Bij het uitbreidingsproject, dat deel uitmaakt van het bestaande capaciteitsprogramma van Urenco, wordt een nieuwe hal met centrifuges toegevoegd aan een bestaande uranium-verrijdingsfabriek. De eerste centrifuges in de nieuwe hal komen in 2027 online en helpen om de westerse supply chain voor kernenergie robuuster te maken.

Ad Louter, algemeen directeur van Urenco Nederland: "Urenco reageert op de veranderde marktvraag. Dit project is onderdeel van een totale uitbreiding samen met projecten op onze locaties in Duitsland en de VS. De uitbreiding is onderdeel van het capaciteitsprogramma, waarmee Urenco de verrijdingscapaciteit op alle vier de locaties wil optimaliseren en uitbreiden. Daarmee gaat de productie van verrijkt uranium omhoog. Het project komt op een moment dat meer landen en energiebedrijven overstappen op kernenergie of hun bestaande activiteiten op dat vlak willen uitbreiden en/of diversifiëren. Met het verrijkte uranium van

Urenco wekken kerncentrales over de hele wereld CO₂-vrije elektriciteit op".

Toezeggingen van klanten

Aan de investering liggen nieuwe klantcontracten ten grondslag. Een van de klanten is de Korea Hydro & Nuclear



© Urenco

Nuclear Now van Oliver Stone

Op 17 maart was de première van Oliver Stones (3 Oscars) *Nuclear Now* in theater Tuschinsky in Amsterdam. De regisseur won eerder Oscars met films als *Platoon*, *JFK* en *Snowden*. In zijn nieuwste documentaire breekt hij een lans voor de grootschalige inzet van kernenergie als oplossing voor de desastreuse klimaatverandering ten gevolge van het gebruik van fossiele brandstoffen.

De documentaire *Nuclear Now* verschijnt precies tien jaar na de première van een andere pro-nucleaire film: *Pandora's Promise* van (achter)naamgenoot Robert Stone. Bij Robert Stones film lag de nadruk op voortschrijdend inzicht, op de realisatie dat *environmentalists* als vanzelfsprekend antinucleair waren, maar nu door de klimaatverandering gedwongen waren in te zien dat we het niet met zon en wind alleen gaan redden. Oliver Stones nieuwe film is niet zozeer een vervolg op *Pandora's Promise*, maar meer een reactie op *An Inconvenient Truth* van Al Gore uit 2006.

Fossiel financiert de milieubeweging

Oliver Stone heeft de film samen met Joshua Goldstein geschreven en de film is ook in grote lijnen gebaseerd op het boek *A Bright Future, how some countries have solved climate change and the rest can follow* van Joshua Goldstein en Staffan A. Qvist. In het eerste deel van de film laat Stone vooral zien waar de angst en weerstand voor kernenergie vandaan komen. De bom op Hiroshima, de ongelukken bij Three Mile Island, Tsjernobyl en Fukushima en de daaropvolgende mediahype tegen nucleair zorgden voor een vertekend beeld van kernenergie bij het grote publiek. Maar ook de lange arm van de fossiele industrie heeft bijgedragen aan het huidige beeld van nucleair. Terwijl landen als Frankrijk, Zweden, Canada maar ook de VS na de oorlog *Atoms for Peace* omarmen en groot inzetten op nucleair, houden de grote producenten van fossiele producten zoals BP, ESSO en SHELL hun hart vast. Ze zien in de CO₂-vrije kernenergie een bedreiging voor hun marktaandeel. Ze maken gebruik van de ontluikende angst voor kernrampen en financieren de anti-nucleaire milieubeweging. Daar komt bij dat na de oorlog de Atomic Energy Commission (AEC), en later de Nuclear Regulatory Commission (NRC), steeds strengere veiligheidsmaatregelen opstelden om zowel burgers als nucleaire werkers te beschermen. Deze inspanningen resulteerden in het ALARA (As Low As Reasonably Achievable) protocol, dat werd aangenomen als de



➤ *Panellid Ad Louter, CEO van Urenco Nederland (tweede van links) benadrukt dat toenemende netcongestie en de behoefte aan een betrouwbare base-load vragen om de inzet van kernenergie.*

standaard voor nucleaire veiligheid. Prima om veiligheid voorop te stellen. De nucleaire sector zou de laatste zijn om dat te ontkennen. Maar ALARA in combinatie met het Linear No Threshold-principe (LNT) kent op papier geen limiet. Stone laat zien dat door de focus te blijven leggen op steeds stingentere en duurder maatregelen om ongevaarlijke stralingsniveaus te verlagen, we zijn vergeten om op het échte gevaar te letten: fossiele brandstoffen. Met klimaatverandering als gevolg.

5 miljoen doden per jaar door luchtvervuiling

De antinucleaire lobby wordt zo sterk dat in sommige landen kerncentrales die praktisch klaar waren om in gebruik genomen te worden, worden gesloopt of een herbestemming krijgen als kolencentrale. Plannen voor nieuwbouw gaan na het ongeluk bij Tsjernobyl, ook in Nederland, in de ijskast. Is de angst terecht? De imprint door de media is zo groot dat onafhankelijke rapporten van onder meer de Wereldgezondheidsorganisatie en UNSCEAR over de gevolgen van Tsjernobyl en Fukushima niet kunnen overtuigen. Duitsland besluit na Fukushima zelfs om helemaal te stoppen met kernenergie. 'We zijn niet bang voor het gevaar maar voor het onbekende' laat Stone in zijn film zien aan de hand van concrete voorbeelden en officiële cijfers. Kwamen er bij Tsjernobyl enkele tientallen mensen om, in Fukushima is de dood van één persoon officieel

toegeschreven aan het ongeluk. Dat staat in schril contrast met de desastreuze gevolgen door het gebruik van fossiele brandstoffen. Jaarlijks komen er wereldwijd 5 miljoen mensen om door luchtvervuiling. Dit getal werd gepubliceerd aan de vooravond van de klimaatop COP28 in Dubai. Gemakshalve worden rampen met waterkracht, waar soms tienduizenden mensen omkomen, weggemoffeld. In augustus 1975 stortten de Banqiao-dam en 61 andere dammen in Henan (China) in. Het dodental liep op tot meer dan 200.000 mensen.

