



**KERNVISIE
MAGAZINE**

Nieuw medische
isotoop terbium-161

Nieuwe reactor
opgestart in VS

IAEA Infographic over
uranium

**KERNVISIE
SPECIAL**

50 jaar KCB

4/5
Oktober
2023

UITGAVE VAN
STICHTING KERNVISIE



**Een halve eeuw
CO₂-vrije stroom**

KernVisie Magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

Jaargang 18
Nummer 4/5
Oktober 2023
KernVisie Magazine
verschijnt tweemaandelijks
Oplage 3000 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

Bouw van de kerncentrale in het Sloegebied bij Borssele.
Foto © Zeeuws Archief, Foto Dert, nr 1641

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

50 jaar CO₂-vrije stroom

Wanneer er nu een bedrijf opstaat en zegt: we gaan een kleine

fabriek bouwen op een paar hectare grond waarmee we de komende 50 jaar een miljoen huishoudens elk jaar gaan voorzien van stroom; 24 uur per dag CO₂-vrije elektriciteit. Het afval wordt veilig geborgen en vormt geen gevaar voor mens of natuur. Dan staat waarschijnlijk iedereen te juichen. Goed nieuws. We hebben al zo'n fabriek. Deze maand is het precies 50 jaar geleden dat de Kerncentrale Borssele in gebruik is genomen en heeft precies gedaan wat hierboven is geschetst, CO₂-vrije stroom voor een miljoen huishoudens per jaar en dat vijftig jaar lang. En de centrale zal nog zeker tot 2033 stroom blijven leveren. Ik was zelf bij de bouw en inbedrijfstelling betrokken en kan me onder andere het afpersen van het containment nog goed voor de geest halen. Voor de Stichting KernVisie is het jubileum reden om in deze special uitgebreid aandacht te besteden aan de geschiedenis van de kerncentrale, niet in de laatste plaats omdat de centrale in de afgelopen halve eeuw heel wat heeft doorstaan. Het was 26 jaar geleden nog niet eens vanzelfsprekend dat de kerncentrale haar 30-jarig jubileum zou halen. Het is te danken aan de werknemers die zich in 1997 organiseerden in de Stichting Borssele 2004+ dat een beoogde sluiting in 2003 met nog eens 30 jaar werd opgeschoven naar 2033. Inmiddels wordt er onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om de reactor ook na 2033 open te houden en zijn er zelfs serieuze plannen voor de bouw van twee nieuwe reactoren. Want tijden veranderen en de behoefte aan CO₂-vrije stroom is na vijftig jaar groter dan ooit. **K**

André Versteegh
voorzitter Stichting KernVisie





P04

Energie

50 jaar KCB

Dit jaar viert EPZ dat de Kerncentrale Borssele 50 jaar geleden in gebruik is genomen, of zoals de algemeen directeur Carlo Wolters zegt: "We vieren dat onze fabriek al 50 jaar lang CO₂-vrije stroom heeft geleverd aan jaarlijks meer dan 1 miljoen huishoudens." Inmiddels is er een belangrijk doel bijgekomen: onderzoek naar de mogelijkheid om de reactor ook na 2033 open te houden.

P08 Maatschappij

Het motto van de 10-jaarlijkse evaluatie bij de KCB: kan het eenvoudiger?

Hans Krijger ging 35 jaar geleden bij de KCB aan de slag. De laatste jaren is hij verantwoordelijk voor de uitvoering van de 10-jaarlijkse evaluatie, de 10EVA23. Verder verhogen van de veiligheid is het hoofddoel van iedere 10-jaarlijkse evaluatie maar daarnaast heeft hij 10EVA23 als motto meegegeven: 'kan het eenvoudiger?'



P11

Maatschappij

50 jaar KCB dankzij Stichting Borssele 2004+

Met de festiviteiten rond 50 jaar CO₂-vrije elektriciteit is het goed om even terug te kijken naar een periode waarin het nog niet eens vanzelfsprekend was dat de KCB haar 30-jarig jubileum zou gaan vieren. De directie van EPZ legde zich in 1997 neer bij de sluiting van reactor in 2003. Maar de Stichting Borssele 2004+, waarin alle werknemers participeerden, dacht daar anders over.

P18 Medisch

TerThera brengt nieuwe medische isotoop terbium-161 op de markt

Op dit moment is de vraag naar lutetium-177 voor de behandeling van kanker groter dan het aanbod. Het in 2021 opgerichte Nederlandse bedrijf TerThera wil met de productie van het alternatieve, relatief nieuwe en veelbelovende radio-isotoop terbium-161 in dat gat springen. Directeur Philippe van Overeem: "Als alles volgens plan verloopt, zal ons lab in Breda met een GMP-productielijn voor terbium-161 in het vierde kwartaal van 2024 gereed zijn."



P09 InBeeld

AP1000 van Westinghouse bij Vogtlekerncentrale in gebruik genomen

P19 Infographic

IAEA: Nucleair uitgelegd: Wat is uranium?

P23 Column

Lars Roobol: Energietransitie

P24 In memoriam

Onlangs ontvingen we het droevige bericht dat Henk Brand is overleden. Hij was een van de oprichters van de Stichting KernVisie.



50 jaar KCB

Dit jaar viert EPZ dat de Kerncentrale Borssele 50 jaar geleden in gebruik is genomen, of zoals de algemeen directeur Carlo Wolters zegt: “We vieren dat onze fabriek al 50 jaar lang CO₂-vrije stroom heeft geleverd aan jaarlijks meer dan 1 miljoen huishoudens.” Bij zijn aantreden als algemeen directeur in 2015 zag Wolters het als zijn doel om de KCB tot 2034 op veilige en rendabele wijze te bedrijven. Inmiddels zijn er twee belangrijke doelen bijgekomen: onderzoek naar de mogelijkheid om de reactor ook na 2033 open te houden en de bouw van twee nieuwe reactoren.

De KCB heeft een elektrisch vermogen van 485 megawatt (MWe). In totaal produceert de centrale ongeveer 3 procent van de elektriciteit die Nederland jaarlijks verbruikt. Met 485 MW wordt de KCB beschouwd als een middelgrote reactor. De Internationale Organisatie voor Atoomenergie (IAEA) definieert ‘klein’ als minder dan 300 MWe en tot ongeveer 700 MWe als ‘middelgroot’. Heeft de KCB met zijn CO₂-vrije stroom dan toch een significante bijdrage geleverd in de strijd tegen de klimaatverandering? Wolters: “Wanneer je spreekt over meer dan 1 miljoen huishoudens die we jaarlijks voorzien van stroom betekent dat, dat je het hebt over praktisch alle huishoudens in Zeeland en Noord-Brabant. Ik denk dat we ons goed moeten realiseren dat we aan zoveel mensen gedurende een periode van maar liefst 50 jaar emissie-vrije stroom hebben geleverd.”

Zoutelande

Van de bouw en ingebruikname kan Wolters, die in 1968 is geboren, zich niets meer herinneren. “Maar het zou zo maar eens kunnen dat ik 50 jaar geleden wel in de buurt was, want wij gingen toen in Zoutelande in Zeeland op vakantie en voor zover ik me kan herinneren dateren de eerste vakantiefoto’s uit die periode.” Wolters had voordat hij bij de KCB kwam werken geen uitgesproken mening over kernenergie. Na zijn opleiding als chemisch technoloog trad hij in 1991 in dienst bij EPZ. Hij vertelt over een EPZ-lustrumfeest van de drie provincies Brabant, Zeeland en Limburg. Met de informatie die toen werd verspreid, realiseerde Wolters zich eigenlijk voor het eerst hoe bijzonder het was dat er een kerncentrale in Zeeland stond. “Ik had er toen absoluut geen positieve of negatieve associatie bij.”

Aanvullend klimaatpakket

De reden volgens Wolters om de KCB te bouwen was om de industrie te voorzien van betaalbare energie met een hoge leveringszekerheid. “Het idee was om de industrie te stimuleren met goedkope

©EPZ

basislast. Dat idee is nu actueler dan ooit met de aanvullende eis van de regering om tot minimaal 55 procent CO₂-reductie te komen in 2030." Om dit doel ook zeker te halen heeft het kabinet in april zelfs nog een aanvullend klimaatpakket gepresenteerd met beleid om in 2030 op 60 procent reductie uit te komen. Wolters vervolgt: "Je ziet dat we een hele cyclus door hebben gemaakt met onze fabriek, en dat we nu weer op het punt staan met dezelfde argumenten als toen: zorg dragen voor betaalbare energie voor zowel de industrie als voor huishoudens in de toekomst."

Borssele Convenant

Wolters wijst erop dat sinds de beslissing voor nieuwbouw in 1969 er inmiddels 20 kabinetten de revue zijn gepasseerd. Hoewel het in deze periode niet tot nieuwbouw is gekomen, is er wel degelijk een hoop gebeurd. In 2013 besloot Henk Kamp, de toenmalige minister van Economische Zaken, dat de ontwerpbedrijfsduur van de KCB verlengd mocht worden van 40 naar 60 jaar waardoor het mogelijk werd om nog 20 jaar extra CO₂-vrije stroom te leveren tot 2033. "Bij de vorige verlenging is het Borssele Convenant opgesteld. Hierin was een voorwaarde om in bedrijf te blijven opgenomen dat we bij de 25% veiligste reactoren van West-Europa en Noord-Amerika zouden behoren." Iedere 5 jaar vindt daartoe een beoordeling plaats die wordt uitgevoerd door de onafhankelijke Borssele Benchmark Committee (BBC) die bestaat uit nationale en internationale experts. De BBC heeft een methodologie ontwikkeld, gebaseerd op alle beschikbare informatie in combinatie met de beoordeling van deskundigen, die wordt gebruikt om de veiligheid van de KCB te vergelijken met andere reactoren wereldwijd. "De commissie kijkt naar de bedrijfsvoering, de resultaten, de veiligheidscultuur, en ook het ontwerp wordt onder de loep genomen", legt Wolters uit. De door de KCB behaalde score in 2018 ondersteunt de conclusie

dat de veiligheidsprestaties op het gebied van reactorbedrijfsvoering, onderhoud en veiligheidsbeheer van de KCB goed te vergelijken zijn met die van de 25% best presterende reactoren op het gebied van bedrijfsvoering. Eind dit jaar wordt de kerncentrale opnieuw beoordeeld door de BBC.

