

# **KERNVISIE** MAGAZINE

**▶ PROJECT LARMOR  
AFGEROND**

**▶ GESLAAGDE  
NATRES-OEFENING  
BIJ COVRA**

**▶ TESTBESTRALING  
SPLIJTSTOFZOUTEN  
HFR**

**STANDOUT VOOR  
KERNENERGIE**

# COLOFON

KernVisie magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**  
EEN ENERGIEK INITIATIEF

**JAARGANG 14, NUMMER 4, OKTOBER 2019**  
**KERNVISIE VERSCHIJNT TWEEMAANDELIJKS**  
**OPLAGE 2200 EX**

## **ONTWERP & GRAFISCHE REALISATIE**

StudioHusken.nl, Den Helder

## **BESTUUR STICHTING KERNVISIE**

Ir. A.M. Versteegh, voorzitter  
Ir. G.H. Boersma, secretaris  
Ir. E.W. Schuurung, penningmeester  
J.D. Bruin  
Ing. W. Hiddink  
Drs. J.J. de Jong  
Ir. J.C.L. van Cappelle  
Prof. Ir. R.W.J. Kouffeld  
Ir. G.C. van Uiter

## **REDACTIE KERNVISIE**

Ir. G.H. Boersma  
M. Jelgersma (Sherpa en de Fries)  
E.S. Jelgersma (Sherpa en de Fries)  
I. van Kessel (Irene van Kessel Fotografie)

## **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 Energy te Zwijndrecht.

## **OP DE COVER**

Olguita Oudendijk  
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 PEROONSgegevens**

*KernVisie Magazine is een uitgave van de Stichting KernVisie. Onze website [www.kernvisie.com](http://www.kernvisie.com) bevat een uitgebreide privacyverklaring over het gebruik van de persoonsgegevens die nodig zijn ten behoeve van de verzending van het Magazine.*



Kernenergie mag weer. Op zondag 20 oktober vindt op de Dam in Amsterdam en in dertig andere steden wereldwijd een demonstratie plaats vóór kernenergie. Een nieuwe renaissance voor kernenergie? Die was er toch ook rond 2008 toen steeds meer mensen inzagen dat kernenergie een betrouwbare en betaalbare energiebron was die leveringszekerheid gaf. Maar er is een duidelijk verschil met nu. In 2010 verscheen De publieke opinie over kernenergie van het Sociaal en Cultureel Planbureau. Hierin staat dat ouderen en hogeropgeleiden positiever tegenover kernenergie stonden. In 2011 volgde het ongeluk in Fukushima en de kansen voor kernenergie leken verloren. Inmiddels is ook dat veranderd. Olguita Oudendijk is voorzitter van de Stichting Ecomodernisme. Tijdens de klimaatmars in Amsterdam ging het er volgens haar soms grimmig aan toe. Wat opviel was dat alleen de oudere generatie zich soms vijandig opstelde. De anti-kernenergiebeweging is volgens haar dan ook voornamelijk een "generatiedingetje." De jonkies van toen zijn blijkbaar de oudjes van nu. De Stichting Ecomodernisme wil het debat over urgente problemen rondom onder meer de klimaatverandering openbreken met nieuwe ideeën en een aanpak gebaseerd op wetenschappelijke inzichten: "Met een oplossing die al op tafel ligt: kernenergie." **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: [info@kernvisie.com](mailto:info@kernvisie.com)

# **X** INHOUD

## ENERGIE

### STANDOUT VOOR KERNENERGIE IN AMSTERDAM OP 20 OKTOBER

Olguita Oudendijk, voorzitter Stichting Ecomodernisme: "Doemdenken leidt nergens toe, niet in de laatste plaats omdat er een oplossing op tafel ligt waarmee het klimaatprobleem is op te lossen en dat is kernenergie."



P04

## MAATSCHAPPIJ

### GESLAAGDE NATRES-OEFENING BIJ COVRA

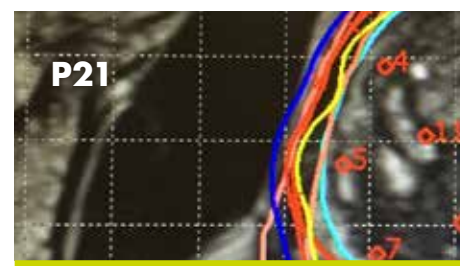
Van 5 tot en met 7 september vond er een 50-uurs-oefening van het Korps Nationale Reserve (Natres) plaats op het terrein van COVRA. Hoewel de officiële evaluatie nog moet komen, kan beveiligingsmedewerker en oefenleider Pieter van Glabbeek van COVRA nu al zeggen dat de oefening geslaagd was.

P07

## MEDISCH

### PERU ZET IN OP BEELDGELEIDE BRACHYTHERAPIE

Technologische vooruitgang heeft de weg vrij gemaakt voor technieken zoals beeldgeleide brachytherapie (IGBT), wat tot betere resultaten leidt en een betere kwaliteit van leven voor patiënten mogelijk maakt. Peru is één van de landen waar IGBT voet aan de grond krijgt.



P21

### P11 MAATSCHAPPIJ

Accurate geslachtsbepaling fruitvlieg is belangrijk voor bestrijding van de invasieve plaaginsecten.

### P12 INBEELD

Nieuwe loopkat in de HFR.

### P14 BOEKBESPREKING

A Bright Future. Het belangrijkste boek over klimaatverandering sinds An Inconvenient Truth volgens Steven Pinker.

### P17 COLUMN

André Wakker, Energiecrisis.

### P12 ENERGIE

Met het succesvol afronden van een testbestraling in de HFR van gesmolten-splijstof-zouten is een historische mijlpaal bereikt.



## **X** P18 MAATSCHAPPIJ

### NWO-GROOT PROJECT LARMOR AFGEROND

Op woensdag 29 augustus vond in de neutronenfaciliteit ISIS nabij Oxford (VK) de officiële afsluiting plaats van het NWO groot project Larmor. Aanvrager professor dr. Katia Pappas en Larmor-projectleider dr. ing. Plomp lichten het project toe. Plomp: "Het resultaat is een geavanceerd 'Zwitsers zakmes', een instrument dat uniek is in de wereld wat betreft nauwkeurigheid."



MAATSCHAPPIJ



# STANDOUT VOOR KERNENERGIE IN AMSTERDAM

➤ Olguita Oudendijk



**De Stichting Ecomodernisme wil het debat over urgente problemen rondom het milieu, klimaatverandering en extreme armoede openbreken met nieuwe ideeën en nieuwe oplossingen, gebaseerd op wetenschappelijke inzichten. Olguita Oudendijk, voorzitter Stichting Ecomodernisme: “Doemdenken leidt nergens toe, niet in de laatste plaats omdat er een oplossing op tafel ligt waarmee het klimaatprobleem is op te lossen en dat is kernenergie.” Op zondag 20 oktober 2019 zal er op de Dam in Amsterdam en in dertig andere steden wereldwijd een demonstratie gehouden worden vóór kernenergie.**

Een dergelijke demonstratie in Nederland zal de eerste keer zijn. De Stichting Ecomodernisme ondersteunt dit initiatief. Over de totstandkoming hiervan vertelt Oudendijk, jurist en directeur van Dialoog, bureau voor gespreksleiding en interactieve beleidsvorming, dat ze vorig jaar door de Amerikaan Michael Shellenberger gevraagd werd om in Amsterdam de locatie te regelen voor een bijeenkomst om de noodklok te luiden voor kernenergie. “Opeens zat ik met mensen van over de hele wereld twee dagen lang te praten over kernenergie en hoorde ik de verhalen over wat zich allemaal afspeelt in Spanje, België, Duitsland etc. Dat was schrikken geblazen maar leverde ook een enorme verbondenheid op. De eerste Nuclear Pride-manifestatie in München werd toen geboren: een Coming Outfeest vóór kernenergie, gedragen door bezorgde burgers van over de hele wereld.” Later volgde een Nuclear Pride in Brussel en nu is op 20 oktober 2019 Parijs aan de beurt met dertig standouts waaronder Amsterdam.

### **ARME MENSEN ENERGIE LATEN BESPAREN IS ASOCIAAL**

Over haar beweegredenen stelt Olguita Oudendijk, dat aan het romantische

beeld van mensen die in harmonie leven met de natuur, met wind en zon eigen stroom opwekken en biologische radijsjes kweken om daarmee de wereld redden, echt een einde moet komen. De Stichting Ecomodernisme wil daarom het debat over urgente problemen rondom het

**“DOEMDENKEN LEIDT NERGENS TOE, NIET IN DE LAATSTE PLAATS OMDAT ER EEN OPLOSSING OP TAFEL LIGT WAARMEE HET KLIMAATPROBLEEM IS OP TE LOSSEN”**

milieu, klimaatverandering en extreme armoede openbreken met nieuwe ideeën en nieuwe oplossingen, gebaseerd op wetenschappelijke inzichten. Oudendijk: “Waar wij voor staan, is dat de mensheid zich al lang bewezen heeft als het gaat om het bedenken van oplossingen voor problemen. Kijk maar naar de geschiedenis. Het is een aaneenschakeling van technologische vooruitgang die ons zo ver gebracht heeft. Van stoommachine tot penicilline, van op de maan zijn geweest tot het internet, altijd bedenken we wel iets

om ziekten of milieuproblemen eronder te krijgen of om het leven aangenamer te maken.”

Ecomodernisten zijn daarom nuchter en laten zich leiden door feiten en cijfers. “In tegenstelling tot veel mensen om ons heen die denken dat we met minder vliegen, minder groei, minder consumeren en ook met minder energie door wind en zon, de problemen gaan oplossen. Wij geloven daar niet in. Zeker niet omdat er een oplossing op tafel ligt waarvan we nu zeker weten dat die het energievraagstuk en klimaatprobleem wel kan oplossen en dat is kernenergie.” Er leven bovendien minimaal 800.000 mensen in armoede met wie het beter zou gaan als ze de beschikking zouden krijgen over juist meer energie. We kunnen volgens haar niet als ‘het westen’ tegen die mensen zeggen: jullie moeten energie gaan besparen. “Dat is gewoon asociaal. Kortom, in onze overtuiging zijn we in staat om te voldoen aan de wens van miljarden mensen om genoeg te eten en energie te hebben waardoor ze een aangenaam leven kunnen leiden en waarbij we naast het klimaat ook nog eens de natuur verbeteren door die fiks uit te breiden.”