Aandeel wind en zon groeit, de energiebehoefte groeit sneller

Tegenstanders van kernenergie zijn als gevolg van de intensieve antilobby zo hardnekkig in hun overtuiging blijven hangen dat ze niet meer inzien dat ze met het afwijzen van kernenergie zelf hebben bijgedragen aan de versnelling van de klimaatverandering. In Duitsland zetten ze liever bruinkool in dan dat ze CO₂-vrije kerncentrales in bedrijf houden. Stone laat zien dat wind- en zonne-energie nog geen substantiële bijdrage leveren aan het terugdringen van de CO₂-uitstoot. Het aandeel groeit wel, maar de energiebehoefte wereldwijd groeit mee. Een miljard mensen is rijk en heeft de energie tot zijn beschikking die het nodig heeft. 6 miljard mensen willen ditzelfde niveau bereiken en nog eens bijna 1 miljard heeft nog helemaal geen toegang tot energie, maar wil dat natuurlijk ook.

Kijk naar landen die het wel gelukt is de CO₂-uitstoot echt terug te dringen. Wat hebben ze daarvoor gedaan? Kernenergie. De oplossing is er en veel landen bouwen nieuwe kerncentrales of overwegen de stap te nemen. Alle energiebronnen leveren afval op. Kernenergie ook. Maar de nucleaire sector is de enige van allemaal die zorgt voor veilige opslag. Al het kernafval van alle kerncentrales in de VS in de afgelopen 60 jaar past in een Walmart-supermarkt.

Volop gaan bouwen

In de paneldiscussie die volgde op de vertoning van de film wijzen alle neuzen dezelfde kant op. Zon en wind zijn prima, maar als de zon niet schijnt of de wind niet waait, heb je back-up nodig, CO₂-vrije basislast om de uitval van productie op te vangen. Panellid Marco Visscher, de schrijver van *Waarom we niet bang hoeven te zijn voor kernenergie*, is de enige die een punt van kritiek heeft. Volgens hem is het onnodig om te wachten met de inzet van kernenergie op innovatieve reactorontwerpen zoals Small Modulair Reactors. Er liggen kant-en-klare ontwerpen gereed om uit te rollen die bewezen veilig en effectief zijn. We zullen alle zeilen bij moeten zetten om de opwarming van de aarde te stoppen en dat betekent vol inzetten op nucleair. Ook het andere panellid Ad Louter, CEO van Urenco Nederland benadrukt dat toenemende netcongestie (Momenten waarop de elektriciteitsnetten te maken hebben met een vraag of aanbod van elektriciteit die groter is dan de transportcapaciteit van het net) en de behoefte aan een betrouwbare base-load vragen om de inzet van kernenergie. Oliver Stone heeft met zijn film laten zien dat kennis en wetenschap het tegengif zijn voor de angst en vooroordelen en dat de oplossing voor de klimaatcrisis binnen handbereik is. Ons menselijk vernuft kan ons redden. "Necessity is the mother of invention", aldus de regisseur. De film *Nuclear Now* was in verschillende bioscopen te zien. *Pandora's Promise* is online bij onder meer Vimeo te zien. **K**

Menno Jelgersma



InBeeld

Historische wereldtop volledig gericht op ontwikkeling kernenergie

Op 21 maart ontmoetten wereldleiders uit meer dan 30 landen en de Europese Unie elkaar tijdens de inaugurele top over kernenergie in Brussel. Deze historische top, 's werelds eerste bijeenkomst op hoog niveau die volledig gericht is op kernenergie, volgt op de historische prominente rol van kernenergie tijdens de VN-conferentie over klimaatverandering (COP28) afgelopen december.

"Kernenergie is een buitengewone troef waarvan we het volledige potentieel moeten benutten als we de klimaatverandering onder controle willen houden. Het verhaal

dat kernenergie tegenover wind- en zonne-energie stelt is verkeerd. Het is tijd dat de waarheid doordringt, dat leiders de nodige hefboomen overhalen en helpen om de wereldwijde



“klimaatdoelstellingen te gaan halen”, aldus Rafael Mariano Grossi, directeur-generaal van de IAEA.

Tijdens zijn openingswoorden onderstreepte Grossi, die samen met de Belgische premier Alexander de Croo de top voorzat, de noodzaak van actie. “De noodzaak van kernenergie erkennen is niet genoeg. Het is aan de politieke leiders om een klimaat te scheppen dat de ontwikkeling van kernenergie aanmoedigt. Zonder doortastende actie zou het potentieel van kernenergie om de groene transitie te ondersteunen verloren kunnen gaan”, aldus Grossi. In verklaringen van staatshoofden en andere nationale vertegenwoordigers op hoog niveau werd de status van kernenergie in hun land belicht en werden belangrijke factoren opgesomd voor het

halen van de deadlines voor de overgang naar schone energie, waaronder een technologie neutrale aanpak, zoals wet- en regelgeving die de ene schone energiebron niet bevoordeelt ten opzichte van de andere. “Net zero heeft kernenergie nodig omdat dit de enige manier is om volledig koolstofvrij te worden,” zei De Croo op het jongerenevenement. “We zullen veel hernieuwbare energie nodig hebben, maar ook veel kernenergie.” De top zal waarschijnlijk geen jaarlijks evenement worden, maar werd toch afgesloten met de volgende woorden: ‘We verwelkomen en steunen de IAEA in het bijeenroepen, in samenwerking met een lidstaat, van een andere Nucleaire Energietop te zijner tijd om het momentum te behouden en steun te blijven opbouwen voor kernenergie om onze wereld koolstofvrij te maken.’ **K**

DECISIVE maakt Nederland topleider nucleaire geneeskunde

DECISIVE is een omvangrijk Nederlands initiatief gericht op het verbeteren en versnellen van innovaties en bedrijfsactiviteiten in de nucleaire geneeskunde in Nederland. Het doel is om de gehele waardeketen van de nucleaire geneeskunde te versterken, van de productie van stabiele isotopen tot de behandeling van patiënten, en van onderzoek naar nieuwe behandelingen tot de klinische implementatie. Na anderhalf jaar intensieve voorbereiding wordt dit jaar de aanvraag voor subsidie bij het Nationaal Groeifonds ingediend.

bij het Erasmus MC startte in 2022 met de opzet voor DECISIVE en betrok het Nijmeegse Radboud universitair medisch centrum bij het initiatief. Inmiddels zijn ook UMC Groningen, Amsterdam UMC en de Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde en klinisch radiochemici bij het initiatief betrokken. Frank Nijsen (Radboudumc), Erik de Blois (Erasmus MC, bestuurslid NKRK) en Andor Glaudemans (Voorzitter NVNG - UMC Groningen) zijn drie van de initiatiefnemers van DECISIVE en lichten het project toe.