Over 50 jaar

In 2020 heeft de toenmalige minister van Economische Zaken Eric Wiebes een brief aan de Tweede Kamer geschreven over wat er nodig is om een verlenging na 2033 mogelijk te maken. Wolters onderscheidt vier hoofdpunten. De wet moet worden aangepast en er moet worden onderzocht wat technisch mogelijk is. Ook is het nodig om inzicht te krijgen in de kostprijs en de businesscase. "De elektriciteitsprijzen worden voor een groot gedeelte bepaald door de overheid. Wij willen een garantie dat we op termijn geen verlies draaien." Als laatste zullen de aandeelhouders een besluit over de verlenging moeten nemen. "Op dit moment onderzoeken we de technische mogelijkheden en werken we met de overheid aan een nieuw convenant. Ik verwacht een beslissing over een mogelijke verlenging over een paar jaar." Daarnaast speelt het plan voor de bouw van twee nieuwe centrales die mogelijk in Zeeland gebouwd gaan worden. EPZ heeft de ambitie daarvoor kenbaar gemaakt; de bal ligt nu bij het ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Wolters: "We hebben regelmatig overleg en zijn daarmee nauw bij de ontwikkeling betrokken." Hoe de kernenergievoorziening er over vijftig jaar uitziet is moeilijk te voorspellen. Maar de mogelijkheden zijn talrijk. "Vele bedrijven kijken naar andere manieren om kernenergie op te wekken, bijvoorbeeld via thoriumreactoren, kleine kernreactoren (SMR's) of met fusiereactoren. Maar voor we zover zijn, moeten we nog veel technische vraagstukken oplossen en er zal nog veel fundamenteel onderzoek aan vooraf moeten gaan." **K**

Tijdlijn 50 jaar KCB

1968

In Zeeland start de bouw van de tweede kerncentrale van Nederland. Samen met de kerncentrale Dodewaard is het de voorbode van een hele nieuwe toekomst: goedkope kernenergie in overvloed. Tegelijkertijd verrijst er naast de kerncentrale ook een olie- en gasgestookte conventionele elektriciteitscentrale.



➤ *Bouw van de kerncentrale in het Sloegebied bij Borssele. Werkzaamheden door de firma Societ - Bronvermelding: Zeeuws Archief, Foto Dert, nr 1641*



➤ *In 1969 wordt het reactorvat geplaatst.*



➤ *De kerncentrale Borssele in aanbouw.*



**Annemarie
Joziasse-de Boer:
“We hebben
kernenergie
nodig voor
onze toekomst”**

Vier weken, niet langer. Dat was het voornemen van Annemarie

Joziasse-de Boer toen ze in augustus 1986 bij de kerncentrale kwam werken als datatypiste. Nu, 37 jaar later en vele functies en opleidingen verder, gaat ze nog steeds met veel plezier naar haar werk. “Ik heb mijn hart verpand aan de kerncentrale.”

Na het ongeluk met de kerncentrale Tsjernobyl in april 1986 waren veel mensen bang geworden van kernenergie en stonden ze niet in de rij om te gaan werken bij de kerncentrale Borssele toen ze een datatypiste zochten. Maar bij het uitzendbureau zeiden ze ‘Annemarie, jij bent nergens bang voor dit is iets voor jou’, herinnert Joziasse-de Boer zich. “Ik was 19 en zeker niet bang, dus ik ging aanvankelijk akkoord met een dienstverband van vier weken. Daarna vroegen ze of ik nog een paar weken langer wilde blijven. In 1987 kreeg ik een vaste aanstelling. Ik kan me nog herinneren dat mijn vader me vertelde dat ik nu goed zat tot mijn pensioen en ik dat een belachelijk idee vond”, lacht ze. Uiteindelijk werkt ze er tot op de dag van vandaag nog steeds. Het feit dat ze zich intern kon blijven ontwikkelen en van haar werkgever diverse cursussen en opleidingen mocht volgen, droeg hier zeker aan bij. Zo volgde ze bij Van der Hilst twee communicatie-opleidingen en rondde ze op haar 51ste de HBO opleiding Technische Bedrijfskunde met succes af. Inmiddels is ze bij EPZ werkzaam als adviseur Voortdurend Verbeteren.

Verandering van mening

“Ik heb mijn hart verpand aan de

kerncentrale”, aldus Joziassse-de Boer. “Ik voel me niet alleen met de kerncentrale verbonden maar ook met de mensen die hier werken. Met sommigen heb ik echt een vriendschap opgebouwd”. Ze heeft inmiddels veel facetten van het bedrijf gezien en ook gemerkt hoe maatschappelijk de houding ten opzichte van kernenergie veranderde. “In het begin stonden er regelmatig mensen te demonstreren op de dijk en werd ik aangesproken op verjaardagen door verontwaardigde mensen die tegen kernenergie waren. Maar vaak waren die negatieve meningen niet gebaseerd op kennis maar op emotionele verhalen uit de krant of van anti-groeperingen.” Wanneer mensen op bezoek waren geweest bij de kerncentrale en met eigen ogen konden zien hoe veilig het was en welke bijdrage kernenergie leverde, veranderden ze van mening. “Ik hoor heel vaak dat mensen na een bezoek zeggen ‘Het was heel anders dan ik had gedacht, je hoeft helemaal niet bang te zijn voor kernenergie!’”, vertelt Joziassse-de Boer. “Laatst sprak ik nog een mede-studente van mijn opleiding bij Van der Hilst die me vertelde dat ik haar ogen had geopend voor het belang van kernenergie.” Ook de uitzending van de Avondshow van de cabaretier Arjen Lubach over kernenergie zorgde voor een kentering. “Mensen kregen ineens interesse in kernenergie en ook politici wilde meer weten. Onze directeur Carlo Wolters heeft daarbij ook een belangrijke rol gespeeld als ambassadeur van kernenergie.”

Interne communicatie

Naast diverse functies zoals administratief medewerker bij bedrijfsvoering (wat nu productie heet) en stafmedewerker onderhoud, bewaart Joziassse-de Boer ook warme herinneringen aan de tijd dat ze werkzaam was op de afdeling Communicatie. “We hadden een hele leuke ploeg en waren goed op elkaar ingespeeld.” Het was een roerige tijd

waarin van alles gebeurde. Voor haar lag de focus op interne communicatie. “Dat heb ik altijd belangrijk gevonden, dat we van elkaar weten wat we doen en dat de medewerkers op de hoogte zijn van de ontwikkelingen en ze niet uit de krant hoeven te lezen. Eerlijkheid en betrouwbaarheid zijn voor mij kernwaardes.” Het personeelsmagazine Zeedijkers speelde daar ook een belangrijke rol in. “Dat was ook een blad dat mensen thuis in de bus kregen en zo aan vrienden en familie konden laten zien waar ze mee bezig waren. Het was een mooie manier om de achterban thuis op een positieve manier te betrekken en de mensen trots te laten zijn op hun werk.”

Openheid en transparantie

Ook in haar latere functie bij de Ondernemingsraad van EPZ en als adviseur Voortdurend Verbeteren speelt het helpen van mensen een grote rol. “De openheid en transparantie van de sector vind ik mooi”, vertelt ze. “Bij andere bedrijven zijn commerciële belangen vaak belangrijker maar hier heeft het delen van kennis en ervaringen de prioriteit. Organisaties zoals de WANO die gericht zijn op het delen van best-practises om zo te leren van elkaar en beter te worden, dat is geweldig.” Vanzelfsprekend is Joziassse-de Boer een overtuigd voorstander van kernenergie. “We hebben kernenergie nodig voor onze kinderen en kleinkinderen, voor onze toekomst”, vat ze het samen. “En ik hoop dat we als bedrijf 2034 met gemak halen en dan door kunnen.” Voor zichzelf hoopt ze vooral dat ze met hetzelfde plezier kan blijven werken zoals ze altijd heeft gedaan. “Het lijkt me vreselijk om met tegenzin naar je werk te moeten gaan, ik ben heel erg blij dat ik dat nooit heb gehad.” Het lijkt er op dat haar vader toch gelijk gaat krijgen en dat ze een werkgever heeft gevonden waar ze tot haar pensioen kan blijven. “Hij zou het nooit zo direct zeggen, maar hij zou er zeker op hinten”, lacht Joziassse-de Boer. **K**

1973

De kerncentrale aan de Westerschelde wordt opgeleverd door Siemens/Kraftwerkunion. Een internationale superprestatie waarbij vooral het reactorvat een staaltje Duitse Gründlichkeit is. Siemens hoopt op meer orders. De ‘Nota inzake het kernenergiebeleid’ (1972) van EZ-Minister Langman mikte maar liefst op 35 kerncentrales in het jaar 2000!



➤ In 1973 is de kerncentrale klaar voor gebruik.

1979

Op 28 maart 1979 is er een ernstig kernongeval in de kerncentrale Three Mile Island in Harrisburg, Pennsylvania in de Verenigde Staten. Een storing in eenheid TMI-2 zorgt voor een kernsmelting en er kwam een aanzienlijke hoeveelheid radioactief gas in de atmosfeer. Mede naar aanleiding hiervan worden de veiligheidsvoorzieningen verbeterd, onder meer door de bouw van een reservekoelwatersysteem. Het ongeluk versterkt de bestaande maatschappelijke onrust en de Zeedijk in Borssele wordt samen met de uiterwaarden bij Dodewaard tot ver in de jaren tachtig van de vorige eeuw het toneel voor demonstraties en rellen.

1981

De overheid probeert de maatschappelijke onrust rond kernenergie te regisseren met een Brede Maatschappelijke Discussie. Die duurt drie jaar maar levert nagenoeg niets op. De onrust neemt toe door het tegelijkertijd gevoerde debat over nucleaire oorlogsvoering (de plaatsing

van kruisvluchtwapens). De overheid stelt als reactie op dit alles haar vreedzame nucleaire ambities bij. In plaats van 35 kerncentrales besluit premier Lubbers er ‘maar’ drie bij te bouwen.



➤ *Massaal protest tegen kernwapens – credit: BNA Photographic / Alamy Stock Photo*

1986

Er vindt een ernstig reactorongeluk plaats bij de kerncentrale Tsjernobyl. De centrale van Tsjernobyl is volstrekt anders dan die in Borssele maar het ongeluk zorgt ervoor dat er nog meer aandacht komt voor transparantie, veiligheid en controle. Nog hetzelfde jaar en een tweede keer in 1987 bezoekt een Operational Safety Review Team (OSART) van de Verenigde Naties de kerncentrale Borssele. EPZ reageert op de bevindingen met nog meer veiligheidsinvesteringen. OSART-missies vinden tot op de dag van vandaag plaats om te leren van elkaar.