### **COLLEGES KERNENERGIE**

Voor Olguita Oudendijk kwam de bekering tot het Ecomodernisme na het lezen van het boek: Ecomodernisme: Het nieuwe denken over groen en groei van Marco Visscher, Ralf Bodelier, Hidde Boerma, Joost van Kasteren e.a., waarvan eerder een recensie in Kernvisie Magazine (juni 2017) verscheen. “Dat was twee jaar geleden en ik was perplex. Kernenergie CO<sub>2</sub>-vrij? In diezelfde tijd ontmoette ik ook tijdens een groepsreis door Peru een jonge manager van URENCO die in Almelo werkte. In de bus onderhield ze me urenlang over het verrijken van uranium. Over hoe veilig dat is en dat ze in aanloop van de kabinetsformatie op verzoek van minister Wiebes een stuk had geschreven over kernenergie. Dat stemde me hoopvol. Ik heb toen contact opgenomen met de schrijvers 

en zo is de Stichting Ecomodernisme opgericht." Ecomodernisme is inmiddels een wereldwijde beweging die meer dan tien jaar geleden in de VS ontstond. De twee grondleggers waren Ted Nordhaus en Michael Shellenberger. Nordhaus leidt op dit moment het Breakthrough Institute. Shellenberger is eruit gestapt. Oudendijk: "Hij heeft ervoor gekozen om kernenergie op een activistische wijze te promoten. Maar ecomodernisme is veel meer dan alleen kernenergie. De kern ervan is zoveel mogelijk doen op zo min mogelijk ruimte. Hoe geconcentreerder wij leven en consumeren hoe meer ruimte er overblijft voor de natuur. Op die manier kun je economisch groeien terwijl je tegelijkertijd de schade aan de planeet beperkt. In andere woorden zo kun je de planeet groen maken en toch iedereen zijn welvaart gunnen."

### **VAN DIK HOUT ZAAGT MEN PLANKEN**

Als voorzitter en oud-politica volgt Olguita Oudendijk de politiek op de voet om invloed uit te kunnen oefenen. "Het begon ermee dat ik Ed Niipels appte of wij ook niet aan de klimaat tafel plaats mochten nemen. Maar iedereen die het woord kernenergie in de mond nam, werd geweerd aan de tafels. Wij dus ook. De discussie over kernenergie kreeg ineens een positieve wending door het ICPP-rapport waarin staat dat we het zonder kernenergie niet gaan redden maar ook door VVD-leider Klaas Dijkhoff en programmamaker Arjen Lubach." Maar ondanks een motie in de Tweede Kamer die vlak voor het reces nog is aangenomen voor onderzoek naar de kosten van kernenergie, stemmen de ontwikkelingen in Nederland maar ook in België en Duitsland Oudendijk niet vrolijk. "Hoe duidelijker het wordt dat de ingeslagen weg van alleen zon en wind onvoldoende effect sorteert, des te meer volhardend de overheid weigert dat pad te verlaten. Onlangs leidde ik een gesprek in Schiedam waar een

van de eerste proefwijken van het gas afgaat. Gemeente, woningcorporatie, de mensen in de wijk, het werd mij duidelijk dat niemand weet wat dat gaat betekenen maar wel dat de ongewisse kostenverdeling over de hoofden van de wijkbewoners zal gaan plaatsvinden." In België is de leveringszekerheid inmiddels in het geding door de sluiting van de twee

---

**"HOE DUIDELIJKER HET WORDT DAT DE INGESLAGEN WEG VAN ALLEEN ZON EN WIND ONVOLDOENDE EFFECT SORTERT, DES TE MEER VOLHARDEND DE OVERHEID WEIGERT DAT PAD TE VERLATEN"**

---

kerncentrales Doel en Tihange in 2025. "Zij gaan nu in plaats van kerncentrales, dure gascentrales bouwen waardoor de CO<sub>2</sub>-emissies omhoog gaan. Het zal er wel op neerkomen dat ze nog meer kernenergie uit Frankrijk gaan importeren. De wereld op zijn kop. En in Duitsland gaat door de sluiting van kerncentrales en ondanks fikse investeringen in windmolens de CO<sub>2</sub>-uitstoot ook niet echt omlaag terwijl de energierekening inmiddels is verdubbeld. Nu stagneert ook nog eens de bouw van windmolens. In 2017 bouwden ze nog 1792 windmolens, vorig jaar 743 en dit jaar komen ze niet verder dan 86. Dit komt doordat de rechter steeds vaker een stokje ervoor steekt door nieuwe afstandsregels tussen de huizen en windmolens. De regering wil nu bij wet de deelstaten dwingen om meer land af te staan voor de bouw van windmolens. Van dik hout zaagt men planken. En het wordt er allemaal ook niet democratischer op."

### **NIUW ELAN IN DE TWEEDE KAMER**

"Het blijft lastig om in de media kernenergie positief voor het voetlicht te brengen. Vaak worden onze reacties op artikelen waar obligate fouten in staan, toch niet

geplaatst. Dat komt denk ik onder andere door de invloed van de klassieke groene beweging. Die is goed georganiseerd en maakt goede campagnes. Ze hebben ook heel veel meer geld dan wij. Wij zijn een vrijwilligersorganisatie. Toch wijzen verschillende enquêtes uit dat een meerderheid van de bevolking positief tegenover kernenergie staat. En ook in de Tweede Kamer is een meerderheid voor kernenergie. Misschien dat het nieuwe elan – samenwerken in plaats van elkaar vliegen afvangen - dat tijdens de algemene beschouwingen in de Tweede Kamer de kop op stak een positieve invloed zal hebben op kernenergie als oplossing voor de leveringszekerheid en het klimaatprobleem."

### **ANTI-KERNENERGIE IS EEN GENERATIEDINGETJE**

Demonstreren voor kernenergie vindt Oudendijk niet eng. 'In München tijdens de eerste Nuclear Pride heb ik overwegend positieve gesprekken gevoerd. We hadden er ook wel voor gekozen om het vooral vrolijk en vreedzaam te houden en open het gesprek aan te gaan."

In Duitsland durven medewerkers er niet voor uit te komen dat ze bij een kerncentrale werken. Er was dan ook niemand van de sector aanwezig. "Maar in Nederland ligt dat kennelijk anders want uit Nederland waren er wel medewerkers van URENCO afgereisd naar München. Een stel vertelde me dat het zo leuk was om hun kinderen, die ze ook hadden meegenomen, eindelijk ook eens duidelijk konden maken wat er zo goed is aan kernenergie."

Tijdens de klimaatmars in Amsterdam ging het er volgens haar soms wel iets grimmiger aan toe. "We liepen daar met pro-kernenergieborden zoals 'bouw kerncentrales'. Wat me opviel is dat alleen de oudere generatie zich soms vijandig opstelt. De jeugd vindt het prima allemaal. Het is een generatiedingetje." **K**

*Menno Jelgersma*



# GESLAAGDE NATRES-OEFENING BIJ COVRA

**Van 5 tot en met 7 september vond er een 50-uurs-oefening van het Korps Nationale Reserve (Natres) plaats op het terrein van COVRA, de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval in Nieuwdorp op het Industrierrein Vlissingen-Oost. Hoewel de officiële evaluatie nog moet komen, kan beveiligingsmedewerker en oefenleider Pieter van Glabbeek van COVRA nu al zeggen dat de oefening geslaagd was. "Zo hebben we onder andere de verbeterpunten uit eerdere oefeningen heel goed opgepakt."**

Natres wordt ingezet voor gebiedsbewaking en –beveiliging, bijvoorbeeld als er een verhoogd dreigingsniveau is. Het korps wordt niet opgeroepen als incidenten hebben plaatsgevonden. Tijdens de onlangs gehouden oefening voerden de Natres-manschappen aaneengesloten zowel

overdag als 's nachts de beveiliging en bewaking van het terrein uit van donderdagavond tot zaterdagmiddag. Gedurende die periode zijn diverse oefenscenario's doorlopen, waaronder het begeleiden van een nucleair transport. Zowel voor COVRA als voor Natres is het belangrijk om

regelmatig in de praktijk te kunnen oefenen om vaardigheden op peil te houden en ervaring op te kunnen doen met uiteenlopende situaties en dreigingsniveaus. Van Glabbeek: "Stel dat er een verhoogd dreigingsniveau is en we in verhoogde staat van paraatheid gaan. Dan moeten we bij COVRA onze beveiliging opschalen. Dat kunnen we maar beperkte tijd volhouden met de omvang van onze beveiligingsafdeling. Moeten we de beveiliging langduriger opschalen, dan vragen wij vanuit COVRA assistentie aan de politie. Maar ook de politie heeft niet de capaciteit en insteek om voor lange tijd eenheden vrij te maken voor gebiedsbeveiliging en –bewaking. Mocht het dus om een langdurig verhoogd dreigingsniveau gaan, dan schakelt de politie op haar beurt defensie in. Bij defensie bepalen ze dan welke eenheden beschikbaar zijn om de bewaking en beveiliging over te



✘ *Natres wordt ingezet voor gebiedsbewaking en –beveiliging, bijvoorbeeld als er een verhoogd dreigingsniveau is.*

nemen. Natres is een van de eenheden die hiervoor ingezet kan worden.” COVRA beschikt over een eigen beveiligingsafdeling. “Tijdens de Natres-oefening is onze bedrijfsnoodorganisatie ook beoefend. COVRA hanteert een oefenplan. Conform dat plan wordt zeer regelmatig en op verschillende niveaus en in verschillende omvang geoefend. Ook met externe partners, zoals politie, defensie, veiligheidsregio.” Daarnaast legt Van Glabbeek uit dat COVRA regelmatig met politie-eenheden op het terrein oefent.