Met het Nationaal Groeifonds investeert de Nederlandse overheid tussen 2021 en 2025 20 miljard euro in projecten die zorgen voor de duurzame economie van Nederland. De naam van het project DECISIVE is afgeleid van de lijfspreuk 'Dutch Isotopes Save Lives', een verwijzing

naar de bijzondere positie van Nederland waar de hele nucleaire keten betrokken is bij het onderzoek, de productie, het transport, de behandeling en de verwerking van het radioactieve restmateriaal van medische isotopen. Erik Verburg, professor Translationele Nucleaire Geneeskunde

Vervijfvoudiging in 2040

Andor Glaudemans: "Het initiatief is vooral belangrijk vanwege de groei van ons vakgebied en het belang van de nucleaire geneeskunde. We zien al lange tijd een jaarlijkse groei van 10% op het gebied van diagnostische procedures en er

Andor Glaudemans

Andor Glaudemans is voorzitter van de Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde en co-voorzitter van de Infection and Inflammation Committee van de European Association of Nuclear Medicine. Hij is werkzaam als specialist nucleaire geneeskunde en plaatsvervangend hoofd van de afdeling Nucleaire Geneeskunde en Moleculaire Beeldvorming van het Universitair Medisch Centrum in Groningen.



wordt een vervijfvoudiging verwacht van therapeutische toepassingen in 2040. Op dit moment zijn er al geregeld tekorten aan medische isotopen. Dat zal helemaal een probleem worden wanneer de vraag in de toekomst vervijfvoudigt." Het ministerie van Volksgezondheid Welzijn en Sport (VWS) is daarop ingesprongen en is in 2019 een programmadirectie 'medische isotopen' gestart met als doel om de leveringszekerheid van medische isotopen in Nederland te waarborgen.

Dit leidde tot een investering van 1,8 miljard euro voor de komende 10 jaar in de ontwikkeling van de nieuwe Pallas-reactor. Glaudemans: "VWS heeft aansluitend de vraag aan het veld en Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde voorgelegd: hoe kunnen jullie waarborgen dat die investering ook goed terecht komt, dus echt bij de patiënten en ziekenhuizen?" De Blois: "Dat leidde al snel tot het DECISIVE-initiatief waarbij we alle experts bij elkaar brengen, te weten: de onderzoekers die nieuwe medische isotopen maken, de radiochemici die medische isotopen gebruiken in het ziekenhuis en de nucleair geneeskundigen die de behandeling en diagnostiek doen." Hierbij gaat het om zowel de economische impact als de maatschappelijke impact. Glaudemans: "We willen dat iedere patiënt toegang heeft tot de medische isotopen die ze nodig hebben, nu en in

de toekomst." Naast de therapeutische toepassing kunnen medische isotopen ook een grote rol spelen in de diagnostiek.

"We streven ernaar het gidsland te worden op het gebied van nucleaire geneeskunde. Niet alleen voor Nederland maar ook wereldwijd. De potentie is er, en de benodigde kennis is binnen handbereik, maar het vereist wel dat we elkaar kunnen vinden",
Frank Nijsen, Radboudumc

Ze kunnen als tracers worden ingezet om op een snelle en veilige manier te checken of een behandeling werkt en of de medicatie ook op de beoogde plek in het lichaam terecht komt. "Het is heel breed inzetbaar, niet alleen voor kanker maar ook voor infectieziektes, neurologische aandoeningen en cardiovasculaire ziektes. We hebben zelfs specifieke tracers waarmee we Parkinson en Alzheimer in een vroeg stadium kunnen ontdekken. Met behulp van diagnostische tracers kan sneller worden geëvalueerd en gerichtere therapie worden gegeven zonder onnodige bijwerkingen", licht Glaudemans toe. Ook

voor de grote farmaceutische industrie is dit een belangrijke eigenschap. Nijsen: "Het biedt een efficiënte manier voor de bedrijven om snel en goed

te kunnen zien of nieuwe medicatie ook echt werkt. Normaal duurt zo'n traject een jaar of tien en dat is niet alleen lang maar ook kostbaar. Met behulp van de tracers kan veel sneller het go/no go besluit worden genomen. Dat scheelt tijd én geld."

Uniek multidisciplinair consortium

Het initiatief wordt niet alleen ondersteund door de nucleaire bedrijven en overheden maar ook van een uitgebreide lijst van partners uit de aanverwante nucleaire sector. Van academische en perifere ziekenhuizen tot patiëntenverenigingen en van industrie tot onderwijsinstellingen. "Het zal jullie niet meevallen om een bedrijf of organisatie te vinden dat níet is aangesloten bij ons consortium", lacht Nijsen. DECISIVE heeft daarmee nationaal en internationaal een unieke positie omdat het een brug slaat tussen industrie, ✎



© Frank Nijsen

Frank Nijsen

Frank Nijsen is universitair hoofddocent bij de afdeling Medische Beeldvorming van het Radboud universitair medisch centrum. Zijn onderzoeksgroep richt zich op experimentele interventionele nucleaire geneeskunde en is onderdeel van de onderzoeksgroep NucMed. Tevens leidt hij de onderzoeksgroep MAGIC (Minimally Invasive Image-Guided Intervention Center). Daarnaast is hij deeltijd wetenschappelijk adviseur van Quirem Medical, een spin-off bedrijf dat voortkwam uit zijn onderzoeksgroep en werd opgericht in 2013. In 2020 werd de spin-off overgenomen door het Japanse bedrijf Terumo.