➤ *De drukbezochte OSART-markt in 2023 waar het publiek uitleg krijgt over de veilige en betrouwbare werking van de kerncentrale.*



**Hans Krijger,
projectleider 10EVA**

“Het motto van deze evaluatie: kan het eenvoudiger?”

Hans Krijger kwam 35 jaar geleden bij de kerncentrale nadat hij bij de Schelde in Vlissingen had gewerkt bij de afdeling die stoomketels bouwde voor centrales. In die functie werkte hij onder andere mee aan de bouw van de kolencentrale. Bij de kerncentrale begon hij aanvankelijk bij de afdeling opleidingen en de laatste jaren is hij verantwoordelijk voor de uitvoering van de vijfde 10-jaarlijkse evaluatie, de 10EVA23. Verder verhogen van de veiligheid is het hoofddoel van iedere 10-jaarlijkse evaluatie maar daarnaast heeft hij 10EVA23 als motto meegegeven: ‘kan het eenvoudiger?’

In een kerncentrale wordt gewerkt met materialen en processen die grote gevolgen kunnen hebben, wanneer ze niet goed worden beheerst. Bij EPZ is Nucleaire Veiligheid dan ook een belangrijke verantwoordelijkheid. De definitie van Nucleaire Veiligheid bij EPZ luidt als volgt: Nucleaire Veiligheid is het beschermen van mens en milieu tegen schadelijke effecten van radioactieve lozing en straling. Bij EPZ gebeurt dat door het voortdurend verbeteren van techniek, organisatie en cultuur.

10EVA

Krijger heeft een achtergrond in de werktuigbouwkunde, aangevuld met bedrijfskunde in Rotterdam. In zijn eerste functie bij EPZ leerde hij het wachtpersoneel hoe ze de centrale moesten bedienen. Inmiddels werkt hij bij de technische afdeling en coördineert hij de 10EVA. Alle nucleaire installaties van Nederland moeten iedere 10 jaar worden geëvalueerd waarbij alle veiligheidsaspecten aan bod komen. "In totaal bekijken we op 16 verschillende gebieden hoe het met de veiligheid is en of we er verbeteringen in kunnen aanbrengen. Is het nog state of the art of zijn er inmiddels nieuwe technieken beschikbaar?" Het gaat dan om alles, van

bedrijfsprocessen en procedures, tot de hekken en de poortjes. "En van regels en richtlijnen tot cybersecurity en ontwerp", legt Krijger uit. Een 10EVA duurt dan ook twee jaar en resulteert in een lijst met potentiële verbeterpunten. Op basis van vooraf met de toezichthouder (ANVS) vastgestelde criteria wordt uit de gevonden verbeterpunten een verbeterplan opgesteld. De regels en richtlijnen voor de kerncentrale zijn vastgelegd in documenten die aan de kernenergiewetvergunning zijn gekoppeld. "Dat zijn nucleaire veiligheidsrichtlijnen met eisen ten aanzien van de bedrijfsprocessen, de bedrijfsvoering en het uitvoeren van een 10-jaarlijkse evaluatie. Deze richtlijnen zijn afgeleid van IAEA-richtlijnen en aangevuld met Nederlandse voorwaarden."

KCB behoort tot de 25% van de meest veilige Westerse kerncentrales

Een andere belangrijke garantie voor de veiligheid van de kerncentrale is de voorwaarde dat deze bij de 25% van de veiligste Westerse kerncentrales moet behoren. Eens per vijf jaar wordt dit getoetst door een daarvoor aangestelde benchmark commissie. Als een van de top 25% veiligste kerncentrales kan het voorkomen dat een operator het advies krijgt om eens bij EPZ ➤



➤ EPZ en de overheid ondertekenen het Borssele Convenant. Er wordt afgesproken dat de KCB openblijft tot 2034.

1990

De kerncentrale Borssele en de naastgelegen kolencentrale worden formeel overgeheveld van de Provinciale Zeeuwse Energie Maatschappij (PZEM) naar de Elektriciteits-Produktiemaatschappij Zuid-Nederland (EPZ). In dit bedrijf zitten nog meer elektriciteitscentrales in het zuiden van Nederland. De nieuwe Elektriciteitswet 1989 schreef voor dat de elektriciteitsproductie moest worden afgescheiden van de levering en het netbeheer.



➤ De vlaggen van EPZ wapperen bij de kerncentrale

1997

De kerncentrale ondergaat een moderniseringstraject maar lang is het niet duidelijk of de politiek EPZ de tijd gunt om die mega-investering terug te verdienen. Die duidelijkheid komt er wel als de minister in 1997 besluit om de centrale per 31 december 2003 te sluiten en de niet terugverdiende investeringen te compenseren. Het personeel van de kerncentrale is verbijsterd en vecht het politieke besluit aan.



➤ De medewerkers komen met succes in actie tegen het overheidsbesluit om de kerncentrale te sluiten.

2000

De Raad van State oordeelt dat het besluit om de kerncentrale in 2003 te sluiten onrechtmatig tot stand is gekomen. En na ook nog een civiel-rechterlijke procedure te hebben gewonnen beschikt op 21 september 2001 de kerncentrale weer over een vergunning voor onbepaalde tijd.



De medewerkers van de kerncentrale vechten voor het voortbestaan van hun centrale.

2006

EPZ en de overheid komen samen tot het Borssele Convenant. Er wordt afgesproken dat de kerncentrale Borssele openblijft tot 2034 mits de centrale bij de 25 procent veiligste westerse drukwater kerncentrales blijft behoren. Een onafhankelijke Benchmark Commissie ziet hierop toe. Als tegenprestatie investeren de aandeelhouders Delta en Essent fors in duurzame energie.



Het Borssele Convenant wordt ondertekend. De kerncentrale blijft open tot 2034.

2011

Het vertrouwen in kernenergie keldert nadat de kerncentrales van Fukushima worden overspoeld door een reusachtige tsunami. Er volgen Europese stresstests voor

te gaan kijken hoe zij het doen. Krijger: "Kennissen delen is in de nucleaire wereld heel gebruikelijk. We zijn eigenlijk concullega's die allen afhankelijk zijn van wat er in de sector gebeurt. Wanneer het bij een van ons regent, dan druppelt het bij iedereen", vat Krijger samen. "Toen het ongeluk met Fukushima in 2011 gebeurde bijvoorbeeld, stonden ze de maandag daarop bij ons aan de deur met de vraag of een dergelijk ongeval ook bij EPZ kan gebeuren. Duitsland besloot na het ongeval in Fukushima zelfs om alle kerncentrales versneld te sluiten."

Zwarte zwanen en veiligheidsdenken

Voor Krijger was het ongeluk bij de kerncentrale van Fukushima een belangrijk leermoment. "Ik schrok enorm toen ik de beelden van Fukushima op de televisie zag. Het deed me denken aan het concept van de zwarte zwanen. Zwarte zwanen bestaan niet, tot je er een ziet. Je moet ervan uitgaan dat iets wat je voor onmogelijk houdt toch gebeurt en vooraf maatregelen nemen om deze situatie te kunnen beheersen." Alle 143 kerncentrales in Europa werden na de ramp met de kerncentrale in Fukushima onderworpen aan een verplichte stresstest. In deze stresstest is gekeken naar combinaties van onwaarschijnlijke gebeurtenissen. Bijvoorbeeld extreem weer, overstromingen, aardbevingen, stroomuitval en schade door menselijk handelen. Krijger was ook bij dat project betrokken. "Ook al kan een tsunami zoals in Japan hier niet voorkomen, toch moet je voorbereid zijn op situaties die je praktisch voor onmogelijk houdt. We hebben daar nu alles voor geregeld, van mobiele noodstroomvoorzieningen en pompen tot en met procedures." Het betekende een omslag in het veiligheidsdenken waarbij ook maatregelen worden getroffen voor het beheersen van gebeurtenissen die als zeer onwaarschijnlijk of onmogelijk worden beschouwd. Krijger: "Je zou het bijna overdreven bezorgd kunnen noemen, maar deze manier van denken heeft het veiligheidsbewustzijn bij de kerncentrales verder verbeterd."

Het grote modificatieproject in 1997

Terugkijkend op zijn 35 jaar dienstverband bij de kerncentrale, wat was voor hem het hoogtepunt? Hier hoeft Krijger niet lang over na te denken: het grote modificatieproject in 1997. Tijdens dit grootschalige moderniseringsprogramma van de kerncentrale wordt voor het enorme bedrag van 450 miljoen gulden aan extra veiligheid ingebracht. De bediening van de kerncentrale wordt veiliger en er komen meervoudig uitgevoerde veiligheidssystemen. De kerncentrale wordt aardbevings- en overstromingsbestendig, krijgt extra gebunkerde noodstroom- en koelwatervoorzieningen, een nieuwe ergonomische regelzaal en voor het trainen van de medewerkers wordt een simulator van de kerncentrale gebouwd. "We hebben de centrale destijds grootschalig omgebouwd. Als een centrale draait, dan is het bij wijze van spreken op de winkel passen. Maar bij nieuwbouw of aanpassingen moet je van de nieuwe systemen aantonen dat ze onder alle mogelijke omstandigheden daadwerkelijk functioneren zoals bedacht. Ik blijf natuurlijk een techneut, dus dat was de mooiste tijd voor mij. Bedrijfsvoering uitpluizen, procedures schrijven, nieuwe onderdelen beproeven. In 2006 en 2016 volgden nog twee vergelijkbare projecten in de vorm van de 10EVA's die ieder resulteerden in een lijst met potentiële verbeteringen ter verhoging van de veiligheid.

Opslag van energie wordt de uitdaging

Nu werkt Krijger als projectleider aan de vijfde 10EVA. "Deze keer heb ik het plan van aanpak een motto gegeven: 'Kan het eenvoudiger?' Bij de vorige 10EVA's is er heel veel hardware toegevoegd wat de veiligheid heeft verhoogd. Maar ik vind dat we moeten zorgen dat de processen begrijpelijk blijven en dat we de centrale niet zo ingewikkeld mogen maken dat de kans op het maken van fouten gaat toenemen. Zo ver is het nog niet maar we moeten hier wel voor waken en de toezichthouder ANVS was het daarmee eens."