## TWINTIG DEMONSTRANTEN

COVRA en Natres oefenen al langere tijd met elkaar. Dit was de vierde oefening in 8 jaar. De intentie is er om de oefening ook nu weer over twee jaar te herhalen. Het gezamenlijk oefenen is voortgekomen uit een overleg met defensie. In totaal deden van Natres ongeveer zestig mensen mee aan de oefening. De oefenstaf van COVRA bestond uit 6 personen. Eigen medewerkers van COVRA aangevuld met een Natres-eenheid uit Limburg vormden de groep van ongeveer twintig demonstranten. De Natres-oefening had geen nucleaire invalshoek. Maar volgens Van Glabbeek wordt er ook geoefend met situaties die wel degelijk



een nucleaire invalshoek hebben. “Zo oefenen we bijvoorbeeld ieder jaar stralingsincidenten met het regionale ziekenhuis en het Witte Kruis. Dit wordt een oefening ONO genoemd: Ongeval in Nucleaire Omgeving.” Er was ook publieke belangstelling voor de Natres-oefening, al was dat wel op uitnodiging. “Alle werkgevers van de (vrijwillige) Natres-manschappen waren uitgenodigd, daarvan zijn er best wel wat geweest (10 à 15). Verder ligt het terrein van COVRA niet op een publiekelijke zichtlocatie (doodlopende weg industrieterrein), dus er was geen spontane aanloop. De buurtbedrijven waren geïnformeerd over de oefening en voor de poort van COVRA stond een grote tekstkar met het woord ‘Oefening’ om eventuele passanten te informeren.” Of de Natres-oefening officieel geslaagd is, hangt af van de uiteindelijke evaluatie die nog moet plaatsvinden. Van Glabbeek: “Maar we kunnen nu al zeggen dat het een geslaagde oefening was.” Als een van de positieve resultaten noemt Van Glabbeek de verbeterpunten uit eerdere oefeningen die volgens hem heel goed waren opgepakt. **K**

**K** *Inspectie van voertuigen.*

✘ *Ongeveer 20 demonstranten namen deel aan de oefening.*





# SAMOFAR PROJECT SUCCESVOL AFGEROND

EEN TU DELFT ONDERZOEKSTER PRESENTEERT HAAR RESULTATEN

**Op 4 en 5 juli 2019 is in Theater 'De Veste' het EU SAMOFAR project feestelijk afgesloten. Dit project was volledig gericht op de beoordeling en, waar mogelijk, verbetering van de veiligheid van de gesmolten-zout-reactor met een snel neutronspectrum. SAMOFAR staat dan ook voor 'Safety Assessment of the Molten Salt Fast Reactor'. Het project is uitgevoerd door elf instituten en universiteiten leidend op dit gebied in Europa onder coördinatie van TU Delft.**

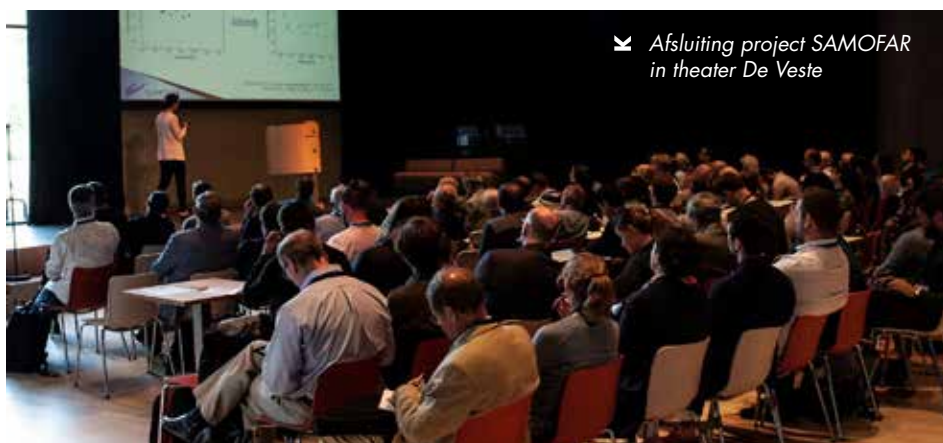
Ongeveer 100 bezoekers van over de hele wereld kregen op de eerste dag de belangrijkste resultaten van het SAMOFAR project te zien, terwijl op de tweede dag de status van de diverse Molten Salt Reactor (MSR) onderzoeksprogramma's in Canada, China, Rusland en de VS werden gepresenteerd.

SAMOFAR is met een bescheiden budget in staat gebleken om mee te draaien met de wereldtop. De resultaten variëren van nieuwe methoden voor de veiligheidsbeoordeling van de Molten Salt Reactor (MSR), een simulator voor de bepaling van het dynamisch gedrag van een MSFR (Molten Salt Fast Reactor) zoals lastvolgbedrijf, geavanceerde software voor multi-fysica berekeningen aan de MSFR zoals transiënten met onzekerheidsanalyse, uitbreiding van de database van zouten en het ontwerp van instrumenten voor de bepaling van deze gegevens, zoals een nieuwe viscometer door TU Delft, synthese en karakterisering van zouten met thorium/uranium en plutonium. Verder experimenten voor de bepaling van het dynamisch gedrag van de reactor in natuurlijke circulatie, experimenten voor het testen van de vriesplug die smelt als het vermogen uitvalt, het bepalen van de scheidingsefficiëntie in de chemische processen voor de zuivering van het bestraalde zout, het ontwerp

van deze zuiveringsprocessen en de bijbehorende chemische installatie, en vele andere. Op het SAMOFAR YouTube-kanaal (bereikbaar via [www.samofar.eu](http://www.samofar.eu)) staan filmpjes van 10 minuten met de belangrijkste resultaten in ieder van de vijf werkpakketten. Hoewel SAMOFAR is afgerond betekent dit niet het einde van het thorium-MSR onderzoek in Nederland. Op 1 oktober van dit jaar start het SAMOSAFER project met 14 Europese partners, wederom gecoördineerd door TU Delft. Hiermee bestendigt Nederland zijn prominente rol in Europa. SAMOSAFER staat voor 'Simulation Models and Safety Assessment of Fluid-fuel Energy Reactors' en is gericht op de ontwikkeling van gevalideerde software en toepassing ervan op de MSFR. Omdat vooral MSR-specifieke verschijnselen

zullen worden gemodelleerd, zullen de resultaten breed toepasbaar zijn en de gehele MSR gemeenschap kunnen dienen. Het SAMOSAFER project heeft dan ook brede steun ontvangen van instituten en startups uit de gehele wereld. Behalve de ontwikkeling van software zullen diverse experimenten worden uitgevoerd om de fysisch/chemische modellen en daarna de numerieke modellen te kunnen ontwikkelen en vervolgens de software te kunnen valideren. Ook zullen zoutmonsters die in de HFR zijn bestraald, worden onderzocht in de laboratoria van NRG en JRC-Karlsruhe. SAMOSAFER heeft een looptijd van 4 jaar. **K**

*J.L. Kloosterman,  
coördinator SAMOFAR, TU Delft*



➤ Afsluiting project SAMOFAR  
in theater De Veste

# DE STRIJD TEGEN KLIMAAT- VERANDERING GAAT SNELLER MET NUCLEAIR

**De World Nuclear Association bracht onlangs het World Nuclear Performance Report uit met informatie over werkende en in aanbouw zijnde reactoren. Het rapport laat zien hoe de nucleaire elektriciteitsproductie voor het zesde opeenvolgende jaar is gegroeid, in Azië zelfs met 12 procent.**

De allereerste vijf reactoren wereldwijd bereikten dit jaar een mijlpaal: 50 jaar in bedrijf. De productie bleef hoog gedurende de bedrijfsduur van de reactoren wat zou betekenen dat reactoren een levensduur van 60 jaar en misschien zelfs 80 jaar en langer hebben. Op 24 september verscheen het World Nuclear Industry Status Report (WNISR) [i], gepubliceerd door Mycle Schneider, anti-nucleaire activist bij WISE in Parijs en oprichter van deze organisatie. Het rapport vraagt zich af of kernenergie wel kan worden ingezet met voldoende snelheid en schaalgrootte om het klimaatprobleem aan te pakken.

## GEMIDDELDE BOUWTIJD IS VERTEKEND

Maar verschillende andere studies hebben echter laten zien dat kernenergie een bewezen staat van dienst heeft en sneller dan andere CO<sub>2</sub>-arme energieopties kan worden ingezet. Zo is er een paper van Cao et al [ii] dat is gepubliceerd in Science Journal, dat laat zien dat in veel landen kernenergie meer CO<sub>2</sub>-arme kWh per jaar produceert dan zon- of windenergie. Zelfs de representatie van de data van Cao [iii] in het WNISR rapport, die ook aanvullende landen meetelt die nog geen kernenergie hebben, laat zien dat nieuwe nucleaire capaciteit sneller is ingezet dan wind, zon en andere niet-hydro renewables gecombineerd in 12 van de 18 landen. Het WNISR geeft toe dat de gemiddelde bouwtijd voor reactoren het laatste decennium lager is

dan het 'in jaren' is geweest en stelt dat de bouwtijd sterk varieert per reactor waarbij de kortste tijd iets over vier jaar bedroeg. Deze kortere bouw tijden laten zien wat kan worden bereikt wanneer landen zich toeleggen op nucleaire nieuwbouw programma's die gebaseerd zijn op 'first-of-a-kind projects' om zo sneller in serie te kunnen bouwen. De gemiddelde constructietijd in het WNISR rapport is vertekend door de manier waarop gekeken is naar reactorprojecten die stop zijn gezet voor een aantal jaren en daarna weer opgestart.

## HUIDIG TEMPO NIEUWBOUW IS ONVOLDOENDE

Zo begon bijvoorbeeld de bouw van Watts Bar 2 in 1973 en werd gestopt in 1985. Het project werd twintig jaar later weer opgestart in 2007 en de reactor werd aangesloten op het net in 2016. Ondanks het feit dat er voor meer dan twintig jaar geen bouwactiviteiten waren, stelt WNISR dat er een doorlopende constructietijd van 43 jaar is. Door uitschieters op deze manier mee te tellen wordt de gemiddelde constructietijd onterecht langer. De WNISR overschat ook het aantal reactoren dat het komende decennium zal worden gesloten door de aanname dat reactoren sluiten wanneer ze veertig jaar in bedrijf zijn. Dit ondanks het feit dat meer dan 15 procent van de reactoren wereldwijd ouder zijn dan veertig jaar en naar verwachting nog veel langer in bedrijf zullen blijven. Vergunningen voor verlengingen van bedrijfsduur voor zestig jaar

zijn afgegeven en er zijn reactoren die voor de tachtig jaar gaan. Maar zowel het World Nuclear Performance Report en het WNISR zijn het over eens dat het huidige tempo van nucleaire nieuwbouw niet voldoende is om het klimaatprobleem effectief aan te pakken. Deze zienswijze wordt gedeeld door internationale energie-experts. De IEA bracht eerder dit jaar het rapport Nuclear Power in a Clean Energy Future [iv] dat concludeerde dat niet investeren in bestaande en nieuwe kernreactoren in ontwikkelde economieën negatieve gevolgen zal hebben voor de uitstoot, kosten en energiezekerheid. Het stelde daarnaast dat zonder actie voor meer steun voor kernenergie wereldwijde pogingen om tot een schoner energiesysteem te komen veel moeilijker en kostbaarder zullen zijn.