afschermingsmateriaal voor het werken met radioactieve stoffen. Dit zijn bedrijven die internationaal opereren en tot de top behoren.”

klinische zorg, R&D, technologie, beleid, patiënten en onderwijs. Er zijn soortgelijke initiatieven in het buitenland maar deze zijn op veel kleinere schaal en geen enkele ervan beslaat de complete infrastructuur zoals DECISIVE. “Een cruciaal onderdeel van de keten is dat we Urenco hier in Nederland hebben waar de grondstoffen voor de medische isotopen gemaakt kunnen worden”, benadrukt De Blois. “Dat is uniek, ook wereldwijd.” Het gehele Nederlandse nucleaire ecosysteem is recent in kaart gebracht door Technopolis in opdracht van FAST, het Centre for Future Affordable and Sustainable Therapy development, dat in 2020 is opgericht om innovatieve therapieontwikkeling in

Nederland te stimuleren. Nijsen: “We hebben in Nederland historisch gezien al een zeer solide basis op het gebied van nucleaire geneeskunde met onder andere de twee onderzoeksreactoren in Delft en Petten.” Niet alleen is de gehele keten van medische isotopen in Nederland vertegenwoordigd, maar ook op andere aanpalende kennisgebieden is veel knowhow in huis. De Blois: “Er zijn bijvoorbeeld ook Nederlandse bedrijven die gespecialiseerd zijn in het maken van

Innovatieve, toekomstgerichte aanpak

Glaudemans benadrukt het vooruitstrevende karakter van het initiatief: “We richten ons echt op de toekomst en innovatie. We willen de infrastructuur, het ecosysteem, de toegankelijkheid tot medische isotopen voor iedere patiënt waarborgen. Ik voorzie dat we therapieën gaan ontwikkelen voor die kankersoorten waar nu nog geen therapie voor is, zoals bijvoorbeeld



© Irene van Kessel

Erik de Blois

Erik de Blois is bestuurslid van de Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde maar ook van Nederlandse Klinisch Radiochemische vereniging en werkt als Klinisch Radiochemicus op de afdeling Radiologie & Nucleaire Geneeskunde van het Erasmus MC. In die functie is hij verantwoordelijk voor de klinische implementatie van nieuwe niet-geregistreerde radiofarma. Sinds 2021 is hij ook Hoofd Kwaliteitscontrole en verantwoordelijk voor de vrijgave van radiofarma die in eigen beheer worden gemaakt.

alvleesklierkanker. Ik voorzie ook dat dit over tien jaar een duidelijke, grote tak is binnen het algemene arsenaal van therapieën. Een tak die in vergelijking met chemotherapie veel minder bijwerkingen veroorzaakt omdat onze therapie puur gericht is op kankercellen en niet op gezonde cellen." De Blois: "Daarnaast is duurzaamheid een belangrijk aspect van ons plan. Dat varieert van het transport van nucleair materiaal door Nederland en Europa, tot het zorgdragen voor de afvalstromen zoals van de radioactieve urine van behandelde patiënten. Maar ook het hergebruiken van targetmateriaal is belangrijk. Stabiele isotopen zijn kostbaar en die wil je waar mogelijk hergebruiken, net als de radio-isotopen." Alle expertise op het gebied van nucleaire geneeskunde komt samen in DECISIVE. Gezien de indrukwekkende multidisciplinaire samenstelling van organisaties, bedrijven en instellingen is het plan ontstaan om DECISIVE op te delen in verschillende workstreams. Nijsen: "Op die manier willen we toegewijde experts aan iedere workstream koppelen. Het belangrijkste is dat we dat met elkaar doen. Zowel academici als bedrijven." Uiteraard zal er ook onderlinge concurrentie bestaan, maar volgens Nijsen is deze ook nodig om het verdienmodel van bedrijven te waarborgen. "In principe moet DECISIVE voor iedereen een opstap zijn; het moet voor iedereen nut hebben." Alle bedrijven die met nucleaire geneeskunde en medische isotopen te maken hebben zijn van harte welkom om zich aan te sluiten. Of het nu gaat om instrumentenmakers voor de laboratoria waar de isotopen worden gemaakt of het transportbedrijf dat het afval vervoert, iedereen is welkom. DECISIVE heeft ook internationale ambities. Nijsen: "We zijn er voor de Nederlandse patiënten maar we willen ook hoogwaardige en goede producten naar het buitenland exporteren." Hij geeft als voorbeeld de realisatie van klinische trials binnen DECISIVE. "Als we dat goed doen, dan zullen er straks ook

internationaal bedrijven zijn die hun trials in Nederland willen uitvoeren. Dat is ook een verdienmodel." Hij ziet het opzetten van de beoogde centra en diensten binnen DECISIVE als een mogelijkheid om de unieke positie van Nederland op het gebied van nucleaire geneeskunde te vergroten. "Dat wordt het vliegwiel dat bedrijven naar Nederland zal trekken en de economie ten goede komt."

Nationaal Groeifonds aanvraag

De urgentie voor het initiatief wordt gevoeld door iedereen. De subsidieaanvraag bij het Nationaal Groeifonds komt op het moment, waarop de voorsprong die Nederland heeft op het gebied van nucleaire geneeskunde, kan worden bestendig en

uitgebreid, mits de juiste investeringen en samenwerkingen nu worden uitgevoerd. "Dit is het juiste moment. Nucleaire geneeskunde is zo booming, en staat enorm in de schijnwerpers. We hebben alles nu op één lijn in Nederland, het is gewoon nu of nooit", vat Glaudemans het samen. "Het is ook een goede investering voor ons land. De chemische industrie zijn we in de loop van de tijd voor een deel verloren maar op dit gebied zijn we nog in de lead. Die internationale koppositie kunnen we met DECISIVE behouden en uitbreiden", vult Nijsen aan. Onlangs is door de Tweede Kamer gestemd en besloten dat de vierde ronde van het Nationaal Groeifonds tot nader order is uitgesteld. Meer informatie over het initiatief en de deelnemers is te vinden op de website www.ngfdecisive.nl. **K**

De zeven hoofddoelen van het DECISIVE-initiatief zijn:

- 1 – Het centraliseren van de coördinatie en de productie van trials van nieuwe therapieën.
- 2 – De realisatie van een centralised valorisation hub. De regelgeving rondom nucleaire geneeskunde is toch net iets anders dan voor andere geneesmiddelen. Door deze te centraliseren kan het proces versneld worden en kennis gedeeld.
- 3 – Zorgen dat de productie van medische isotopen op orde is door alle spelers bij elkaar te brengen. Van de grondstoffen stabiele isotopen (Urenco) naar productie van radio-isotopen naar radiopharmaceutical hub tot een dosimetrie centrum. Dit worden ook echt concrete centra waar onderzoekers en bedrijven elkaar kunnen vinden maar waar ook een heleboel data beschikbaar is.
- 4 – Het opzetten van een dataplatform voor centrale opslag, kwaliteitsregistratie en uitwisseling van beeldgegevens. Dit zal leiden tot efficiënter datagebruik, gepersonaliseerde patiëntbehandelingen om zo morbiditeit, mortaliteit en zorgkosten verminderen. Op termijn zal het ook zorgen voor gestandaardiseerde Artificial Intelligence-based data-analyses voor commerciële partners.
- 5 – Nuclear Medicine Academy. Dit is een centraal opleidingscentrum inclusief technische programma's op mbo/hbo/wo-niveau en bedrijfsopleidingen om de expertise en groei van geschoolde arbeidskrachten te waarborgen.
- 6 – Opzetten van een Nederlands overkoepelend netwerk voor beheer, communicatie, verspreiding en contact met regelgevende instanties zodat er samenhang en afstemming van het systeem komt en Nederland nieuwe partners uit de industrie kan aantrekken.
- 7 – Duurzaamheid. Zorgen dat het nucleaire afval beperkt blijft, dat waar mogelijk nucleair afval hergebruikt wordt en zorgen voor een duurzame manier van transport van radio-isotopen.



Museumdepot bij de COVRA toont na heropening unieke stukken

© Gabriëlle Baumann

COVRA stelt al ruim vijftien jaar ruimte beschikbaar aan Erfgoed Zeeland en de Vereniging Zeeuwse Musea in het LOG (Laag- en middelradioactief afval OpslagGebouw). Recent is het museumdepot vernieuwd. Onder de naam 'De kunst van het bewaren' tonen het Maritiem Muzeum Zeeland en de COVRA de overeenkomsten tussen het veilig bewaren van nucleair afval en de opslag van kostbare museumstukken. Gabriëlle Baumann, collectie- en depotbeheerder bij het Maritiem Muzeum Zeeland, licht de samenwerking toe.

Toen Baumann in 2010 bij het Maritiem Muzeum Zeeland als collectie- en depotbeheerder aan de slag ging, beschikte het museum al een jaar over een depot bij de COVRA. Baumann: "Het depot had toen echt de functie van opslag in die zin dat de stukken die bij de COVRA waren opgeslagen, niet voor publiek toegankelijk waren gemaakt." Maar met de heropening van het museumdepot is ervoor gekozen de museumstukken die zijn opgeslagen beter zichtbaar te maken in etalages en te voorzien van een beschrijving. "Ik spreek in dit geval liever van etalages en niet van vitrines om aan te geven dat het niet om een museum gaat, maar echt om een depot." Voor de inrichting, de belichting en de samenstelling

van de etalages is samengewerkt met beeldend kunstenaar en vormgever Ramon de Nennie die samen met muZEEum verantwoordelijk was voor de begeleidende teksten bij de museumstukken.

Voormalig directeur Hans Codée

Wat maakt de opslag bij COVRA aantrekkelijk voor een museum? Het LOG heeft een permanente beveiliging en een uiterst gecontroleerd klimaat. Eigenlijk alles wat een depot nodig heeft. Op initiatief van de voormalig directeur van COVRA, Hans Codée, is ruimte beschikbaar gesteld die onbruikbaar is voor de opslag van afval aan de Zeeuwse musea. De COVRA slaat al het

radioactief afval dat in Nederland ontstaat voor ten minste honderd jaar op in een gecontroleerde en beveiligde omgeving. Dat leent zich natuurlijk ook uitstekend voor de opslag van museale stukken want wat het afval en museumstukken gemeen hebben is dat ze over een lange periode beide zorgvuldig en verantwoord bewaard moeten worden. Baumann: "Bij de COVRA is sprake van een redelijk constant klimaat. In de zomer warmt de ruimte heel langzaam op en in de winter koelt het langzaam af. Voor objecten die echt een constante temperatuur nodig hebben zoals papier of fragiele stukken of schilderijen is de opslag bij COVRA weer minder geschikt."

Michiel de Ruyter

Waar de opslag wel uitermate voor geschikt is, is het manshoge beeld van Michiel de Ruyter dat direct bij binnenkomst in de opslag is te zien. Het is een topstuk van de COVRA-depotcollectie sinds december 2021 dat oorspronkelijk in het zeemanshuis in Rotterdam stond en voorheen te zien was in het recent gesloten Arsenaal in Vlissingen. Het beeld is van terracotta met houten details en is gemaakt door J. Verdonck in 1858. Baumann: "Het beeld

hebben we voor de grote cilindervormige betonnen opslagcontainers geplaatst en door de opstelling en de belichting maken die containers onderdeel uit van de presentatie." Voor de verhuizing naar de COVRA is het met een hoogwerker uit het Arsenaal getakeld. "Ik was niet bij de verhuizing aanwezig, maar ik weet zeker dat ik mijn nagels zou hebben afgebeten van de spanning tijdens die verhuizingsoperatie", geeft Baumann toe.