Gevraagd naar de toekomst van kernenergie en de kerncentrale moet Krijger even denken. "Ik hoop dat energie over vijftig jaar echt 100% duurzaam is. Kernenergie kan daar een mooie bijdrage aan leveren. Maar de zon straalt zoveel energie uit, het zou mooi zijn als we daar op enig moment genoeg aan zouden hebben. Kernfusie zou ook mooi zijn maar daarover wordt al veertig jaar gezegd dat het over veertig jaar mogelijk is", lacht hij. "De uitdaging zal de opslag van energie worden.

Ik las laatst in de krant dat in Vlissingen het grootste batterij-energieopslagsysteem van Nederland wordt gebouwd. De superbatterij krijgt een opslagcapaciteit van 68 megawattuur. Ik heb even een snelle rekensom gemaakt, onze kerncentrale laadt die batterij in 8 minuten op. Er stond bij dat dit genoeg is voor 20 huishoudens en dat de bouw een paar miljoen kost. Het is een mooi initiatief maar natuurlijk nog geen echte oplossing." **K**

50 jaar KCB dankzij Stichting Borssele 2004+

Met de festiviteiten rond 50 jaar CO₂-vrije elektriciteit is het goed om even terug te kijken naar een periode waarin het nog niet eens vanzelfsprekend was dat de KCB haar 30-jarig jubileum zou gaan vieren. De directie van EPZ legde zich in 1997 neer bij een ophanden zijnde politiek gemotiveerde sluiting van de reactor in 2003. Maar de Stichting Borssele 2004+, waarin alle werknemers participeerden, dacht daar anders over.

Zij hebben als 'een dorpje van onverzettelijke Galliërs' koppig weerstand geboden tegen het genomen besluit en hebben er uiteindelijk voor gezorgd dat een beoogde sluiting met nog eens 30 jaar werd opgeschoven naar 2033. Oud-medewerkers van de KCB en oud-bestuursleden van de Stichting Borssele 2004+ Jan Wieman en Cees Leurs blikken terug op een bewogen periode.

Dr. Cees Leurs trad in 1986 in dienst als stafmedewerker bij de KCB. "Ik herinner me dat nog heel goed, want het was vlak na het ongeluk bij Tsjernobyl en na het bezoek van een IAEA Operational Safety Review Team (OSART) aan de kerncentrale Borssele." EPZ reageert op de bevindingen met een ruim pakket aan veiligheidsinvesteringen en

uitbreiding van hoger opgeleid personeel. Leurs: "De overheid besluit daarnaast om verbeteringen niet langer ad hoc door te voeren, maar de veiligheid permanent te monitoren." Er komen wettelijke 10-jarlijkse veiligheidsevaluaties. Iedere tien jaar moet kerncentrale Borssele aangepast worden aan de laatste stand der techniek en praktijk. Uit de eerste 10-jarlijkse veiligheidsevaluatie volgt in 1993 dat er een groot moderniseringsprogramma noodzakelijk is waarvan de kosten 250 miljoen gulden bedragen. "Dat was ongeveer net zoveel als de complete bouwkosten van de kerncentrale", verklaart Leurs om aan te geven hoe omvangrijk het project was. Wereldwijd is er veel aandacht voor de modernisering **X**

kerncentrales die de veiligheid van de kerncentrales garanderen. Eind 2012 liggen de voorgenomen verbeteringen van de zojuist afgeronde Tienjaarlijkse Veiligheidsevaluatie en de maatregelen van de Stresstest ter inzage in het gemeentehuis in Borssele.



➤ Greenpeace demonstreert bij het spoor en op de dijk tegen kernenergie.

2013

EPZ verduurzaamt haar splijtstofgebruik voor haar productie tot 2034. Er komt meer ruimte voor de inzet van gerecyclede splijtstoffen. Naast het gebruik van afgedankt uranium als gevolg van ontwapeningsverdragen gaat EPZ haar eigen gebruikte uranium en haar plutonium opnieuw in de reactor doen.



➤ Nuclear transport.

2017

In dit jaar staat de kerncentrale langere tijd stil voor groot onderhoud. Er worden een groot aantal verbeteringen als gevolg van de 10-jarlijkse veiligheidsevaluatie uitgevoerd. Er komt een nieuw reactorbesturingssysteem en een extra aansluiting op het landelijk elektriciteitsnet. Daarmee gaat EPZ veilig, winstgevend én state of the art op weg naar 2034, het jaar waarin de centrale volgens de wet dicht gaat.



➤ De nieuwe netaansluiting op 380 kV (Foto Petar Curcic, medewerker EPZ)



➤ Groot onderhoud in 2017 (Foto Petar Curcic)

2020

Het jaar van het coronavirus. EPZ werkt als essentieel bedrijf door onder strenge COVID-19 regels. Wie kan, werkt thuis. Wiens aanwezigheid op het complex noodzakelijk is, werkt op basis van de RIVM-richtlijnen. In nauw overleg met toezichthouder ANVS worden tijdens de onderhoudsstop van 2020 enkel de meest noodzakelijke werkzaamheden die nodig zijn in het kader van de nucleaire veiligheid, uitgevoerd. Eind november publiceert EPZ haar visie op kernenergie in Nederland na 2033. Deze wordt positief ontvangen. In het regeerakkoord van 2021 staat dat het kabinet inzet op de bouw van twee nieuwe kerncentrales en de kerncentrale van Borssele langer openblijft.



➤ De looproutes naar het aanmeldbureau zorgen voor een gepaste afstand.

die in 1997 wordt afgerond. De volgende 10 jaarlijkse-veiligheidsevaluatie die gepland stond in 2007 lijkt op dat moment nog vanzelfsprekend.

Afwijzing verlenging

Na het ongeluk bij Tsjernobyl is er echter maatschappelijk onrust ontstaan over kernenergie en een kleine Kamermeerderheid wijst verlenging tot 2007 af. Minister Hans Wijers (D'66) van Economische Zaken besluit dat de KCB op 31 december 2003 zijn deuren moet sluiten. Om het moderniseringsprogramma te kunnen terugverdienen, moet de kerncentrale eigenlijk minimaal tot 2007 in bedrijf blijven. Tegelijk met de eis tot sluiting beslist de overheid daarom dat EPZ compensatie krijgt voor een bedrag van 75 miljoen gulden. Terwijl de directie van EPZ zich neerlegt bij het politieke besluit, gaat het personeel van de kerncentrale niet akkoord met Wijers' beslissing. Ir. Jan Wieman werkte sinds 1985 bij de kerncentrale Borssele (KCB), eerst binnen de bedrijfsvoering en sinds 2001 als manager van de splijtstofcontracten. Wieman: "Op het moment dat we op de hoogte waren van het voorgenomen besluit zijn wij op zoek gegaan naar sympathisanten die het belang van onze zaak inzagen. Het belangrijkste argument voor ons was: als jullie de fabriek sluiten, staan wij op straat." Bijna 1.800 mensen stuurden meer dan 5.000 bezwaarschriften tegen de voorgenomen sluitingsdatum in 2003. Maar Wijers wijst de bezwaren af en stelt zich op het standpunt dat de Samenwerkende Elektriciteitsproducenten (SEP) waarin naast EPZ ook Epon, EZH en Una participeren, al akkoord waren met een sluiting in 2003. Met deze houding leek het einde voor de KCB bezegeld. Binnen het personeel bleef het echter borrelen en diverse medewerkers waaronder Leurs en Wieman richtten de Stichting Borssele 2004+ op. Wieman: "We hadden al gezien dat rechtspersonen zoals stichtingen juridisch meer voor elkaar konden krijgen. Dat was voor ons doorslaggevend om in 1998 naar de notaris te stappen en zelf een stichting in het leven te roepen om het besluit van de overheid aan de vechten bij de Raad van State." De Stichting Borssele 2004+

kende bij oprichting vijf bestuursleden: Cees Leurs (voorzitter), Jan Wieman (secretaris), Marco Muilenburg, Jan Schillemans (†) (penningmeester) en André de Jong (†).

Faxapparaat

Een van de gronden waarop het besluit kon worden aangevochten was volgens Wieman dat de regering een ambtelijke wijziging had doorgevoerd met de aantekening van een nieuwe sluitingsdatum op de vergunning. "Maar zo'n ambtelijke vergunning is alleen bedoeld voor banale wijzigingen zoals bijvoorbeeld een nieuw adres; voor een inhoudelijke wijziging is een vergunningenprocedure noodzakelijk." Wie voerde het woord tijdens de zaak bij de Raad van State? Leurs: "De SEP stond alsnog aan onze kant en had een van de beste juristen op het gebied van het bestuursrecht ingezet om ons bij te staan en wij hadden zelf ook een uitstekende jurist. De toenmalige directeur Den Boer van EPZ had ons bovendien toegezegd de kosten daarvoor te zullen dragen", waarmee Leurs aangeeft dat de directie op dat moment de Stichting Borssele 2004+ steunde. In 2000 volgde de uitspraak. Terwijl Leurs en Wieman bij het faxapparaat wachtten, blijkt de rechtbank het vonnis naar het verkeerde nummer gestuurd te hebben. "We kwamen erachter dat we gewonnen hadden omdat we werden gebeld met felicitaties. We hebben toen direct aan de telefoniste gevraagd om het vonnis, waaruit bleek dat het voorgenomen politieke besluit niet rechtsgeldig was, algemeen om te roepen. Uit alle ramen klonk gejuich!" De kerncentrale beschikt op dat moment weer over een vergunning voor onbepaalde tijd.