## NOODZAAK VAN GELIJKE SPELREGELS

Als we ook maar een kans willen maken de strijd tegen klimaatverandering te winnen en de temperatuurstijging tot 1,5 °C te beperken en tegelijkertijd betrouwbare en betaalbare elektriciteit voor iedereen te realiseren, dan hebben we kernenergie nodig. De nucleaire industrie heeft zichzelf ten doel gesteld om voor 2050 25 procent van de wereldbehoefte aan elektriciteit te leveren en zo bij te dragen aan een elektriciteitsmix die optimaal gebruik maakt van alle CO<sub>2</sub>-arme technologieën. Om dit doel te bereiken is er 1.000 GWe aan nieuwe nucleaire capaciteit nodig. Dit is een geloofwaardig en haalbaar doel maar vraagt wel om actie voor het slechten van een aantal barrières. Een 'level playing field' is nodig om de minimale CO<sub>2</sub>-arme uitstoot en de hoge betrouwbaarheid van kernenergie op waarde te schatten. Het is belangrijk dat er een geharmoniseerde regelgevende structuur komt die voorziet in een internationaal consistent, efficiënt en voorspelbaar regime van nucleaire regelgeving. Ook moeten we een effectief veiligheidsmodel creëren gericht op het welzijn van mensen waar het gaat om gezondheid, milieu en veiligheidsvoordelen ten opzichte van andere energiebronnen en ervoor te zorgen dat deze beter worden begrepen en gewaardeerd. **K**

# ACCURATE GESLACHTSBEPALING FRUITVlieg BELANGRIJK VOOR BESTRIJDING

**K** Binnen de familie van de boorvliegen (tephritidae) bevinden zich veel invasieve (plaag)soorten die de landbouw en economie bedreigen. Daarom is er een urgente noodzaak om de sterilisatietechniek voor insecten (SIT) in te zetten als onderdeel van een brede aanpak van gewasbescherming. De recente ontdekking van het Y-gelinkte gen Maleness-on-the-Y (MoY) bij de plaaginsecten maakt de weg vrij voor effectievere methoden van bestrijding met nucleaire technieken.

➤ *Schade aan appeloogst door fruitvliegen*

Een belangrijke stap in de SIT-aanpak tegen plaaginsecten is het scheiden van seksen. Door alleen mannetjes vrij te laten wordt de efficiëntie, doeltreffendheid en economische haalbaarheid van SIT aanzienlijk verhoogd. Het naar geslacht uitsplitsen gebeurt door gebruik te maken van genetische geslachtsbepalende stammen om vrouwtjes te elimineren en alleen mannetjes te selecteren en in te zetten.

In deze soorten is de mannelijke sekse bepaald door de 'mannelijkheidsfactor', een gen op het Y-chromosoom. Het resultaat van een studie die de isolatie en functionele karakterisatie van de bepalende mannelijke factor aankondigde voor drie grote landbouwplagen, de mediterrane fruitvlieg (*Ceratitis capitata*), de oosterse fruitvlieg (*Bactrocera dorsalis*) en de olijfvlieg (*Bactrocera oleae*) werd gepubliceerd in het tijdschrift Science

op 29 augustus 2019. De studie die werd uitgevoerd door de Universiteit van Napels in samenwerking met die van Zurich, Perugia, de Hebrew University of Jerusalem, de gezamenlijke FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture en anderen, toont aan dat de bepalingfactor voor mannetjes het Y-gelinkte gen Maleness-on-the-Y (MoY) is, dat verantwoordelijk is voor de productie van een klein functioneel eiwit bij de Tephritidae-plaaginsecten.

De ontdekking en karakterisering van de factor die bepalend is of de vlieg een mannetje is, opent de weg naar de ontwikkeling van nieuwe generieke en potentieel efficiëntere methoden voor de samenstelling van genetische geslachtsbepalingen en daarmee het verlagen van kosten en zo het verbeteren van de SIT-toepassingen tegen landbouwplagen maar ook tegen ziekte

overbrengende soorten. Dit zal de nieuwe focus worden van het nieuwe IAEA Coordinated Research Project: Generic approach for the development of genetic sexing strains for SIT applications. Het gebruik van SIT vindt al zes decennia plaats op veel locaties wereldwijd tegen de belangrijkste agrarische boorvliegsoorten, met naast de hierboven genoemde vliegen ook de Mexicaanse fruitvlieg en de meloenvlieg. Het gebruik van SIT is gebaseerd op het bestralen en daarmee steriliseren van de mannelijke insecten. Door ze doorlopend in de natuur vrij te laten, paren de mannetjes met 'wilde' vrouwtjes en onderdrukken daarmee, en elimineren zelfs, lokaal een plaagpopulatie. Elke week worden mondiaal meer dan twee miljard steriele boorvliegmannetjes vrijgelaten om greep te krijgen op de grote landbouwplagen. **K**

Bron: IAEA.org

# INBEELD

## NIEUWE LOOPKAT IN HFR

De Hoge Flux Reactor (HFR) in Petten heeft een nieuwe halkraan. De oude halkraan werd al tijdens de bouw van de HFR in 1958 geplaatst.

De noodzaak voor de modernisering van de halkraan volgde uit het feit dat deze niet meer voldeed aan de huidige wet- en regelgeving en de vergunning voor de HFR direct gekoppeld is aan de beschikbaarheid van de kraan. De halkraan is een onmisbaar onderdeel in de HFR en wordt ingezet bij alle containerhandelingen die in het reactorbassin plaatsvinden. Dus, zonder halkraan kan NRG ook niet zorgdragen voor de productie van bijvoorbeeld medische isotopen. Het onderdeel dat is vervangen, is de (loop)kat dat als een 'treintje' over het zware stalen portaal bovenin de reactorkoepel rijdt. Het nieuwe onderdeel is voorzien van de modernste technologische mogelijkheden. Hierdoor kunnen de hijstaken uiterst nauwkeurig worden uitgevoerd. Hiermee wordt voorkomen dat lading boven belangrijke installatiedelen of op de reactor terecht kan komen. De ingebouwde sensoren en beveiligingssysteem zorgen ervoor dat de kraan zichzelf kan uitschakelen bij afwijkingen of fouten. Volgens NRG werden de werkzaamheden zonder problemen uitgevoerd. De grootste uitdaging was het werk uit te voeren in een reactorhal vol instrumentatie en een kritische reactor. Na het inhijzen van de nieuwe kraan, werd de oude halkraan afgevoerd. Het project voor het vervangen van de halkraan startte in 2014 met voorbereidende onderzoeken. Vanwege de omvang van het project was een Europese aanbesteding nodig. De nieuwe halkraan blijft operationeel tot en met de ontmanteling van de HFR, nadat de nieuwe PALLAS-reactor in gebruik is genomen. **K**

Een korte film over de werkzaamheden is te zien op:  
<https://www.youtube.com/watch?v=wDPQgzmxVg>





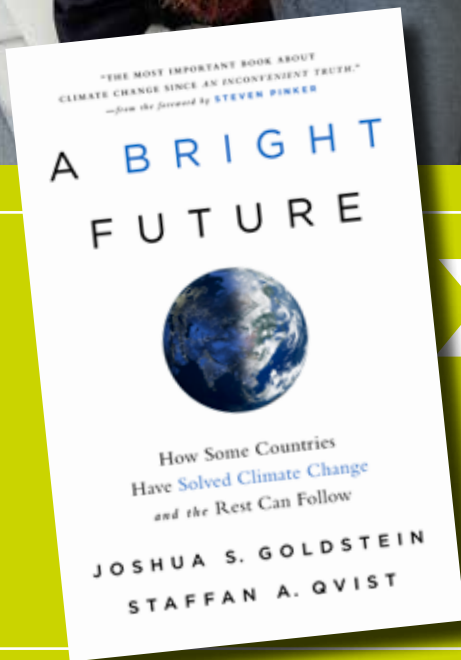


Staffan A. Qvist

Joshua S. Goldstein

## BOEKBESPREKING JOSHUA S. GOLDSTEIN EN STAFFAN A. QVIST

### A BRIGHT FUTURE "How some countries have solved climate change and the rest can follow"



**Boven de titel op de kaft van het boek staat waarom volgens Steven Pinker het boek A Bright Future gelezen moet worden: "Het belangrijkste boek over klimaatverandering sinds An Inconvenient Truth." Blijft bij het boek van Al Gore voornamelijk het vooruitzicht van natuurrampen hangen, na het lezen van A Bright Future zie je ook hoe je een catastrofe kan voorkomen: snel en veel kerncentrales bouwen.**

Een vaak gehoorde overtuiging is: hoe meer je weet over klimaatverandering, hoe banger je wordt. Hoe meer je weet van kernenergie, hoe minder eng het wordt. Denk vooral niet dat Kyoto en Parijs ervoor zorgen dat het allemaal wel mee gaat vallen. Volgens Goldstein en Qvist hebben de internationale verdragen niet alleen nauwelijks wat opgeleverd; sinds het Kyoto-protocol uit 1997 is de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot met 50 procent gestegen. De orkanen, droogtes en 'cold spells' in de VS zijn kinderspel vergeleken met wat

ons te wachten staat als we op dezelfde voet doorgaan en over het kantelpunt geraken waarop we met natuurrampen van catastofale omvang te maken krijgen. Eén daarvan is de zeespiegelstijging die sneller zal gaan dan verwacht met stijgingen van 3 meter per eeuw. Een andere is de mogelijkheid van een veranderende circulatie van de golfstroom in de oceaan, die volgens de schrijvers het gevolg is van het smelten van het ijs op Groenland waardoor grote hoeveelheden zoet water in de oceaan stromen. Hierdoor zou zelfs weer een

ijstijd in Noord-Amerika en -Europa kunnen ontstaan. Waarom gebeurt er dan zo weinig? Het lijkt wel op de mythe van de kikker die in een pan water blijft zitten als water langzaam tot het kookpunt komt. Doe je een kikker direct in heet water, dan springt hij eruit. Zou er een meteoroïde op de aarde afstevnen, dan zouden alle landen participeren in een initiatief om het gevaar het hoofd te bieden. Maar klimaatverandering gaat traag, dus blijven we gewoon zitten waar we zitten en wachten tot een ander wat gaat doen.