Verder staan er ook nog twee beelden die afkomstig zijn uit het voormalige Van Dishoeckhuis uit 1733 dat tot 1960 als stadhuis van Vlissingen diende en destijds moest wijken voor de uitbreiding van de scheepswerf De Koninklijke Schelde. Bij deze verhuizing was Baumann wel aanwezig. Ze vertelt dat het geen sinecure was om de beelden via gangetjes, smalle deurkozijnen en een lift uit het gebouw te verplaatsen. "Vanwege de krappe locatie konden we de beelden niet goed inpakken omdat ze anders te massief zouden worden." Het was dus uiteindelijk een hele spannende exercitie om de beelden heelhuids bij de COVRA te krijgen. "De twee beelden zijn mijn favoriete objecten tezamen met de ronde lichtkaatser afkomstig van een vuurtoren." Wat Baumann hier zo bijzonder vindt, is het technische vernuft wat aan de dag is gelegd om de glazen kaatser te maken. "Het is helemaal rond en in facet geslepen; het is gewoon een geweldig mooi object."



➤ Jan Boelen, algemeen directeur COVRA (rechts) opende tezamen met Onno Bakker, directeur Maritiem Muzeum Zeeland (links) het vernieuwde museumdepot.

Wat in het museum staat geëtaleerd, is volgens Baumann slechts de top van de ijsberg. "We beschikken over drie interne depots en twee externe, waarvan de COVRA er een is."

Gemeenschappelijk verhaal

Daarnaast herbergt het heropende museumdepot een deel van de collectie van de Vlissingse beeldend kunstenaar Cees van der Burght, die in 2015 op 84-jarige leeftijd overleed. "Hij groeide op tijdens de Tweede Wereldoorlog en de indrukken die hij tijdens de bezetting heeft opgedaan heeft hij verbeeld in sculpturen, tekeningen en schilderijen. In het depot hebben wij de houten beelden van hem tentoongesteld."

De rondgang in het depot komt langs de windwijzer uit 1642 die tot in de jaren 60 op het Lampsinshuis in Vlissingen stond. In juli 2002 kreeg deze rederswoning uit de 17e-eeuwse een nieuwe bestemming als het Maritiem muZEEum Zeeland. "De windwijzer is absoluut uniek, maar in het muZEEum hebben we er geen plaats voor omdat de windwijzer daar ons 'verhaal' niet ondersteunt." Of de museumstukken die in het depot staan ooit nog eens in het muZEEum terecht komen, weet Baumann niet. "Het zou natuurlijk kunnen, maar dat zou dan zijn omdat we een specifieke tentoonstelling op het oog hebben of dat de stukken tijdelijk in aanmerking komen voor een wisseltentoonstelling of een bruikleen." Ook het grote beeld van Michiel de Ruyter zal in het depot blijven, maar Baumann ziet daar ook de voordelen van: "Het is toch fantastisch dat we dit beeld hier een prominente plaats hebben kunnen geven en we de boodschap over kunnen brengen dat musea en de COVRA een gemeenschappelijk verhaal hebben: we moeten zorgdragen voor zowel onze historische en kunstobjecten als voor ons radioactief afval. Voor beide geldt dat opslag voor een lange tijd onder specifieke omstandigheden zoals een gecontroleerd klimaat plaatsvindt, en daarbij ook nog eens optimaal beveiligd is." **K**

➤ Met de heropening van het museumdepot is ervoor gekozen de museumstukken beter zichtbaar te maken in etalages.



Menno Jelgersma

Hoe helpen nucleaire technieken bij misdadaonderzoeken?

Nucleaire technieken kunnen worden gebruikt om monsters van forensisch bewijs in verband met misdrijven te analyseren - van drugshandel tot moorden of kunstvervalsingen. Röntgentechnieken, neutronenactiveringsanalyse, ionenbundelanalyse en koolstofdatering behoren tot de meest gebruikte methoden, die een aanvulling kunnen zijn op meer traditionele methoden in forensisch onderzoek. Door de chemische en fysische eigenschappen van materialen te analyseren, ondersteund door ander forensisch bewijs, zoals DNA of vingerafdrukken, kunnen deze technieken helpen om bewijsmonsters die op plaatsen delict zijn genomen, te koppelen aan de daders.

Met nucleaire technieken kunnen specialisten microscopische sporen van belastend bewijsmateriaal analyseren, zoals elementen in verf of een enkele haar. Dit kan helpen om informatie aan het licht te

brenge die anders niet ontdekt zou kunnen worden, bijvoorbeeld de ware leeftijd van vervalste kunstwerken of de vraag of iemand vergiftigd werd. Bovendien zijn nucleaire technieken

aanzienlijk minder destructief in vergelijking met andere methoden, zoals het gebruik van chemicaliën voor analyse, die de oorspronkelijke staat van fragiel bewijsmateriaal, bijvoorbeeld een klein

✦ Nucleaire technieken helpen bij het analyseren van bewijs in verband met misdrijven, zoals glasscherven, kogelhulzen of grondsporen. Samen met ander forensisch bewijs, zoals DNA, helpen deze technieken om de daders te identificeren en te vervolgen. (Infographic: Maria Platonova/IAEA).