Tandpasta

Maar het bleek niet de uitspraak waar Den Haag op zat te wachten en de Staat startte een civiele procedure. "De toenmalige minister van VROM Jan Pronk vergeleek het terugdraaien van het besluit met het terugduwen van tandpasta in een tube", zegt Leurs grinnikend. Wieman: "De overheid stelde zich op het standpunt dat er een overeenkomst was waarmee EPZ akkoord was gegaan om in 2003 te sluiten." De zaak

die de Staat aanhangig maakte, werd in Den Bosch behandeld en draaide om de centrale vraag of EPZ een bindende afspraak had gemaakt of niet. De zaak krijgt veel aandacht in de media en de gemoederen lopen hoog op. Wieman: "Omdat we wisten dat er zowel voor- als tegenstanders naar Den Bosch zouden komen, hebben we vooraf met WISE, Laka en Greenpeace contact opgenomen om af te spreken dat we er niet naar toe gingen om 'te matten'. We zouden netjes van elkaar gescheiden blijven, wat uiteindelijk ook gebeurde." Tijdens de zitting stelde EPZ dat er nooit een afspraak was geweest om de KCB voortijdig te sluiten. Wat zeker ook meespeelde was dat in 1998 in het kader van de liberalisering van de elektriciteitsmarkt de invloed van de overheid op de keuze van elektriciteitsproductie sterk was verminderd. Parlementaire goedkeuring was niet meer nodig. Elke producent mag vanaf die tijd zelf weten of hij kiest voor fossiele

of hernieuwbare bronnen of kernenergie. Het duurt tot 21 september 2001 tot het personeel van EPZ opgelucht adem kan halen: de rechter veegt de bewering van een bindende afspraak van tafel. Leurs: "Dat betekent niet dat we op onze handen zijn gaan zitten. We blijven innoveren en onderschat de OSART-missies en 10-jaarlijkse veiligheidsevaluaties niet, want dat zijn grote projecten die altijd tot meerdere verbeteringen leiden. Maar het feit blijft dat de kerncentrale er nog is, mede dankzij de onverschrokken inzet van de eigen medewerkers in de jaren negentig." Inmiddels zijn beide heren al een tijdje met pensioen, maar ze dragen de centrale en haar medewerkers nog steeds een warm hart toe. Dat blijkt wel uit de enige voorwaarde die ze aan het interview stelde: het moest plaatsvinden bij EPZ zodat ze nog één keer door de gangen konden lopen en hun oud-collega's konden begroeten. **K**



Cees Leurs

Dr. Cees Leurs studeerde radiochemie aan de Universiteit van Amsterdam. Daarna werkte hij bij de Universiteit Groningen bij de subfaculteit biologie dat beschikte over een groot isotopenlaboratorium. In 1986 trad hij in dienst bij de KCB waarbij hij als stafmedewerker stralingscontrole, chemie en

afvalverwerking aan de slag ging. Aansluitend werd hij Chef Stralingsbescherming en kwam terecht bij het Project Modificaties met het oog op de levensduurverlenging 1997 waar hij zich bezighield met vergunningen en stralingsbescherming. Na afloop van het project werd Leurs Manager Monitoring, een functie die hij tot bijna het einde van zijn carrière bij de KCB in 2006 heeft vervuld.



Jan Wieman

Ir. Jan Wieman studeerde technische natuurkunde aan de Technische Hogeschool Delft (nu TU Delft). Voor hij bij de KCB aan de slag ging, werkte Wieman bij de Koninklijke Marine en bij ECN in Petten. Wieman werkte sinds 1985 bij de kerncentrale Borssele (KCB), eerst binnen de bedrijfsvoering

en sinds 2001 als manager van de splijtstofcontracten. In deze hoedanigheid wist Wieman alles over het (her)gebruik van splijtstoffen, de 'brandstof' voor kerncentrales. Daarnaast was Wieman sinds 1997 als bestuurslid van de Stichting Borssele 2004+ nauw betrokken bij de succesvolle strijd om de KCB ook na 2004 open te houden. Wieman ging in 2020 met pensioen.



➤ Spatschermen bij het aanmeldbureau als extra bescherming.



➤ Ook de opleidingen voor het personeel zijn aangepast aan de corona-maatregelen.

2023

In oktober levert EPZ precies vijftig jaar stroom aan het net. Dat is een halve eeuw waarin ieder jaar meer dan een miljoen huishoudens van CO₂-vrije stroom voorzien. Veilig, betrouwbaar en klimaatvriendelijk.



➤ De kerncentrale Borssele levert al vijftig jaar CO₂-vrije stroom aan meer dan een miljoen huishoudens per jaar.



AP1000 van Westinghouse bij Vogtle-kerncentrale in gebruik genomen

Georgia Power heeft op 31 juli Unit 3 van de Vogtle-kerncentrale commercieel in bedrijf genomen. Unit 3 is de eerste van twee units op de Vogtle-kerncentrale waar AP1000-reactoren van Westinghouse de komende 60 tot 80 jaar voor de productie van schone en emissievrije stroom zullen zorgen. De Vogtle Unit 3 is de eerste nieuwgebouwde nucleaire reactor in de VS in meer dan 30 jaar en gaat naar schatting 500.000 huizen en bedrijven van CO₂-vrije stroom voorzien. Unit 4 wordt in het laatste kwartaal van dit jaar of begin 2024 aan het net gekoppeld.



© Georgia Power

De AP1000 van Westinghouse is een zogenaamde Generation III+ reactor met volledig passieve veiligheidssystemen en een modulair bouwontwerp. De bouw van de twee AP1000's startte in Vogtle in 2013. Southern Nuclear en Georgia Power (dochterondernemingen van Southern Company) namen in 2017 het beheer van het bouwproject over na het faillissement van Westinghouse. Een strategisch partnerschap van Cameco Corporation en Brookfield Renewable Partners is momenteel bezig met de overname van Westinghouse in een transactie die naar verwachting voor het einde van dit jaar zal zijn afgerond. De Vogtle 1 & 2 units zijn PWR Westinghouse 4-loop-reactoren met een gezamenlijk

vermogen van 2.430 MW. Units 3 & 4 zullen gezamenlijk een vermogen leveren van 2.234 MW. Met de nieuwe Unit 3 in Vogtle en de vier AP1000-eenheden in China zijn er momenteel 5 AP1000-reactoren in bedrijf en nog eens 5 andere in aanbouw. Polen heeft de AP1000-reactor geselecteerd voor zijn kernenergieprogramma; Oekraïne heeft toezeggingen gedaan voor negen eenheden en Westinghouse heeft aangekondigd dat Bulgarije een AP1000-eenheid zal bouwen bij de kerncentrale van Kozloduy. Volgens een opgave van Westinghouse zullen er aan het eind van dit decennium wereldwijd 12 AP1000-reactoren in bedrijf zijn. **K**



TerThera brengt nieuwe medische isotoop terbium-161 op de markt

Op dit moment is de vraag naar lutetium-177 voor de behandeling van kanker groter dan het aanbod. Het in 2021 opgerichte Nederlandse bedrijf TerThera wil met de productie van het alternatieve, relatief nieuwe en veelbelovende radio-isotoop terbium-161 in dat gat springen. Vanwege het hoge aandeel van de laagenergetische auger-elektronen met een extreem korte dracht, die bij het verval van terbium-161 vrijkomen, is het mogelijk om heel lokaal een kankercel te vernietigen zonder schade aan het omliggende weefsel aan te brengen. Directeur Philippe van Overeem: “Als alles volgens plan verloopt, zal ons lab in Breda met een GMP-productielijn in het vierde kwartaal van 2024 gereed zijn.”

met alleen de oprichting heb je natuurlijk nog niet echt een bedrijf. Geen vergunning, geen producten, helemaal niets.” De eerste stap was een overleg met de toezichthouder ANVS voor de bouw van een bunker die onder andere nodig is voor de opslag van radioactieve stoffen. “In samenwerking met een externe radiation safety officer, die de vergunningaanvraag heeft geschreven, hebben we de bunker ontworpen. Daarnaast hebben we ook de aanvraag voor een vergunning Beveiligd Afzender Luchtvracht gedaan en verkregen van de Marechaussee om vanuit ons bedrijf in Breda zelf de luchtvracht in te mogen pakken.”

Philippe van Overeem was algemeen directeur bij IDB Holland BV dat als familiebedrijf in 2016 werd overgenomen door Advanced Accelerator Applications, later Novartis Oncology. In 2020 nam

hij ontslag en startte hij Van Overeem Nuclear BV, een bedrijf met als doel het op de markt brengen van radiochemische en radionuclidische producten met een medische toepassing. Van Overeem: “Maar

Bestudering van de nuclidekaart

Als beoogd leverancier moet je natuurlijk wel zeker van je zaak zijn dat je isotopen voor medische doeleinden

diagnose en een behandeling. Deze isotoop wordt al geregeld toegepast bij de behandeling van Neuro-endocrine tumoren en prostaatkanker.

Wat Van Overeem echter constateerde, was dat de vraag naar lutetium groter is dan het aanbod. "Het komt geregeld voor dat patiënten al in ziekenhuizen klaarliggen voor een behandeling maar dat het lutetium op het laatste moment niet geleverd kan worden." Dat was voor hem de reden om op zoek te gaan naar een alternatieve radionuclide. "Bij het bestuderen van de nuclidekaart stuitte we al snel op terbium-161 dat ongeveer dezelfde eigenschappen heeft als lutetium-177", licht van Overeem toe. Loop je niet het risico dat net als met lutetium het verschil tussen vraag en aanbod leidt tot het afzeggen van behandelingen? "We hebben uiteraard wel eerst even gekeken of er voldoende gadolinium-160 als grondstof beschikbaar was. Die was er. We hebben toen de grote stap genomen om alle beschikbare grondstoffen op te kopen; en het bedrijf TerThera op te starten." Van Overeem is ervan overtuigd dat hij nu met

terbium in het 'lutetium-gat' kan springen. TerThera is volgens hem momenteel het enige bedrijf is dat terbium-161 voor onbepaalde tijd met hoge activiteit kan produceren. "Er zijn onderzoeksinstituten die het ook produceren, maar die doen dat op een hele kleine schaal. Zo leveren wij bijvoorbeeld zelfs aan het Paul Scherrer Instituut PSI in Zwitserland. Zij maken het zelf ook maar niet in de hoeveelheden die ze nodig hebben."

GMP-light

Stuart Koelewijn is head of business development bij TerThera. Koelewijn: "Ik kende Philippe al vóór TerThera waarbij wij regelmatig contact hadden toen hij net Van Overeem Nuclear had opgericht en ik bij Quirem Medical BV in Deventer werkte. Toen ik hem voor het eerst hoorde spreken over terbium-161 wist ik meteen: hier zit bijzonder veel toekomst in." Binnen een maand na zijn aantreden werden al de eerste bestralingsampullen gemaakt. Van Overeem: "Het ging om ampullen waarin ongeveer 55 milligram verrijkt gadolinium-160 was opgenomen en die zijn we gaan bestralen bij onderzoeksinstituut

➤ TerThera directeur Philippe van Overeem (links) en Stuart Koelewijn, head of business development (rechts)

ook daadwerkelijk mag vermarkten. Van Overeem vertelt dat hij bij de oprichting van Van Overeem Nuclear al direct een 'voorgevoel' had dat het wel goed zou komen met de distributierechten voor medische isotopen die bij PET- en SPECT-scans worden gebruikt voor diagnostische beeldvorming. "Bovendien liet geneesmiddelenbedrijf Novartis doorschemeren dat ze zich voornamelijk op de productie van medische isotopen en minder op het distributiewerk wilde richten. In overleg heb ik toen de contracten hiervoor van hen overgenomen", legt hij uit. Bij zijn vorige betrekking als CEO bij IDB Holland heeft Van Overeem veel ervaring opgedaan met de productie en distributie van lutetium-177. Een behandeling met lutetium-177 is een voorbeeld van theranostics, het combineren van een



➤ De vraag naar lutetium-177 voor de behandeling van kankerpatienten is vaak groter dan het aanbod. Terbium-161 kan dit gat dichten.