**100 MILJOEN MENSEN PER JAAR**

Goldstein en Qvist leggen uit hoe schone energie heel snel fossiele brandstoffen kan vervangen met Zweden, Frankrijk en Ontario als voorbeeld. Van 1970 tot 1990 wist Zweden de CO<sub>2</sub>-emissies te halveren terwijl de economie met 50 procent groeide. Hoe anders verging het buurland Duitsland dat sinds 2011 na het ongeluk in Fukushima een andere afslag nam. Terwijl de Zweden een derde meer energie gebruiken per persoon, stoten de Duitsers twee keer zoveel CO<sub>2</sub> uit per persoon. De reden hiervoor is helder. De oosterburen hadden verhoudingsgewijs al minder kernenergie en waterkrachtcentrales dan de Zweden. De Energiewende heeft ze na 2011 niet verder gebracht door kerncentrales te sluiten en kolencentrales voor basislast te laten zorgen. "Als Duitsland de renewables had ingezet om kolencentrales te sluiten had het CO<sub>2</sub>-plaatje er heel anders uitgezien", aldus Goldstein en Qvist. Terwijl de rijke landen goede sier maken met renewables en energiebesparing, gaat de energiekraan in de arme landen juist open. "Elk jaar kunnen 100 miljoen mensen voor het eerst gebruik maken van energievoorzieningen." 100 miljoen. In 2014 probeerde Greenpeace in India nog voor 400.000 dollar voor een dorp een micro-net op zonne-energie te maken, maar faalde volledig omdat het net niet aan de toenemende stroomvraag kon voldoen. Toen de dorpingen in opstand kwamen en echte stroom eisten in plaat van nepstroom, werd het dorp op een centraal net aangesloten gevoed met kolenstroom. 100 procent renewables? Het gaat niet lukken. De mondiale stijging

aan nieuwe renewables houdt de trend van mondiale energietoename niet bij. Het gevolg tot nu toe is ongeveer een verdubbeling van de steenkoolproductie van 1990 tot heden. Dat neemt niet weg dat renewables een belangrijk deel kunnen zijn van de energiemix, stellen de schrijvers: "Maar laten we ons richten op wat nodig is in de komende tien, twintig jaar om op een snelle manier de wereld te ontkolen en niet het waandenkbeeld aan te houden dat renewables de oplossing zijn."

**DENK ZWEEDS**

Aan elke energiebron kleven nadelen. Vele ervan worden politiek uitgebuit. Ondanks jarenlange bangmakerij blijkt dat kernenergie de veiligste energiebron is. Volgens de OECD zijn er per TWy nucleair 0,01 dode te betreuren. Zonne-energie komt op de tweede plaats met 0,245 dode per TWy, gevolgd door windenergie: 1,78 dode per TWy op het land (D) en 8,5 dode per TWy op zee (UK). In gewone getallen: in vijftig jaar met 16.000 reactorjaren zijn er door het ongeval in Tsjernobyl naar schatting 4.000 mensen omgekomen. Fukushima, nul. Aan het einde van het spectrum bevindt zich steenkool met honderdduizenden doden per jaar. Goldstein en Qvist: "Wat de wereld nodig heeft is een koolstofvrije bron van stroom die versneld tot grote schaal moet worden uitgebouwd en die voorziet in betrouwbare energie, de klok rond, onafhankelijk van de weersituatie - alle zonder het totaal aan hectaren die we nu aan het genereren van energie wijden, te vergroten." Wat wel een probleem is, zijn de kosten voor nieuwbouw in Europa en de VS. Zeker nu steenkool

en aardgas goedkoop zijn en de prijzen voor wind- en zonne-energie nog steeds dalen, is het lastig om een business case voor de bouw van een nieuwe kerncentrale rond te krijgen. De oplossing ligt in het opzetten van internationale programma's waarbij vol wordt ingezet op de derde generatie kerncentrales. De auteurs zien ook dat de stagnatie bij de bouw van Gen-III-reactoren de ontwikkeling van Gen-IV versnelt met een nadruk op Small Modular Reactoren en thoriumreactoren. De internationale politiek rond klimaatverandering is teveel geframed rond het verhaal van het verdelen van de lasten. "Wij gaan ervan uit dat de oplossing om een ramp te voorkomen duur zal zijn voor de huidige generatie en dat het een belangrijke rol van de internationale gemeenschap is om deze kosten te verdelen over alle soevereine landen." Deze aanpak zorgt ervoor dat iedereen wereldwijd bijdraagt en de kosten niet naar een onbestemde toekomst worden geschoven. Zweden is een succesverhaal. Doen de Zweden het zo goed omdat ze kernenergie omarmen? Dat niet. Maar kernenergie draagt wel bij aan het succes. "Denk Zweeds. Voer het wereldwijd uit." **K**

*Menno Jelgersma*

---

Boek: **A Bright Future**, How some countries have solved climate change and the rest can follow  
 Auteurs: **Joshua S. Goldstein en Staffan A. Qvist**  
 Uitgever: **PublicAffairs**  
 EAN: 9781541724105  
 Hardcover - 288 pagina's - Engels  
 Prijs: 19,99 euro

---



➤ Uranium

# URANIUMWINNING IN DE VOORMALIGE DDR

**De vondst van uraniumerts door Russische geologen in februari 1946 in Johannegeorgenstadt in het Oostduitse Erzgebirge, leidde tot grote langetermijn veranderingen in het leven van de dorpelings die daar woonden. Binnen de kortst mogelijke tijd startte men met het delven van uranium door dwangarbeid. Hierbij werden bijna alleen mannen zonder enige kwalificatie of voorgaande ervaring ingezet, afkomstig uit alle mogelijke hoeken en gaten van de toenmalige Russische bezettingszone.**

De mijn, later bekend onder de schuilnaam 'Wismut AG' als camouflage voor het delven van uranium, werd onder strikte geheimhouding geëxploiteerd. Niet eerder dan in 1947 werd bekend hoe uitputtend de werk- en leefomstandigheden waren voor de dwangarbeiders. Bedrijfsveiligheid werd vergaand verwaarloosd. Veel lichamelijk ongeschikte en ongezonde mensen werden de mijn ingestuurd. Duizenden werden ziek door hun werk, ze kregen stoflongen en kanker en stierven als gevolg daarvan. Pogingen van een commissie om de arbeidsomstandigheden te controleren mislukten door toedoen van de directie. Zij lieten de controleurs niet eens toe in de mijn.

In mei 1947 werd door de ministerraad van de USSR de AG Wismut opgericht en werd het bestaande mijngebied vergroot tot de plaatsen Schlema, Schneeberg, Annaberg, Lauter en Marienberg. Deze gebieden werden zwaarbewaakt en hadden zelfs een eigen jurisdictie. Werknemers kregen een eigen 'mijn ID-kaart' en moesten een speciaal arbeidscontract ondertekenen.

In de loop van de tijd werd er een complete verzorgingsstructuur opgezet. Er kwamen Wismut-winkelcentra, culturele centra, woonblokken, ziekenhuizen, sanatoria en zelfs vakantiehuisen. Hoe

verder het mijngebied werd uitgebreid, hoe meer uranium er werd gedolven. In 1946 was de opbrengst iets minder dan 15 ton, een jaar later was dat tien keer zoveel. Maar Moskou bleef om steeds meer uranium vragen, wat leidde tot het aantrekken van tienduizenden nieuwe arbeiders. Maar nu werden ze gerekruteerd. Er werden voor lokale begrippen ontstellend hoge lonen betaald en er waren royale voedingsratio's beschikbaar. Zo werden meer dan 160.000 nieuwe werknemers aangetrokken in de magere naoorlogse jaren tot 1950. De werk- en leefomstandigheden profiteerden



van de gestegen lonen maar de arbeidsomstandigheden bleven volkomen genegeerd.

In 1953 werd Wismut AG omgezet in een Sovjet-Duitse NV (SDAG); het maakte de DDR de op twee na grootste uraniumproducent ter wereld met slechts één afnemer, de USSR, die daarmee in ongeveer 60 procent van zijn uraniumbehoefte voorzag.

Op 1 januari 1990 beëindigden de USSR en de DDR definitief het delven van uranium: SDAG Wismut werd gesloten. In totaal produceerde Wismut AG/SDAG 231.400 ton uranium vanaf 1946 tot en met 1990.

In 1993 startte het Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) tezamen met het federale Ministerie voor Milieu, Natuurbehoud en Nucleaire Veiligheid (BMU) het project De Duitse Uranium Mijnwerkers Studie. Ongeveer 59.000 oorspronkelijke mijnwerkers werden in een cohortstudie regelmatig gecontroleerd op alle gezondheidsaspecten. Of, als de mensen niet meer in leven waren, wat de doodsoorzaak was. Het onderzoek werd elke 5 jaar herhaald. Na evaluatie van de studie kon worden bepaald hoe groot de kans was om ziek te worden of te sterven door of aan de arbeidsomstandigheden of daardoor veroorzaakte stoflongen. Meer recent is een onderzoek gestart waarin vergelijkbare data van Europese, Amerikaanse en Canadese studies werden gecombineerd en geëvalueerd. Eerdere analyses hadden al aangetoond dat bij het werken in uraniummijnen het risico op longkanker, leukemie en silicose bij de werknemers significant toeneemt. **K**

Bron van het artikel:

*Die Anfänge des Uranbergbaus in Deutschland*

*Die DDR als drittgrößter Uranproduzent der Welt*

## COLUMN



### ENERGIECRISIS

Een hype is een “georganiseerde poging tot het buiten werking stellen van de kritische vermogens, om ten behoeve van het gehypte product bij zoveel mogelijk mensen het beeld van de werkelijke verhoudingen te verstoren”. Aldus wijlen H.J.A. Hofland, journalist van de 20e eeuw, in een van zijn weergaloze Overpeinzingen in NRC Handelsblad.

De commandopost van het groene hypen staat in Berlijn. Daar regisseert de WBGU, de Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen, de Energiewende. Een bezoek aan hun website is de moeite waard: er is maar één weg voorwaarts, de groene weg.

Berlijns energiebeleid is allang Brussels energiebeleid. Terwijl Brussel zijn groene 2020 doel maar ternauwernood haalt, vooral door de groei van foute biomassa, wil ook het Haagse Klimaatakkoord ons doen geloven dat de energietransitie haalbaar en betaalbaar is met allerlei puntbronnetjes te land, ter zee, op daken, of uit de grond. Alsof je een uitslaande klimaatbrand kunt blussen met emmertjes water.

In werkelijkheid is de energietransitie al zestig jaar aan de gang. Die transitie heet: kernenergie. Terwijl het mondiale energiegebruik meer dan verdubbelde sinds 1960, steeg het aandeel schone energie naar bijna 10 procent in 2000 dankzij, jawel, de stroom uit 450 kerncentrales. Na de sluiting van kerncentrales in Duitsland en Japan daalde dat aandeel helaas weer. Anno 2019 stelt groene energie wereldwijd nog niets voor. En ondanks een subsidiestroom van tweehonderd miljard dollar per jaar stelt groene energie ook in 2040 nog niets voor. Heel veel keren klein is nog steeds klein. China bouwt weliswaar in hoog tempo nieuwe kerncentrales, goddank, maar wat er in de nieuwe wereld bijkomt gaat er door de aankomende ontmantelingsgolf in de oude wereld net zo hard weer af. De wereld zit niet in een energietransitie, maar in een schandalig diepe energiecrisis.