K Onderschrift

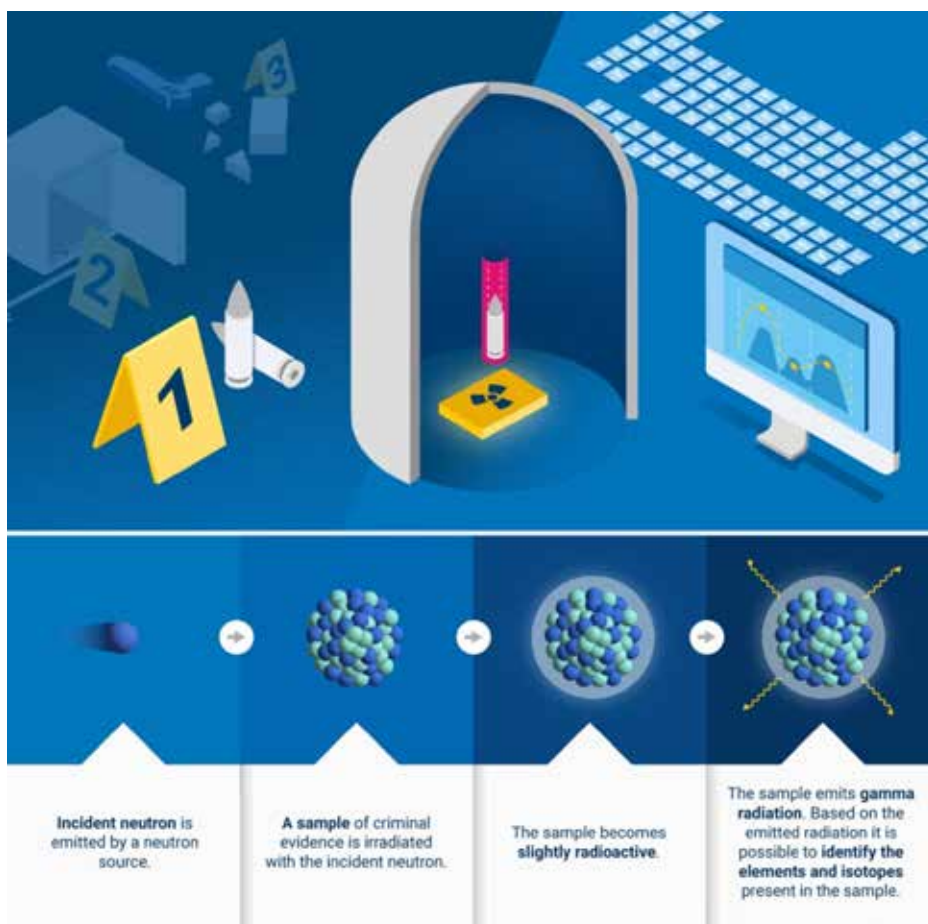
glasscherfje, kunnen veranderen. Daarom kan breekbaar bewijs na analyse met nucleaire technieken nog steeds bewaard worden voor verdere analyse.

Röntgenstraling

Het gebruik van röntgenstraling is een van de meest gebruikte analyse-instrumenten in het forensisch onderzoek. Röntgenstralingstechnieken zijn gevoelig en betrouwbaar - ze kunnen worden toegepast op zeer kleine monsters en vernietigen in de meeste gevallen het bewijsmateriaal niet. Röntgentechnieken leveren meestal binnen enkele minuten resultaten op en meerdere analyses kunnen snel worden uitgevoerd. Bovendien kan draagbare röntgenapparatuur gemakkelijk vervoerd worden, waardoor deze technologie gebruikt kan worden bij onderzoeken op locatie. Met röntgentechnieken kan de aanwezigheid van elementen in vrijwel alle soorten materiaal worden opgespoord en de concentratie ervan worden gemeten. Ze kunnen helpen om de materiaalsamenstelling van grond, drugs of mineralen te analyseren en de bron ervan te bepalen. Röntgenstralen helpen ook bij vergelijkend onderzoek van verf, metalen of schotresten en bij medische onderzoeken. Wetenschappers gebruiken apparaten zoals röntgenfluorescentiespectrometers of synchrotrons om een monster van het testmateriaal te bombarderen met röntgenstralen. De stralen hebben een wisselwerking met de atomen van het monster, waarbij straling vrijkomt die kan worden gedetecteerd en gebruikt om het element te identificeren waaruit de atomen afkomstig zijn.

Neutronenactiveringsanalyse (NAA) in het forensisch onderzoek

Neutronenactiveringsanalyse is een techniek die gebruik maakt van de interactie tussen een neutronenstroom en het bestudeerde materiaal om de "elementaire vingerafdruk" van een monster te bepalen - met andere



➤ NAA wordt al tientallen jaren door onderzoekers gebruikt om de precieze hoeveelheid van een chemisch element, of specifieke isotopen van een element, in een monster van crimineel bewijs, zoals een kogel, te bepalen. Deze techniek werd gebruikt in forensisch onderzoek naar de moord op de Amerikaanse president John F. Kennedy. (Infographic: A. Vargas/IAEA).

woorden de exacte isotopensamenstelling die informatie geeft over de leeftijd en herkomst. Tijdens NAA, wanneer monsters worden gebombardeerd met neutronen, geven hun atomen deeltjes en/of straling af die kunnen worden opgevangen en geanalyseerd door een gespecialiseerde detector. Dit kan helpen om te bepalen waar het monster van gemaakt is, hoe oud het is en waar het vandaan komt. NAA wordt meestal gebruikt om de materiaalsamenstelling van kogels te analyseren om hun herkomst te achterhalen, waarbij zeer kleine monsters worden gebruikt. Daarnaast kan analyse met deze techniek de elementaire samenstelling van haar onthullen, wat kan helpen om nieuwe details over een zaak

aan het licht te brengen - bijvoorbeeld de aanwezigheid van drugs of andere giftige stoffen in het lichaam. NAA kan ook worden gebruikt om de herkomst van hoogwaardige voedingsmiddelen vast te stellen en namaakproducten te identificeren, bijvoorbeeld truffels, door ze te bestralen met neutronen en de gammastraling te detecteren die wordt uitgezonden door de atoomkernen van de chemische elementen in een klein monster van de truffel. Wanneer deze straling wordt gedetecteerd, kan het helpen om de elementen in het monster aan een bepaalde locatie te koppelen. Het kan ook worden gebruikt om de authenticiteit van andere hoogwaardige voedselproducten te bepalen. ➤



➤ Niet-destructieve ionenbundelanalyse van kunstvoorwerpen is gebruikt in het Jožef Stefan Instituut in Slovenië.

Ionenbundelanalyse (IBA) in forensisch onderzoek

Ionenbundelanalyse (IBA) is een andere nucleaire methode die terrein wint in strafrechtelijk onderzoek. Voor dit soort analyse worden ionenbundelversnellers gebruikt om ionen of elektronen te versnellen, waardoor een bundel geladen deeltjes wordt geproduceerd. Wanneer monsters van forensisch bewijsmateriaal in de ionenbundel worden geplaatst, zenden ze straling uit die kan worden opgevangen en geanalyseerd. Het gebruik van ionen stelt onderzoekers in staat om de samenstelling en herkomst van het monster te begrijpen, wat kan helpen bij het analyseren van drugs, explosieven en schotresten, vervalste historische artefacten of kunst. Door de leeftijd en samenstelling van monsters te bepalen, kunnen ze effectiever worden gebruikt als bewijsmateriaal in onderzoeken.