SCK CEN in Mol (B) tot een non-GMP grade nuclide.” (Good Manufacturing Practice (GMP) is een systeem om ervoor te zorgen dat producten consistent worden geproduceerd en gecontroleerd volgens de hoogste kwaliteitsnormen – red.). Het is non-GMP omdat SCK CEN volgens Van Overeem werkt met een ‘GMP-light’; ze volgen zo goed mogelijk de regelgeving van GMP met bijbehorende kwaliteitsverklaring maar hebben voorlopig niet de vereiste gecertificeerde productiefaciliteit. SCK CEN doet nu de nodige investeringen om radio-isotopen van GMP-kwaliteit te kunnen produceren. Koelewijn: “De eerste vervaardigde complete hoeveelheid activiteit is direct naar Duitsland gegaan om daar patiënten mee te behandelen.” Van Overeem: “Er liep daar al een klinisch onderzoeksproject en ze wilden dolgraag met terbium-161 aan de slag gaan.” Dat het terbium-161 zonder GMP kon worden toegepast in Duitsland komt omdat daar een artsenverklaring volstaat. Maar dat geldt niet voor alle landen dus TerThera wil zo snel mogelijk onder GMP kunnen produceren. “Wij hebben zeer recent de kaders van de Kernenergiewet vergunning getoetst, wat de eerste belangrijke stap is om ook hier in Breda zelf een GMP-laboratorium te bouwen”, aldus Koelewijn. Van Overeem: “Als alles volgens plan verloopt, zal het lab met de productielijn in het vierde kwartaal van 2024 gereed zijn. Aansluitend kunnen we dan een GMP-verklaring aanvragen bij de Nederlandse overheid, maar voor we die vergunning hebben, kunnen we dus wel al non-GMP grade nuclide terbium-161 leveren.”

Auger-elektronen

Wat maakt terbium-161 nou zo bijzonder? Koelewijn: “Terbium-161 en lutetium-177 zijn vergelijkbare isotopen, wat betreft bèta- en gammaenergieën met een vervalstijd van respectievelijk 6,9 en 6,7 dagen en chemisch uitwisselbaar.” Wat terbium volgens hem zo uniek maakt is dat er ongeveer zestien keer meer

elektronen vrijkomen dan bij lutetium. Wanneer terbium-161 vervalst, zendt het per bètadeeltje gemiddeld twee laagenergetische auger-elektronen uit. De afstand die de auger-elektronen afleggen, ofwel de dracht, is zeer klein en de schade die ze veroorzaken is dan ook zeer lokaal. Koelewijn: “Dit zorgt ervoor dat er ongelooflijk veel schade wordt aangericht aan het DNA van de tumorcel, met name bij eencellige metastasen of micrometastasen, waardoor deze zich niet meer kan delen waarbij het omliggende gezonde weefsel gespaard blijft.” Van Overeem: “We hebben gezien bij een patiënt met uitgezaaide prostaatkanker dat een behandeling met Actinium-225 en lutetium-177 PSMA niet tot positieve resultaten leidde, terwijl na een behandeling terbium-161 de metastasen na vier weken verdwenen.” Qua eigenschappen ziet Van Overeem terbium-161 als ideaal isotoop tussen lutetium-177 en actinium-225. “Terbium-161 heeft meer power dan lutetium-177, maar weer niet de toxiciteit van actinium-225, dat moeilijk verkrijgbaar is en schadelijke ‘dochters’ heeft.” De dochter van terbium-161 is stabiel dysprosium-161 dat geen schade toebrengt aan de patiënt.

Vanwege de vervalstijd van 6,9 dagen kan TerThera het terbium-161 wereldwijd leveren. Van Overeem: “Wij hebben al geleverd aan Zuid-Afrika, Duitsland en de VS, en ook China staat aan het eind van dit jaar op het programma.” TerThera heeft ook contracten getekend met een instituut in Australië dat met het terbium onderzoeksprogramma’s wil starten. “Een studie betreft een onderzoek naar de werkzaamheid van terbium-161 bij prostaatkanker dat begin volgend jaar start. Een tweede studie richt zich op de behandeling van glioblastoma, de meest voorkomende vorm van kwaadaardige hersentumor bij volwassenen. Deze studie start naar verwachting eind dit jaar”, licht Koelewijn toe.

Geen hapering in de levering

Voor de productie van terbium-161 wordt stabiel gadolinium-160 bestraald met neutronen. Dat gebeurt in onderzoeksreactoren zoals de HFR in Petten. “Maar we hebben ook contact met de Maria Reactor in Polen, JRTR in Jordanië, de Safari Reactor in Zuid-Afrika en nog een aantal instellingen. We kiezen voor een brede selectie reactoren om te voorkomen dat er haperingen in de levering zouden kunnen ontstaan als er een reactor uitvalt”, legt Koelewijn uit: “We hebben nu al targets in een aluminium capsule bij alle reactoren klaarliggen die kunnen worden bestraald wanneer wij daarom vragen.” Na een bestraling van een dag of zeven wordt terbium-161 chemisch gescheiden, geconcentreerd en gedispenseerd na een serie kwaliteitscontroles. Terthera heeft daartoe recent met SCK CEN een samenwerkingsovereenkomst getekend. Van Overeem: “SCK CEN heeft een unieke chemische scheidingstechniek ontwikkeld om zuiver terbium-161 te isoleren in een hotcell die speciaal voor dit werk op onze kosten in Mol is geplaatst.”

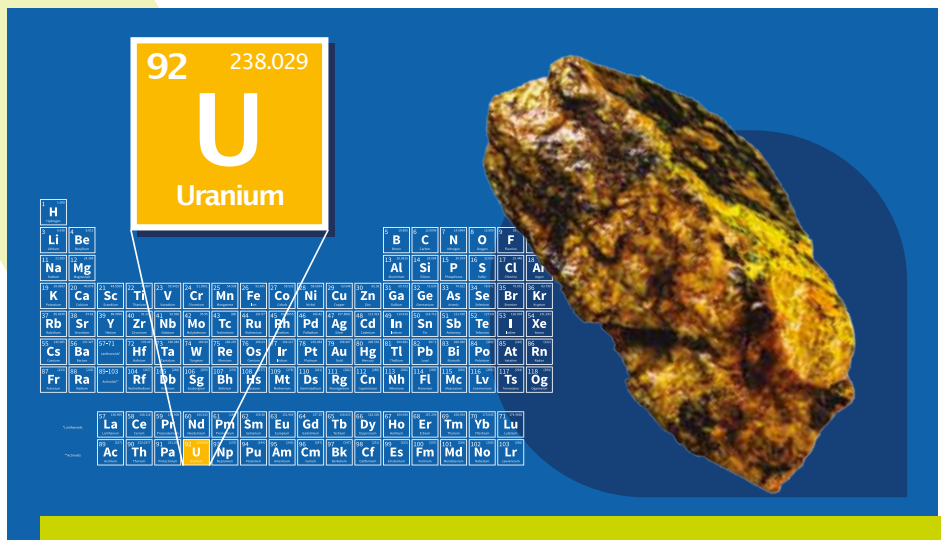
Terbium-161 is relatief onbekend vergeleken met lutetium-177. Waren er begin dit jaar 18 medische publicaties over terbium-161, over lutetium waren dat er ruim 700. Dat betekent dat er in de komende jaren flink wat groei valt te verwachten. Wat grondstof betreft is er dus geen probleem, maar kan TerThera die groei aan? “Op dit moment werken er 7 mensen bij TerThera. Met een goed en klein team zullen we in staat zijn om zeker in de komende tijd de productie waar de markt naar vraagt ononderbroken te leveren. Ik sluit niet uit dat er in de komende jaren mensen bijkomen, maar het is zeker niet ons doel om heel snel naar een organisatie van 80 mensen te groeien”, aldus Van Overeem. **K**

Menno Jelgersma

Wat is uranium?

Nucleair uitgelegd

Uranium is een natuurlijk radioactief element met atoomnummer 92 en heeft het chemische symbool U in het periodiek systeem. Het behoort tot een speciale groep elementen die actiniden worden genoemd. De groep bestaat uit vijftien elementen met een atoomnummer van 89 tot en met 103 die begint met actinium (element 89) en eindigt met neptunium (element 103). Net als alle andere actiniden is uranium 'radioactief'. Het vervalt na verloop van tijd en daarbij komt energie vrij. Door zijn speciale eigenschappen is uranium de belangrijkste bron van splijtstof voor kernreactoren. Een hoeveelheid uraniumsplijtstof ter grootte van een kippenei kan evenveel elektriciteit leveren als 88 ton steenkool. Uranium is een van de meest voorkomende elementen in de aardkorst, ongeveer 500 keer meer dan goud. Hoewel het een zeer zeldzaam element lijkt, zijn kleine hoeveelheden uranium overal aanwezig: in gesteente, grond, water en zelfs in ons lichaam. Er zijn ook grote hoeveelheden sterk verdund uranium in de oceaan, ongeveer vier miljard ton. Net als elk ander element bestaat uranium in verschillende variaties die verschillen in



➤ Uranium is een essentieel onderdeel voor de productie van splijtstof, die wordt gebruikt in kernreactoren over de hele wereld (Afbeelding: A. Vargas/IAEA).

massa en fysische eigenschappen, maar dezelfde chemische eigenschappen hebben. Deze variaties worden isotopen genoemd.

Wat zijn de verschillende isotopen van uranium?