Ziezo. De toon is gezet. Ik ben trots op zestig jaar kernenergie, en dat mag iedereen weten. Ik hoop u op deze plek daarmee nog lang te mogen inspireren. **K**

*André Wakker*

---

*Dr.ir André Wakker is zelfstandig organisatieadviseur, en energiedeskundige. Voorheen werkte hij als business developer bij achtereenvolgens Shell, ECN, en NRG. Als levenslang voorvechter van kernenergie mengt hij zich regelmatig in het energietransitie debat. Hij is afgestudeerd in de kernfysica, en gepromoveerd op fluctuaties in extreem onderkoeld water.*

# NWO-GROOT PROJECT LARMOR AFGEROND

**K** Op woensdag 29 augustus vond in de neutronenfaciliteit ISIS nabij Oxford (VK) de officiële afsluiting plaats van het bijzondere NWO-groot project Larmor. Aanvrager professor dr. Katia Pappas en Larmor-projectleider dr. ing. Plomp lichten het project toe. Plomp: “Het resultaat is een geavanceerd ‘Zwitsers zakmes’, een instrument dat uniek is in de wereld wat betreft nauwkeurigheid en een diversiteit aan mogelijkheden biedt voor het meten van de meest uiteenlopende structuren van materialen.”

Larmor is het resultaat van een langdurige en intensieve samenwerking tussen de TU Delft en ISIS met als partners de Rijksuniversiteit Groningen (RUG) en de TU Eindhoven (TU/e). De specifieke kennis van de afdeling Radiation, Science & Technology bij de TU Delft speelde hierin een belangrijke rol. De sectie Neutronen & Positronen Methoden in Materialen (NPM2) heeft in de afgelopen decennia diverse meetmethoden ontwikkeld, gebaseerd op

het manipuleren van neutronenspins, die met een veel hogere nauwkeurigheid de structuur van materialen kunnen bepalen dan de standaard neutronenmeetmethoden. Het RID doet al jaren onderzoek naar de ‘Spin-echo kleine hoek neutronenverstrooiing’, kortweg SESANS.

Katia Pappas werkt sinds 2009 bij de TU Delft en is hoofd van de sectie NPM2. Haar expertise is het terrein van neutronenverstrooiing met een focus op hoge

resolutie (neutronenspin-echo) spectroscopie en gepolariseerde neutronen. Pappas was de succesvolle hoofdaanvrager van het Larmor-project. “Als je iets nieuws bouwt moet je natuurlijk wel eerst laten zien wat de mensen ermee kunnen. En het moet duidelijk zijn dat wanneer je een project in het buitenland bouwt, het na de afronding niet ‘weg’ is maar dat we er nog jaren profijt van hebben.” Het resultaat is een geavanceerd “Zwitsers zakmes”, zoals Jeroen Plomp het noemt: “Een instrument dat uniek is in de wereld wat betreft nauwkeurigheid en diversiteit aan mogelijkheden voor het meten van de meest uiteenlopende structuren van materialen. Hierbij valt te denken aan onderzoek naar melk, structuur van menselijke huid, sterker staal voor auto’s, nanosystemen voor lokale medicijnafgifte in het lichaam maar ook naar fundamenteel onderzoek.”

## EEN HAARDIKTE OP HONDERD METER

De techniek van neutronenverstrooiing stelt onderzoekers in staat om de structuren van materialen op een lengteschaal van 20 nanometer tot 20 micrometer te onderzoeken, of zoals Plomp het beeldender treft: “Dit zijn verstrooiingshoeken van een hardikte op honderd meter.” Waarbij Larmor volgens Plomp eigenlijk: “Een soort bijzondere microscoop is waarmee je niet met licht maar met neutronen binnen in materialen kunt ‘kijken’.” In 2012 ontvingen de samenwerkende universiteiten een subsidie van 2,3 miljoen euro uit het programma Investerings NWO-groot (Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek) voor het bouwen van Larmor. Om het project van de grond te krijgen is de TU Delft al een aantal jaren bezig geweest met onderzoek en voorwerk om het goedgekeurd te krijgen. “Voor je een voorstel indient moet je natuurlijk wel weten of een aanvraag haalbaar is. De voorbereiding vond in samenwerking met ISIS plaats. Wat kunnen we samen en wat willen we bereiken”, aldus Pappas. De samenwerking kwam duidelijk niet van één



dr. Katia Pappas

© RID

kant. De Britten wilden heel graag met de Nederlanders samenwerken. Plomp: “We hebben al eerder met ze samengewerkt in Offspec, een NWO-middelgroot project.”

### SPIN ECHO SMALL NEUTRON SCATTERING (SESANS)

Neutronenverstrooiing is op zich een techniek die al jarenlang bestaat en is gebaseerd op het meten van de afwijking van de rechte baan die een neutron aflegt. De afwijking ontstaat door interactie met een der atomen in het monster. De hoek geeft informatie over de materie. Wanneer de hoek groot is ten opzichte van de rechtdoorgaande bundel neutronen is die ‘makkelijk’ vast te stellen. Maar een kleine hoek die niet buiten een bundel uitkomt, geeft ook informatie over de samenstelling van een monster. En hier komt de techniek van spin echo om de hoek kijken. Plomp: “Het is een hele elegante truc om die kleine hoeken te kunnen meten en die basistruc passen we toe op heel veel verschillende technieken waaronder: diffractie, kleine hoekverstrooiing en imaging. Het levert informatie op over materialen, net zoals een microscoop met meer vergroting dat zou doen.” SESANS is een uitvinding van het RID dat dankzij de vondst nu ook grote structuren (kleine verstrooiingshoeken) in beeld kan brengen.

De eerste stap is het polariseren van de neutronen. Dat gebeurt door ze aan een speciale spiegel in een magneetveld te laten reflecteren. Op dat moment moet het neutron kiezen of het een spin-up- of spin-down-oriëntatie heeft. Neutronen die voor spin-up hebben gekozen zullen reflecteren en de spin-down neutronen niet, zodat slechts de helft van de neutronen overblijft, maar wel allemaal met het magnetische moment dezelfde kant op. “In de opstelling die volgt, kunnen we met behulp van exact gekozen magneetvelden het neutron dat met 7.000 kilometer per uur door de opstelling vliegt, rondjes laten draaien; In het eerste magneetveld met de klok mee en vervolgens

in het tweede magneetveld precies evenveel rondjes tegen de klok in, zodat je exact weer uitkomt hoe je begonnen.” Als er een monster in de opstelling staat zullen de kleine verstrooiingshoeken ervoor zorgen dat het aantal gedraaide rondjes niet exact terug op nul uitkomt. De meettechniek koppelt de hoek van het verstrooide neutron dat met het monster botst aan het aantal rondjes dat het draait. “Wij tellen uiteindelijk het verschil in

---

**“ALS JE IETS NIEUWS BOUWT MOET JE NATUURLIJK WEL EERST LATEN ZIEN WAT DE MENSEN ERMEE KUNNEN”**

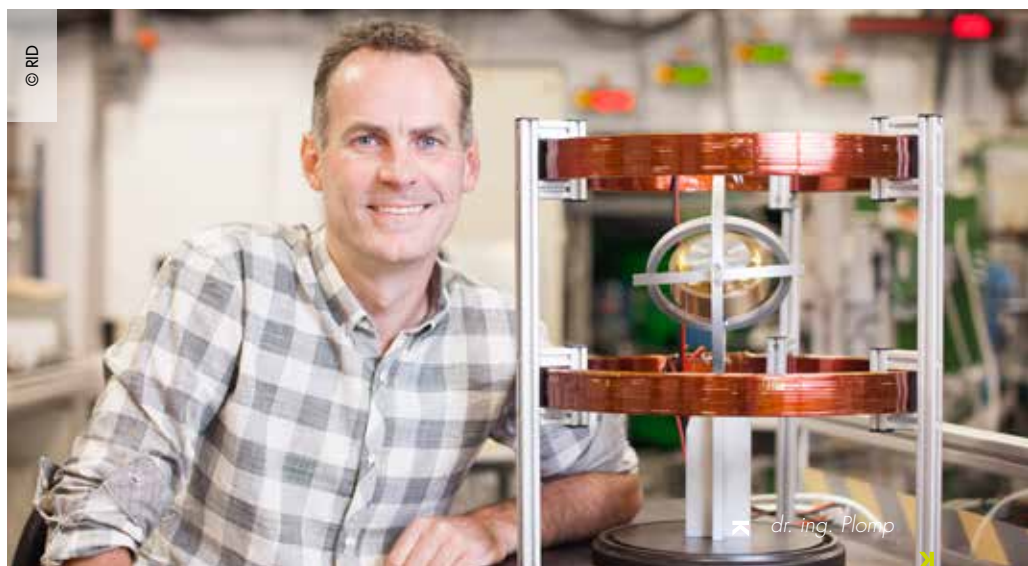
---

het aantal rondjes dat het neutron draait. Op basis hiervan kan ik de hoek terugrekenen”, legt Plomp uit: “De hoek geeft informatie over de verstrooiing en uiteindelijk over de interactie en samenstelling of ordening van structuren in het onderzoeksmateriaal.

### TOEPASSINGEN

Met Larmor kunnen de onderzoekers niet alleen de structuur van een materiaal op atomaire tot micrometer schaal bepalen, maar maakt het ook mogelijk om: “Observaties te doen van monsters in ‘beweging’ zoals vloeistoffen, zonder ze te ‘bevriezen’ in een moment zoals met waarnemingen met microscopen

gebeurt”, legt Pappas uit. Plomp: “Zo kan je bijvoorbeeld kijken wat de rotaties zijn van een watermolecuul en hoe deze veranderen als gevolg van de temperatuur.” Dit betreft volgens Plomp een dynamisch onderzoek waarbij wordt gemeten op nanometerschaal in picoseconden. De schaal is zo klein dat onderzoekers naar vibraties of rotaties van het watermolecuul kunnen kijken. Een andere toepassing is structuuronderzoek op een lengteschaal van nanometers tot micrometers. Een voorbeeld hiervan is het onderzoek naar smeerkaas. De fabrikant wil graag weten hoe de structuur verandert als een kuipje smeerkaas van temperatuur wisselt wanneer het bijvoorbeeld uit de koelkast wordt gehaald en van de eettafel terug de koelkast ingaat. Het is de temperatuursverandering die gevolgen heeft voor de structuur en daarmee de smaak. Als de smeerkaas korrelig wordt, vindt de consument de kaas minder lekker, een smeuge structuur wordt als smakelijk ervaren. Naast de smaakervaring speelt ook de gezondheid een rol bij de ontwikkeling van voedingsproducten. “Eten dat nog steeds lekker smaakt met minder vet heeft grote impact op gezondheid.” Daarnaast geeft Plomp het voorbeeld van het ontwikkelen van betere staalsoorten voor de auto-industrie. “Lichte staalsoorten die toch sterk zijn, daarvan is de structuur heel belangrijk. We kunnen kijken naar de details ▶



tijdens faseovergangen van staalsoorten.” Hierbij gaat het dan niet over de traditionele fase van vaste stof naar vloeistof maar ook naar faseovergang binnen een vaste stof waarbij atomen herschikken en de kristalstructuur verandert. “Wat ik persoonlijk heel leuk vind aan Larmor is de veelzijdigheid van toepassingen, wat de mogelijkheid tot pionieren heeft vergroot. Het is bewust flexibel opgezet. We hebben dus geen specialistisch apparaat neergezet maar juist een faciliteit ontworpen waarin nieuwe mogelijkheden liggen.”