Schotresten kunnen bijvoorbeeld helpen bij het onderzoeken van geweldsdelicten met vuurwapens. Een schotresidu is een wolk van dampen en deeltjes die vrijkomen bij de explosie van een patroon in een vuurwapen. Nucleaire technieken, zoals ionenbundelanalyse, helpen bij het detecteren van de anorganische

componenten die afkomstig zijn van het schot om minuscule deeltjes te detecteren op voorwerpen die verband houden met een schietpartij (bijvoorbeeld op de handen of kleren van de verdachte) om de identiteit van de schutter te bevestigen.

IBA stelt onderzoekers in staat om elemental mapping uit te voeren, wat helpt bij de analyse van specifieke delen van het bewijsmateriaal en detecteert minuscule sporen van belastende stoffen, zoals microscopische deeltjes van residuen op bijzonder kleine delen van kleding. Ionenstralen zijn ook gebruikt om glasscherven van vluchtmisdrijven te analyseren, wat nuttig zou kunnen zijn bij onderzoeken naar misdrijven waarbij voertuigen betrokken zijn. Onderzoeken tonen aan dat door een combinatie van IBA en machinaal leren, glasscherven van autoruiten tot 80 procent nauwkeurig kunnen worden getraceerd naar verschillende automodellen en fabrikanten.

Radiokoolstofdatering in forensisch onderzoek

De Capitoolwolf bevindt zich sinds 1471 in de Capitoolijnse Musea in Rome, Italië. Dankzij radiokoolstofdatering is nu bekend

dat het beeld in de 12e eeuw werd gemaakt. Radiokoolstofdatering is een methode die gebruik maakt van een isotoop van koolstof - koolstof-14 - om de werkelijke leeftijd van oude voorwerpen, gemaakt van organisch materiaal, te bepalen en vervalsingen van kunstwerken op te sporen. Deze techniek kan de leeftijd van voorwerpen tot 50 000 jaar oud bepalen en heeft bij al een aantal onderzoeken geholpen om de authenticiteit van schilderijen, standbeelden en andere waardevolle historische voorwerpen vast te stellen. In 2019 gebruikten experts bijvoorbeeld radiokoolstofdatering om vervalsingen van twee bekende schilderijen te identificeren - een impressionistisch en een pointillistisch. Uit analyse van de canvasvezels bleek dat ze waren vervaardigd na de dood van de vermeende kunstenaars, wat hielp om vast te stellen dat de schilderijen vals waren.

Andere methoden

Andere gangbare nucleaire technieken kunnen ook worden gebruikt in onderzoeken, bijvoorbeeld het gebruik van stabiele isotopenanalyse voor het opsporen van voedsel fraude. Stabiele isotopenanalyse is een techniek die wordt gebruikt om de herkomst en authenticiteit van verschillende voedingsmiddelen te bepalen, zodat specialisten personen die betrokken zijn bij voedselvervalsing (bijv. het verkopen van voedsel van lage kwaliteit onder hoogwaardige labels voor hoge prijzen) kunnen opsporen en vervolgen. Stabiele isotopen kunnen worden gemeten met gespecialiseerde apparatuur die de kleinste verschillen in de verhouding tussen de lichte en zware vormen van een chemisch element kan detecteren. Dergelijke analyses kunnen bewijs leveren over een bepaald type voedsel om er zeker van te zijn dat het uit de juiste regio komt en authentieke ingrediënten gebruikt die op het etiket staan (bijv. het opsporen van suikerstrophen die aan honing zijn toegevoegd). **K**

Vladimir Tarakanov, IAEA Office of Public Information and Communication



Een nieuwe lente

Het aanbreken van het voorjaar staat voor velen symbool voor verjonging, nieuwe blaadjes aan de bomen, lammetjes in de wei. En het was ook nog Pasen: voor Christenen het feest van de wederopstanding.

Helaas heb ik dat feest in het ziekenhuis moeten doorbrengen. Toen heb ik kunnen nadenken over de voor mij belangrijke zaken in het leven. En dat is: een mooie toekomst; voor mijzelf, ons allemaal, en de mensen die na ons komen. Laten we de wereld een stukje mooier achterlaten dan wij hem hebben aangetroffen.

Wees gerust: u leest echt het blad KernVisie Magazine, ik werk naar mijn punt toe.

Kranten zeggen wel eens dat we aan de vooravond van een nucleaire renaissance staan. Een wedergeboorte, net zoals de natuur weer ontwaakt, na de winter. De Tweede Kamer wil graag dat er grote kerncentrales gebouwd worden. En misschien nog wat kleinere erbij. Of dat ook echt zal gebeuren, is van veel, voornamelijk politieke, factoren afhankelijk.

Die nieuwbouw juich ik toe: kernenergie is veilig en schoon. Maar er is ook vernieuwing nodig om de industrietak jong en levendig te houden. En als belofte voor die toekomst zie ik het jonge bedrijf Thorizon (zie de KernVisie Magazine van december 2022).

Voordeel van hun reactorconcept is onder andere dat het warmte op vrij hoge temperatuur (ca. 550 graden Celsius) levert, maar vooral ook dat het een stuk meer energie uit dezelfde kilo uranium kan halen, waarna er minder en minder langlevend, afval overblijft. En daarmee zou dit concept het bezwaar dat velen tegen kernenergie uiten (het afval) grotendeels kunnen wegnemen.

De Franse overheid vindt het project veelbelovend en heeft Thorizon 10 miljoen euro toegezegd, met (veel) meer in het verschiet. En hoe stelt ons land zich op tegenover dit kansrijke initiatief van eigen bodem? Met Nederlandse zuinigheid. Ik roep iedereen hierbij op: spreek je uit hierover. Laten we er samen voor zorgen dat dit initiatief voor Nederland behouden blijft!

En terwijl ik dit schreef maakte ik ook een wederopstanding mee: die van mijzelf, uit het ziekenhuisbed. Ik kwam thuis met nieuwe ideeën voor mijn persoonlijke toekomst, en ben nu extra gemotiveerd om met u allen aan de toekomst van kernenergie in Noordwest Europa te werken. **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.



**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 Zwijndrecht.



Stichting KernVisie
EEN ENERGIEK INITIATIEF

E-mail: KernVisie@KernVisie.com