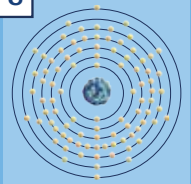
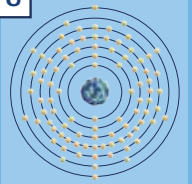
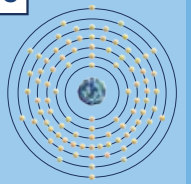
Er zijn drie natuurlijke isotopen van uranium: uranium-234 (U-234), uranium-235 (U-235) en uranium-238 (U-238). U-238 komt het meest voor en is goed voor ongeveer

99 procent van het natuurlijke uranium op aarde. De meeste kernreactoren gebruiken splijtstoffen die U-235 bevatten. Maar natuurlijk uranium bevat doorgaans slechts 0,72 procent U-235 en de meeste reactoren hebben een hogere concentratie van deze isotoop in hun splijtstof nodig. Daarom wordt de U-235-concentratie kunstmatig verhoogd door middel van een proces dat verrijking wordt genoemd. Alleen de CANDU-reactoren in Canada worden gevoed met niet-verrijkt uranium.

Wat is uraniumverrijking?

Uraniumverrijking is het proces waarbij de isotopische verhouding van U-235 wordt verhoogd van 0,72 procent tot maximaal 94 procent. Uranium wordt als laagverrijkt beschouwd als de isotopische verhouding van U-235 onder de 20 procent blijft. De meeste commerciële reactoren gebruiken laagverrijkt uranium (LEU) van minder dan vijf procent als splijtstof, wat ook vaak reactorgrade uranium wordt genoemd. Als uranium meer dan 20 procent verrijkt is, wordt het als hoogverrijkt beschouwd. Uranium met zulke hoge isotopische verhoudingen van U-235 wordt meestal

Isotopen van Uranium

| 234U | 235U | 238U |
|--|---|---|
|  |  |  |
| Uranium 234 92 protonen 142 neutronen | Uranium 235 92 protonen 143 neutronen | Uranium 238 92 protonen 146 neutronen |
| U-234 is niet splijtbaar, daarom is een spontane nucleaire kettingreactie niet mogelijk | De meeste kernreactoren gebruiken splijtstoffen die splijtbaar U-235 bevatten | Meer dan 99% van de 3 natuurlijk voorkomende isotopen van uranium is U-238 |
| + Proton ● Neutron ● Elektron | | |

➤ U-238 maakt meer dan 99% uit van de 3 natuurlijk voorkomende isotopen van uranium op aarde. (Infographic: A. Vargas/IAEA)

gebruikt in scheepsvorststuwingsreactoren (bijvoorbeeld in onderzeeërs), kernwapens en sommige onderzoeksreactoren. Er kunnen verschillende methoden worden gebruikt om de isotopische verhouding van U-235 te verhogen. Meestal wordt het uranium (yellow cake) omgezet in een gasvorm, uraniumhexafluoride genaamd. Dit gas wordt vervolgens in snel ronddraaiende cilinders - centrifuges - gepompt waar de zwaardere isotopen, zoals U-238, naar de wanden van de cilinders worden geduwd en het lichtere U-235 in het midden van de cilinders blijft. Hierdoor kan het gas met de hogere concentraties U-235 worden 'uitgefilterd' en verzameld. Dit proces kan herhaald worden tot de isotopische verhouding van U-235 voldoende is. Het verkregen gas ondergaat dan een proces van herconversie, waardoor het U-235 kan omzetten in de vorm van zwart uraniumdioxide.

Hoe wordt uranium gewonnen?

In de 20e eeuw werd uraniumerts meestal gewonnen in open groeven of ondergrondse uitgravingen, waarbij het erts moest worden gebroken en geraffineerd om het uranium van andere elementen te scheiden. In de 21e eeuw is deze methode geleidelijk vervangen door in-situ leaching (uitloging ter plaatse). Hoewel in 2000 slechts 16 procent



➤ Ranger Uranium mijn in Northern Territory, Australia. Copyright: iStockphoto / JohnCarnemolla

van het uranium via deze techniek werd geproduceerd, is in-situ leaching momenteel de meest gebruikte methode voor uraniumwinning. In 2020 werd wereldwijd ongeveer 58 procent van het uranium met deze methode gewonnen.

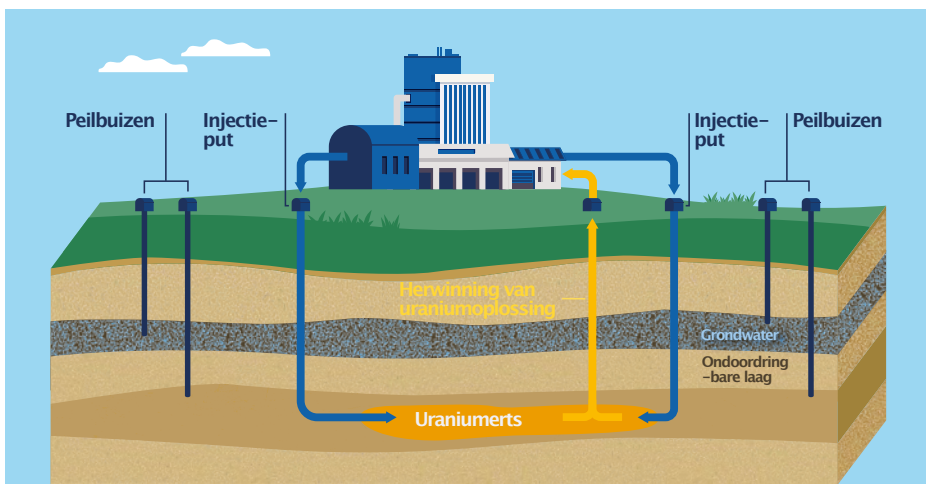
Bij in-situ leaching wordt water met extra elementen, zoals complexvormers, oxidanten of zuren, door ondergrondse uraniumafzettingen geleid. Deze methode maakt het mogelijk om uranium rechtstreeks uit de afzetting op te lossen. De resulterende oplossing wordt vervolgens

uit de ondergrond gehaald en geraffineerd tot uraniumoxide of yellowcake, dat wordt gebruikt voor uraniumverrijking.

Het stapsgewijze proces van uranium ontginnen, er splijtstof van maken, de splijtstof bestralen in een kerncentrale en het resulterende afval verwijderen, wordt de splijtstofcyclus genoemd.

De splijtstofkringloop

De nucleaire splijtstofcyclus is een industrieel proces dat verschillende activiteiten omvat om elektriciteit te produceren uit uranium



In situ uitloging (Infographic: A. Vargas/IAEA)



➤ Productie van Yellow cake in de Muyumkumfabriek, Kazachstan. Copyright: Orano, Amankulov Zhanarnek Atman

in kernreactoren. De exploratie naar uranium wordt gevolgd door het ontginnen en malen van het ruwe uraniumerts. Het ruwe uranium moet dan worden verwerkt, onder andere door verrijking, om het zo efficiënt mogelijk te maken als splijfstof. Na bestraling in reactoren moet de gebruikte splijfstof worden opgeslagen om af te koelen voordat het wordt weggegooid, of kan het worden gerecycled als opgewerkt uranium, om opnieuw te worden gebruikt als een potentiële bron voor meer energieproductie. Het afval dat ontstaat na recycling en verarmd uranium moet ook worden verwijderd.



Hoe wordt uranium tot splijfstof verwerkt?

Op zijn weg naar kernsplijfstof doorloopt uranium vaste, vloeibare en gasvormige toestanden. Uraniumerts in vaste vorm wordt opgelost in een vloeistof en geëxtraheerd via in-situ uitloging, omgezet in een vaste stof als yellowcake, omgezet in uraniumhexafluoridegas, gecentrifugeerd en verwerkt tot uraniumdioxide voor verrijking, waaruit uraniumpellets worden gemaakt die de basis vormen van splijfstofpakketten voor kerncentrales. Uraniumdioxide is een zwarte poederachtige substantie. De stof wordt samengeperst en door verhitting gesinterd tot uraniumpellets. De pellets worden vervolgens één voor één in lange metalen buizen geplaatst, die op elkaar gestapeld worden om splijstofelementen te maken - de belangrijkste bron van splijfstof voor kernreactoren.



Wat is opgewerkt uranium (Reprocessed Uranium - RepU)?

Nucleaire splijfstof kan worden opgewerkt in gespecialiseerde recyclagefabrieken. Het teruggewonnen uranium wordt opgewerkt uranium genoemd - het kan worden hergebruikt als een nieuw type splijfstof.

Wat is verarmd uranium (Depleted uranium - DU)?

Zoals we hiervoor bij verrijking hebben gezien, produceren centrifuges uranium

dat een hogere isotopische verhouding U-235 bevat. Dat betekent ook dat het overblijvende materiaal minder van deze isotoop bevat. Als een dergelijk bijproduct van verrijking een isotopenverhouding van U-235 van minder dan 0,7 procent heeft, wordt het als verarmd beschouwd. DU is minder radioactief dan natuurlijk uranium omdat het minder U-235 per massa-eenheid bevat. Alle sporen van vervalproducten zijn verwijderd tijdens de chemische zuivering van uranium vóór de verrijking. DU kan worden verwijderd als laag radioactief afval of worden gebruikt bij de fabricage van gemengde oxidesplijststoffen (MOX) met afgescheiden plutonium afkomstig van de opwerking van verbruikte splijststoffen.

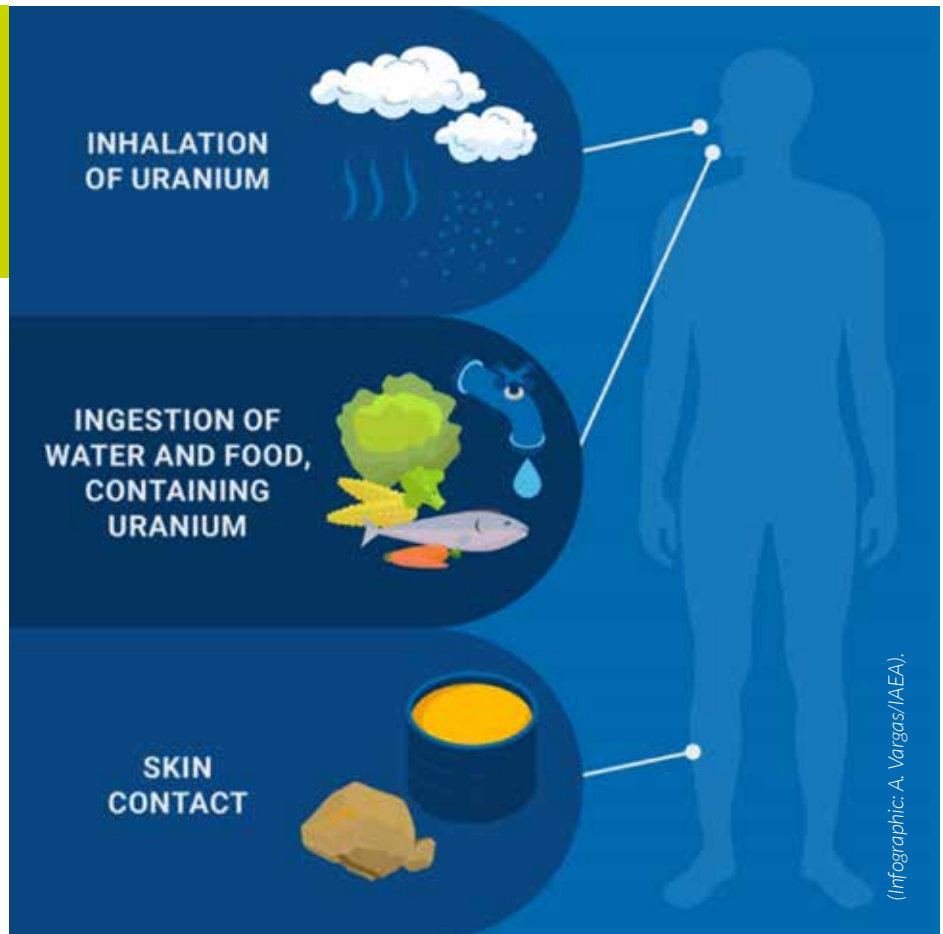
Hoe worden we in ons dagelijks leven blootgesteld aan uranium?