Daarnaast zijn er medische toepassingen. Bij het toedienen van medicijnen wil je eigenlijk dat ze alleen op de plek komen waar ze nodig zijn. Zo wil je bijvoorbeeld bij chemotherapie dat het alleen in de tumor wordt afgeleverd. Het medicijn kun je dan verpakken in kleine bolletjes, bijvoorbeeld polymersomen of liposomen die 100 keer kleiner zijn dan een haardikte. “Die bolletjes kan je zo ontwerpen dat ze heel precies naar een tumor gaan en daar hun werk doen zonder dat het medicijn bij het omliggende gezonde weefsel terecht komt. Het ontwerpproces van deze bolletjes kun je heel goed bekijken met Larmor.” Plomp benadrukt dat chemotherapie slechts een voorbeeld is van wat er mogelijk is met microsferen.

## OFFSPEC

Plomp was voor de bouw van Larmor al geen onbekende bij ISIS. De eerste opstelling Offspec die hij bij ISIS bouwde was een neutronenreflectormeter waarmee onderzoek naar de structuur van laagdiktes werd gedaan. “Offspec (off-specular reflectometer) was mijn promotieonderzoek. Ik heb dan ook veel affiniteit met die techniek en de groep in Engeland.” Anders dan bij Larmor gaan de neutronen bij Offspec niet dwars door de samples heen maar laten de onderzoekers de neutronen reflecteren om daarmee oppervlaktes te scannen.

Als voorbeeld van wat een neutronenreflectometer doet, geeft Plomp het beeld van een zeepbel waarbij de kleuren de dikte



➤ De Nederlandse Larmor-opstelling bij de neutronenfaciliteit ISIS nabij Oxford (VK)

van de laag aangeven. “Wat je ziet is de interferentie van licht in een dun zeeplagje. Dat kun je ook met neutronen doen, waarbij neutronen reflecteren aan een laag en op die manier bepalen hoe dik de laag is.”

## “HET RESULTAAT IS EEN GEAVANCEERD “ZWITSERS ZAKMES”

## SPIN OUT

Het Larmorproject bestond uit twee delen, het technische gedeelte waarvoor Plomp verantwoordelijk was en het wetenschappelijke deel waaraan de promovendi werkten. “Het ging dus om de bouw van het apparaat en het gebruik ervan en ik was de projectleider van het

bouwdeel.” De basis van het apparaat is door de Engelsen gemaakt. “Wij hebben daar de componenten op gebouwd om de ‘spin offtrucs’ te doen. “Als je het Zwitsers zakmes weer voor de geest haalt, hebben de Engelsen het mes gemaakt en hebben wij de kurkentrekker, het vergrootglas en de tandenstoker eraan toegevoegd.” Pappas is al jaren bezig met de spin off-truc. Een van de nieuwe projecten dat nu loopt is het staalproject. “Het zijn de spin outs van de spin off”, grapt Pappas. Plomp: “Als Nederland hebben wij erin geïnvesteerd om in het VK een opstelling te bouwen. Dat is uiteraard geen verloren geld. Wij worden ‘terugbetaald’ met de dertig dagen gebruik van Larmor per jaar, die wij mogen invullen voor alle Nederlandse universiteiten. Er zit zelfs een Dutch Orange Button op de site van ISIS waarop wij onze aanvragen voor onderzoek kunnen indienen.” **K**

*Menno Jelgersma*

## LARMOR ALS ATLETIEKBAAN

Om te verduidelijken wat er in de Larmor-opstelling gebeurt, vergelijkt Plomp een bundel neutronen met atleten: “Stel je hebt een atletiekbaan met hardlopers die na het startschot allemaal gaan rennen in de gebruikelijke richting. Natuurlijk hebben ze allemaal een andere snelheid en zijn na 10 minuten al helemaal verdeeld over de baan. Als ze nu op een fluitsignaal rechtsomkeert maken, zullen ze na 10 minuten en bij constante snelheid weer allemaal tegelijk over de startlijn komen. Mocht er een hardloper zijn die op de terugweg struikelt of moe wordt dan zal er een verschil in aankomst zijn met de rest, waardoor af te leiden is hoe groot het incident op de terugweg is geweest.”



# PERU ZET IN OP BEELDGELEIDE BRACHYTHERAPIE



**Technologische vooruitgang heeft de weg vrij gemaakt voor technieken zoals beeldgeleide brachytherapie (IGBT), wat tot betere resultaten leidt en een betere kwaliteit van leven voor patiënten mogelijk maakt. Dit is een van de onderwerpen die half september 2019 aan de orde kwamen tijdens het IAEA's Scientific Forum: A Decade of Action on Cancer Control and the Way Forward. Peru is één van de landen waar IGBT voet aan de grond krijgt.**

"IGBT (image guided brachytherapy) is een op de persoon afgestemde en fijnafgestelde methode voor de behandeling van kanker. De methode kan bijdragen aan het verhogen van de overlevingspercentages voor verscheidene soorten kankers en tegelijkertijd de kans op complicaties verkleinen", zei Gustavo Sarria Bardales, Medical Director of the Radiation Therapy Department in het Auna Oncosalud ziekenhuis in Peru. "Met een stijging van het aantal kankerpatiënten wereldwijd, biedt de inzet van IGBT een veilige, effectieve en hoogwaardige behandeling voor enkele

veelvoorkomende kanker, waaronder borst-, prostaat en baarmoederhalskanker. Verdere ontwikkeling en toepassing van deze technologie is belangrijk om meer patiënten te bereiken en de beste zorg te geven."

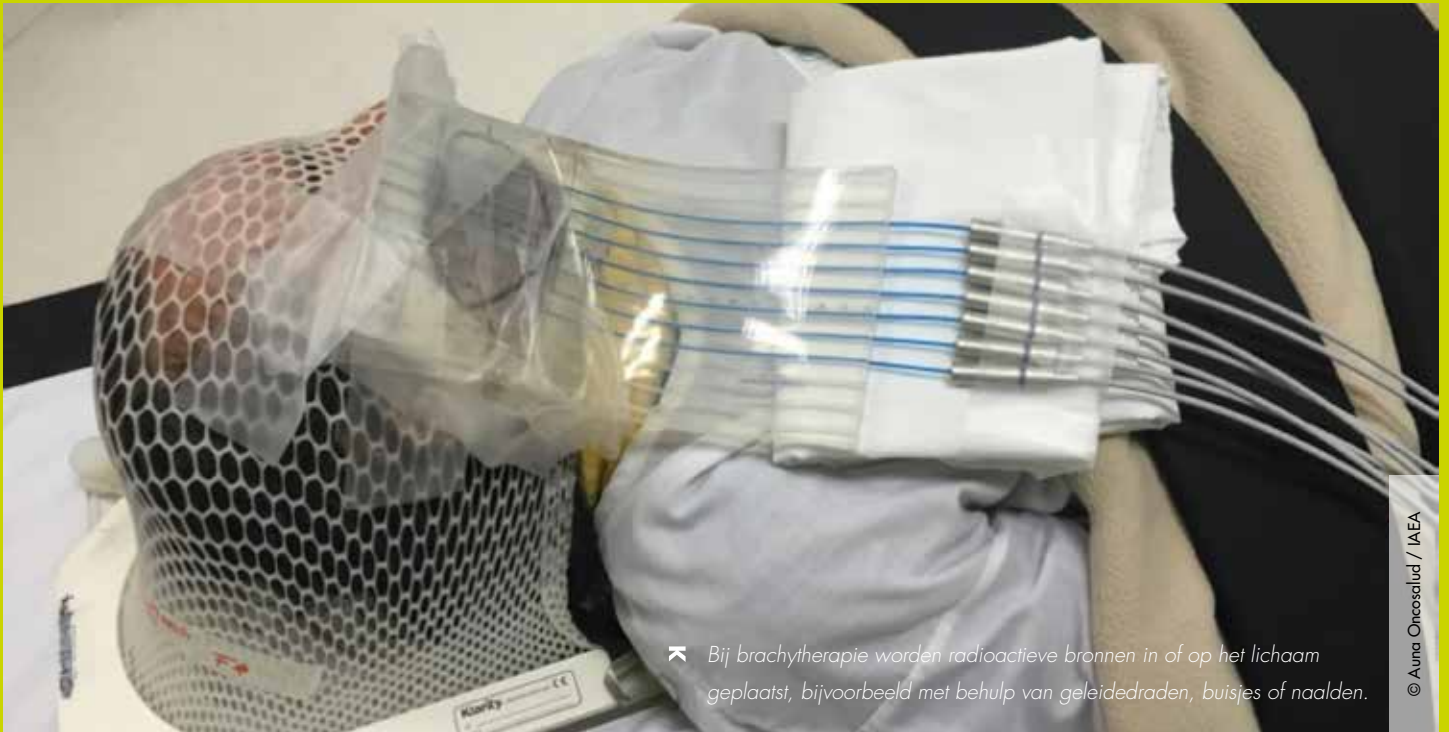
#### MAATWERK LEVEREN

Brachytherapie - een behandelingsvorm van interne bestraling met radioactieve bronnen - is al meer dan 100 jaar een veelgebruikte behandeling is voor veel soorten kanker. IGBT echter pas sinds de afgelopen 15 jaar mogelijk dankzij vooruitgang in medische beeldvorming,

behandelingsplannen en dosesafgifte. De nieuwe techniek is erop gericht om een maximale dosis straling te geven om de kankercellen te doden en tegelijkertijd het omliggende gezonde weefsels te ontzien. Het maakt gebruik van gedetailleerde 3D medische beelden om veranderingen van orgaanvolumes waar te nemen om zo maatwerk te leveren voor een optimale brachytherapie naar behoefte van de patient. De beelden laten de exacte grootte en locatie van een tumor zien en de relevante organen zodat het medische team op een veilige manier de radioactieve bronnen direct naast of in een tumor kan plaatsen voor de behandeling. Deze plaatsing kan zowel tijdelijk zijn, met een verwijderbare applicatie waarin de bron zit, of permanent, met bronnen die 'zaden' worden genoemd en in het lichaam blijven. Na verloop van tijd neemt de activiteit van deze zaden af en worden ze onschadelijk. Ook is het mogelijk dat zaden door het lichaam worden uitgescheiden.