Doorgaans ontvangt de gemiddelde persoon een dosis van minder dan 1 microsievert (μSv). De dosis van een persoon geeft weer hoe groot zijn blootstelling aan straling is. Deze dosis wordt uitgedrukt in millisievert per jaar door binnenkrijgen van uranium - ter vergelijking, een enkele vlucht van Londen naar Los Angeles zou je blootstellen aan ongeveer 58,8 μSv van kosmische straling. Daarnaast ontvangt een gemiddeld persoon een dosis van ongeveer 120 μSv per jaar door inname en inademing van vervalproducten van uranium, zoals radium-226 en zijn nakomelingen in water, ➤

✘ *Straling maakt deel uit van ons dagelijks leven en we worden er altijd aan blootgesteld. Iedereen krijgt dagelijks kleine hoeveelheden natuurlijk uranium via de huid, inhalatie of voedsel binnen. (Infographic: A. Vargas/IAEA).*

radon-222 in huizen en polonium-210 in sigarettenrook. Door de verschillen in diëten en de hoeveelheid uranium in drinkwater, is er echter een grote variatie in de uraniumconsumptie over de hele wereld. Aanzienlijke hoeveelheden ingeslikt of ingeademd uranium zijn potentieel schadelijk vanwege de chemische toxiciteit. Mensen die betrokken zijn bij de exploratie, ontginning en verwerking van uranium worden beschouwd als risicogroepen en moeten beschermende uitrusting dragen en de regels en procedures nauwgezet volgen om gezondheidsproblemen te voorkomen. **K**

Vladimir Tarakanov, IAEA Office of Public Information and Communication



Wat is de rol van de IAEA bij de winning en gebruik van uranium?

- De IAEA voert Integrated Uranium Production Cycle Review (IUPCR) missies uit, die landen in staat stellen om hun nationale uraniumproductieprogramma's en de bijbehorende infrastructuur te verbeteren. Deze missies maken het mogelijk om gebieden te identificeren die meer aandacht of extra middelen nodig hebben.
- De IAEA geeft richtlijnen voor de winning van uranium, de fabricage van uraniumsplijtstof en het beheer van residuen van de uraniumproductie om ervoor te zorgen dat het uranium in elke fase van het proces op een veilige manier wordt beheerd.
- De IAEA organiseert het International Symposium on Uranium Production and Raw Materials for the Nuclear Fuel Cycle op het hoofdkantoor in Wenen, Oostenrijk, om alle aspecten van uraniumgrondstoffen voor de uraniumsplijtstofcyclus te bespreken om de duurzaamheid van kernenergieprogramma's op lange termijn te garanderen.
- De IAEA ontwerpt de veiligheidsnormen voor beroepsmatige stralingsbescherming van werknemers die betrokken zijn bij de uraniumwinning en -verwerking.
- De IAEA biedt een uitgebreid actueel overzicht van de geologie en bronnen van uranium in de wereld, waardoor inzicht wordt verkregen in de huidige en potentiële toekomstige ontdekkingen en leveringen van uranium. Het Agentschap onderhoudt ook een database met technische, geografische en geologische kenmerken van wereldwijde uraniumafzettingen.
- De IAEA geeft advies over het gebruik van technieken voor de analyse van onontdekte bronnen, waaronder uranium.
- De Coordination Group for Uranium Legacy Sites (CGULS) van de IAEA bevordert de samenwerking tussen lidstaten met uraniumafzettingen - de verlaten uraniummijnen met residu's van radioactieve en toxische contaminanten - en stimuleert de samenwerking met nationale en internationale organisaties die helpen om de sites veilig te saneren.
- De IAEA beoordeelt de informatie over het beheer van opgewerkt uranium en vat het samen. Het behandelt technische en economische kwesties die zich voordoen bij het opslaan, behandelen en hergebruiken van opgewerkt uranium voor het opwekken van kernenergie.



Kerncentrale Borssele: 50 jaar klimaatvriendelijk

Op 1 juli 1969, mijn derde verjaardag en enkele weken voor de eerste maanlanding plaatsvond, begon de bouw van de kerncentrale Borssele. Iets meer dan vier jaar later, op 26 oktober 1973, begon de centrale met het commercieel leveren van elektriciteit aan het net.

is nu een halve eeuw geleden, en al die tijd heeft de kerncentrale Borssele in een redelijk constant tempo klimaatvriendelijke elektriciteit geleverd. Weliswaar met een bescheiden vermogen (485 MW), maar op afroep beschikbaar met een hoge beschikbaarheid en al die jaren goed voor ergens tussen de 3 en 4 TWh (miljard kilowattuur) per jaar. Na de sluiting van de kerncentrale Dodewaard in 1997 was Borssele lange tijd de enige installatie in ons land die op significante schaal klimaatvriendelijke elektriciteit produceerde. In de cijfers van het IEA zie je de productie van zonnestroom heel langzaam opkomen, en in de periode 2010-2015 meer en meer hun plek in de mix opeisen. Volgens het CBS produceerden in 2018 alle zonnepanelen in ons land samen net iets minder elektriciteit dan de kerncentrale Borssele, maar in 2022 was die productie bijna vijfmaal zo veel. Alle windturbines in ons land bij elkaar produceerden in 2010 nog evenveel elektriciteit als de kerncentrale, en in 2022 was die productie ruim vervijfvoudigd. Zon en wind hebben een sprint getrokken de laatste 10 jaar, kan je dus stellen. Maar de kerncentrale heeft al die 50 jaar trouw haar bijdrage geleverd: tot en met juni 2023 heeft zij 183 TWh klimaatvriendelijke elektriciteit geproduceerd. Ik heb het niet precies uitgerekend, maar wij zitten nu rondom het punt waarop alle zonnepanelen en windturbines bij elkaar evenveel klimaatvriendelijke stroom hebben geleverd als die ene kleine kerncentrale in Borssele. En dat op een stuk land dat een fractie van een vierkante kilometer aan ruimte inneemt. Ter vergelijking: het Gemini windpark, dat in 2022 ca. 2,4 TWh aan elektriciteit opwekte, ongeveer 60% van de elektriciteit die Borssele leverde, had daarvoor 68 vierkante kilometer aan zeeoppervlak nodig. En de 70 GW aan wind op zee die ons demissionaire kabinet voorziet, heeft nog een veelvoud aan ruimte nodig.

Die kleine David van een reactor in Zeeland heeft 50 jaar lang dapper gestreden tegen de Goliath van wind en zon en is nog lang niet moe. Waarmee ik niet wil zeggen dat we geen wind en zon moeten aanbouwen: de energietransitie is zo een omvangrijke opgave dat er ruimte is voor alle klimaatvriendelijke oplossingen. Hoewel naar mijn persoonlijke mening we nog wel wat kerncentrales erbij kunnen gebruiken, van allerlei pluimage. Wat ik wel wil zeggen is dat zelfs een kleine reactor ongelofelijk veel vierkante kilometer ruimtebeslag kan uitsparen.

En wat ik vooral wil zeggen: Diep respect voor die kleine David in Zeeland, ik wens alle (oud-) werknemers van de kerncentrale een welverdiend gouden jubileum toe! **K**

Lars Roobol

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



In Memoriam Henk Brand

Onlangs ontvingen we het droevige bericht dat Henk Brand is overleden. Hij was een van de oprichters van de Stichting KernVisie. Henk heeft een opleiding aan de Hogere Technische School doorlopen in het vak meet- en regeltechniek. Hij heeft later zijn eigen bedrijf opgericht, waar hij de functie van directeur bekleedde. Henk was betrokken bij de oprichting van de Stichting KernVisie op 31 oktober 2000. Het bestuur bestond naast Henk destijds uit Rob Kouffeld als voorzitter en Gulian Crommelin, Tim van der Hagen, Hugo van Dam en Alike van Heek. Het doel van de stichting was het realiseren van een maatschappelijk draagvlak voor kernenergie en het stimuleren van onderzoek ten behoeve van de ontwikkeling van een inherent veilige en economisch aantrekkelijke vorm van kernenergie. Henk was voor ons degene die vooral actief was met het onderhouden van contacten binnen de politiek. Die contacten waren (en zijn) voor onze stichting van zeer groot belang omdat het de politiek is waar vorm wordt gegeven aan de wijze waarop we in onze maatschappij ruimte maken voor het gebruik van nucleaire techniek. Henk was als geen ander in staat om onze speerpunten op een stevige, heldere maar ook aimabele wijze naar voren te brengen waarbij de inhoud voorop stond. Henk was plezierig in de omgang en een zeer effectief bestuurslid. In 2009 toen hij 75 jaar werd, trad hij af als bestuurslid, maar bleef ook daarna zeer betrokken bij de Stichting KernVisie. Henk Brand is 88 jaar geworden.

Gerrit Boersma, secretaris Stichting KernVisie



**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 en de website.

Leden van de NNS en KIVI-Nucleaire Techniek kunnen zich, met vermelding van NNS resp. KIVI-NT 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 Stichting KernVisie, Foundation for Nuclear Energy te Zwijndrecht.



Stichting KernVisie
EEN ENERGIEK INITIATIEF