#### GEEN 'ONE-SIZE-FITS-ALL'-PROCEDURE

Voor bepaalde vormen van kanker, zoals baarmoederhalskanker, wordt IGBT **✘**



➤ Bij brachytherapie worden radioactieve bronnen in of op het lichaam geplaatst, bijvoorbeeld met behulp van geleidedraden, buisjes of naalden.

© Auna Oncosalud / IAEA

gecombineerd met externe radiotherapie, terwijl bij andere vormen, zoals borst- en prostaatkanker, het kan worden gebruikt als een exclusieve behandeling. Met IGBT kunnen hoge doses straling worden gebruikt voor de directe bestraling van een tumor, wat betekent dat gezonde weefsels een lage dosis straling krijgen als de bronnen direct naast of in de tumor zijn geplaatst.

Maar het plaatsen van bronnen in het lichaam van een patiënt vereist expertise binnen verschillende disciplines, zoals chirurgie, beeldvorming en de planning van behandelingen, legt Alfredo Polo Rubio uit, radiotherapeut-oncoloog bij de IAEA. "Het is geen 'one-size-fits-all'-procedure, want het lichaam van elke patiënt en elke tumor is verschillend en brachytherapie is een soort van gepersonaliseerde behandeling. Het combineren van brachytherapie met beeldvorming geeft het behandelteam een helder beeld van de tumor en de omliggende organen en dat maakt het plaatsen van de bronnen mogelijk, het beoordelen van de tumorrespons en accuratere aanpassing van de stralingsdoses."

Bij brachytherapie worden radioactieve bronnen in het lichaam geplaatst wat kan worden gedaan met gereedschap zoals geleidedraden, buisjes of naalden. Hoewel IGBT als economisch efficiënt wordt gezien door het grote succes, blijft het kostbaar. De techniek vereist dure hardware en software om tot een gepersonificeerd behandelplan te komen, met daarnaast een hoog gekwalificeerd team van specialisten, van oncologen tot dosimetristen en radiologische therapeuten, en in sommige gevallen chirurgen om te assisteren bij het plaatsen van de applicatoren in het lichaam van de patiënten.

### **SAMENWERKEN MET DE IAEA**

Wereldwijd werken veel landen samen met de IAEA om hun diensten op het gebied van kankerbehandeling te ontwikkelen en wanneer ze zover zijn, om innovatieve methoden te implementeren zoals IGBT. Met technische samenwerking en gecoördineerde onderzoeksprojecten vanuit de IAEA ontvangen experts training en uitrusting maar ook toegang tot het professionele netwerk om hun expertise te vergroten. De IAEA heeft

ook richtlijnen en technische documenten geproduceerd om de invoering van IGBT te ondersteunen en om professionals bij te staan in de overgang van simpele naar complexe technieken. Sommige landen zoals Peru gaan nu over richting IGBT om de groeiende last van kanker het hoofd te bieden. "Kanker wordt op korte termijn de eerste doodsoorzaak onder Peruanen en zal verder toenemen in omvang", zegt Sarria Bardales. Ongeveer 66.000 mensen in Peru krijgen jaarlijks de diagnose kanker. "Het gezondheidssysteem is niet voorbereid voor zo'n epidemische transitie, dus nieuwe oplossingen zoals IGBT moeten worden overgenomen." Peru werkt al meer dan 30 jaar samen met de IAEA om de kankercare op te bouwen. Gedurende de laatste vijf jaar valt binnen deze samenwerking de opbouw van personeelscapaciteit op het gebied van IGBT en de aansluiting van Peruviaanse professionals met het internationale netwerk en experts in dit specifieke vakgebied. **K**

*Elisa Mattar, IAEA Office of Public Information and Communication*



# HISTORISCHE MIJLPAAL IN ONDERZOEK NAAR GESMOLTEN ZOUT IN HFR

**Eind deze zomer is een historische mijlpaal bereikt met het succesvol afronden van een testbestraling van gesmolten splijtstofzouten in de Hoge Flux Reactor (HFR) in Petten. Het is de eerste bestraling in zijn soort sinds het onderzoek in de Verenigde Staten in de jaren zestig. Dergelijke testbestralingen zijn cruciaal voor de ontwikkeling van gesmolten-zout-reactoren. Dit type reactor heeft goede kaarten op het gebied van veiligheid en er komt minder langlevend radioactief afval vrij dan bij bestaande kerncentrales.**

“Nu het onderzoek in de reactor is afgerond, kan het bestraalde zout verder worden onderzocht in de laboratoria van NRG. Dan kunnen we pas écht zien hoe het zout heeft gereageerd op de bestraling in de reactor”, vertelt onderzoeker Ralph Hania van NRG. SALIENT-01 is het eerste bestralingsexperiment binnen het gesmolten-zout-reactor-onderzoeksprogramma dat

NRG uitvoert sinds 2015. NRG was destijds pionier op dit gebied, en loopt daarom nog steeds internationaal voorop. Inmiddels is het 2019 en is de ‘thorium-reactor’ gemeengoed in energieland, als veelbelovende toekomstige oplossing voor energievraagstukken.

Het gesmolten zout-programma bij NRG is sinds 2015 flink gegroeid en omvat

onder andere onderzoek naar geschikte constructiematerialen, het verwerken en zuiveren van gesmolten zout en verwerking van restproducten. Binnen het programma zijn meer projecten gepland die binnenkort gaan starten. Zo staat in het najaar een bestraling op stapel met als doel de radiolyse van zouten te onderzoeken, een proces dat zich voordoet als splijtstofzouten afkoelen in een stralingsveld en waarbij gassen ontstaan. Komend voorjaar wordt in de HFR het onderzoek gestart naar de corrosiebestendigheid van kandidaat-materialen (legeringen) voor de bouw van een gesmolten zout reactor. Uniek onderzoek dat de realisatie van gesmolten-zout-reactoren steeds dichterbij brengt.

## **GESMOLTEN-ZOUT-REACTOR - MOLTEN SALT REACTOR**

De gesmolten-zout-reactor is een uitvinding van de Amerikaanse kernfysicus Alvin Weinberg. In de jaren zestig draaide vijf jaar lang een experimentele reactor in het Amerikaanse overheidslaboratorium in Oak Ridge. NRG werkt bij het experiment samen met het Joint Research Centre in Karlsruhe van de Europese Commissie, dat de zoutmonsters heeft gefabriceerd en deze na bestraling, samen met NRG in Petten, gaat onderzoeken. Een deel van dit nabestralingsonderzoek wordt uitgevoerd binnen het kader van het nieuwe Europese onderzoeksproject SAMOSAFER dat gecoördineerd wordt door de TU Delft. NRG voert nucleair technologisch onderzoek uit, waaronder het gesmolten-zout-programma. Dit onderzoek omvat onder andere testbestralingen van nucleaire materialen en splijtstoffen in de HFR Petten en de bijbehorende nabestralingsexperimenten, inspectiemethoden en hoogwaardige simulaties van het gedrag van nucleaire componenten en reactoren. Het onderzoek wordt deels gefinancierd door het Ministerie van Economisch Zaken. **K**

NRG

# SYMPOSIUM NUCLEAIRE GENEESKUNDE: VAN TECHNIEK TOT PATIËNT

VRIJDAG 1 NOVEMBER 2019

Bij de behandeling van patiënten worden geavanceerde technologieën meer en meer toegepast. Nieuwe innovatieve technologieën die tot stand komen door samenwerking van medici met fysici en ingenieurs. Zo worden radioactieve isotopen ontwikkeld die veelvuldig gebruikt worden voor diagnostiek maar ook voor therapeutische toepassingen. Nederland speelt een vooraanstaande rol bij de ontwikkeling van behandelmethodieken en de daarvoor noodzakelijke radioactieve stoffen. Patiënten verwachten te allen tijden de beschikbaarheid van deze stoffen als ze deze nodig hebben. Weinigen realiseren zich wat noodzakelijk is om deze stoffen beschikbaar te hebben en hoe kwetsbaar de supply-chain wereldwijd is. Tijdens dit symposium wordt een overzicht gegeven van ontwikkelingen in de Nucleaire Geneeskunde zowel vanuit de medische als ook de fysische, de politieke en financiële invalshoek. Er wordt inzicht gegeven hoe er aan gewerkt wordt om ook voor volgende generaties radioactieve isotopen beschikbaar te hebben.

De volgende sprekers zullen een voordracht verzorgen:

- **Dr. Marcel Stokkel** - voorzitter Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde  
**Nucleaire Geneeskunde: status en ontwikkeling**
- **Dr. Ir. Ronald Schram** - directeur strategische allianties NRG:  
**Productie en ontwikkeling van medische isotopen**
- **Prof. Dr. Marion de Jong** - Erasmus Medisch Centrum Rotterdam:  
**Therapeutische radionucliden: van laboratorium naar patiënt**
- **Dr. Hermen van der Lugt** - directeur PALLAS:  
**PALLAS: garantie voor de beschikbaarheid van medische isotopen**

**Dr. Heleen Miedema**, directeur Health opleidingen UT, zal deze middag het symposium voorzitten.

Na afloop is er gelegenheid om na te praten onder het genot van een drankje. Dit symposium is georganiseerd in samenwerking met Netherlands Nuclear Society, Technische Geneeskunde (Universiteit Twente) en Studievereniging Paradoks.

## Programma:

- 13:00 uur** Inloop met koffie, thee, broodje
- 13:30 uur** Opening door dagvoorzitter dr. Heleen Miedema
- 13:40 uur** Presentaties
- 17:00 uur** Napraten met een drankje en een hapje in het Grand Café van The Gallery



Nadere informatie en aanmelding via [www.kivi.nl](http://www.kivi.nl)

# NAJAARSSYMPOSIUM THEMA FUKUSHIMA VRIJDAG 8 NOVEMBER 2019

Het voorlopige programma luidt:

- 13:30 uur** Ontvangst
- 14:00 uur** Presentaties:
  - **G. Schwartz**, ENSI, Zwitserland:  
**Aanpassingen Europese regelgeving n.a.v. Fukushima**
  - **Jan Bens**, oud FANC, België:  
**Some personal thoughts about the Fukushima accident and its consequences**
- 17:00 uur** Drankje

Locatie: **INVITEZ, Koningskade 4, Den Haag**

(naast het provinciehuis aan de andere kant van het Malieveld vanuit het CS).



Het symposium is gratis toegankelijk voor leden/begunstigers van KIVI-KE, NNS en Kernvisie. Nadere informatie en aanmelding via de website [www.kivi.nl](http://www.kivi.nl)