

KK

**KERNVISIE
MAGAZINE**

Feestelijke opening
bij COVRA

Technetium
uit recyclebare
generator

Excursie naar
Hinkley Point C

3
Juni
2022

UITGAVE VAN
STICHTING KERNVISIE

Kamerlid Bontenbal:
**“Klimaatbeleid
gaat ook over
haalbaarheid”**



Kernvisie Magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

Jaargang 17
Nummer 3
Juni 2022
Kernvisie verschijnt tweemaandelijks
Oplage 2.200 ex

Ontwerp & Grafische realisatie
StudioHusken.nl, Alkmaar

Bestuur Stichting KernVisie

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

Op de Cover

Henri Bontenbal
Foto © Irene van Kessel

Distributie, onder vermelding Stichting KernVisie, via eigen e-mail systemen en gebruik van de informatie voor lezingen, presentaties, studies, discussies, publicaties, enz. wordt op prijs gesteld en toegejuicht.

Omgang met persoonsgegevens

Kernvisie Magazine is een uitgave van de Stichting KernVisie. Onze website www.kernvisie.com bevat een uitgebreide privacyverklaring over het gebruik van de persoonsgegevens die nodig zijn ten behoeve van de verzending van het Magazine.

Voorwoord

Wind, zon en kernenergie zijn werkpaarden elektriciteitsproductie.



Het zijn ongekend moeilijke tijden met de oorlog die in Europa woedt. Het is een ramp voor de Oekraïners die ook grote gevolgen heeft voor de wereldeconomie. Wat wij er op dit moment van merken is een hoge inflatie die vooral het gevolg is van de enorm gestegen brandstofprijzen. Steeds meer mensen zijn zich ervan bewust dat de afspraken om tot een CO₂-vrije economie te komen een extra uitdaging krijgen omdat Europa de grote stroom fossiele bronnen vanuit Rusland versneld wil stoppen. Diezelfde fossiele brandstoffen waar we nu volkomen van afhankelijk zijn voor onze stroomvoorziening wanneer het niet waait of de zon niet schijnt. Henri Bontenbal, CDA-lid in de Tweede Kamer is daarom een uitgesproken voorstander van een duurzame CO₂-vrije energie waarin, zoals hij zelf zegt, wind- en zonne-energie tezamen met kernenergie de werkpaarden zijn voor de productie van elektriciteit. Er is ook medisch nieuws. Dr. ir. Robin de Kruijff, universitair docent van het RID, heeft een VENI-subsidie ontvangen waarmee zij onderzoek gaat doen naar de ontwikkeling van een recyclebare technetiumgenerator. Dat is goed nieuws voor de miljoenen mensen die jaarlijks voor een diagnose afhankelijk zijn van de medische isotoop technetium-99m. De nieuwe generator is in ontwerp minder afhankelijk van onderzoeksreactoren en produceert ook nog eens minder afval.

Wij gaan er in de zomermaanden even tussenuit zodat we in oktober weer opgeladen zijn om onze lezers te voorzien van nieuws en achtergronden over de diverse toepassingen van nucleaire techniek. **K**

André Versteegh
voorzitter Stichting KernVisie



P04

Energie

Kernenergie en duurzame energie zijn elkaars bondgenoten

Henri Bontenbal is lid van de Tweede Kamerfractie van het CDA. Hij is een voorstander van een duurzame CO₂-vrije energiemix. Begin april publiceerde hij het Actieplan – Kleine Modulaire Reactoren. “Ik heb een motie ingediend om SMR’s mee te nemen in het Nationaal Plan Energiesysteem.”

P08 Maatschappij

Feestelijke opening uitbreiding HABOG bij COVRA

Op 19 mei werd de uitbreiding van het Hoog radioactief Afval Behandelings- en Opslag Gebouw (HABOG) bij de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA) in Nieuwdorp officieel geopend. De uitbreiding was noodzakelijk omdat de kerncentrale in Borssele langer in bedrijf blijft en er extra ruimte nodig is voor afval afkomstig van de onderzoeksreactoren in Petten en Delft. De opening werd gepresenteerd door wetenschapsjournalist en natuurkundige Diederik Jekel.



P18

Maatschappij en Energie

Zal de Europese Unie het Euratom-Verdrag te eerbiedigen?

Marc Deffrennes, voormalig EG-ambtenaar en OESO senior analist en oprichter van weCARE gaat in op de rol van kernenergie in Europa. Energie heeft altijd een centrale plaats ingenomen in het streven van de Europese Unie om gezamenlijk de economie weer op te bouwen na de rampen van de Tweede Wereldoorlog.

P16 Medisch RID ontwikkelt recyclebare technetiumgenerator

Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) heeft een Veni-subsidie toegekend aan onderzoeker en universitair docent dr. ir. Robin de Kruijff van het Reactor Instituut Delft (RID). Met de toekenning gaat ze onderzoek doen naar de ontwikkeling van een recyclebare technetiumgenerator die minder radioactief afval produceert en minder afhankelijk is van onderzoeksreactoren dan de huidige generatoren.



P12 InBeeld

Ondergronds onderzoekslaboratorium HADES 40 jaar.

P15 Energie

Op excursie naar Hinkley Point C met KIVI/NNS.

P20 Column

Lars Roobol: Now is the time to understand more, so that we may fear less.

P22 Boekbespreking

De Eindeloze Wereld van Jean-Marc Jancovici en Christophe Blain.



Energie

“Kernenergie en duurzame energie zijn elkaars bondgenoten.”

Henri Bontenbal (1982) zit in juni precies een jaar in de Tweede Kamer voor het CDA. Hij is een voorstander van een duurzame CO₂-vrije energiemix waarin, zoals hij het zelf zegt, wind- en zonne-energie samen met kernenergie “de werkpaarden” zijn voor de productie van elektriciteit. Begin april publiceerde hij het Actieplan – Kleine Modulaire Reactoren. “Ik heb een motie ingediend om SMR's mee te nemen in het Nationaal Plan Energiesysteem en hoop voor de zomer in een contourenbrief aan de Tweede Kamer te lezen hoe dit onderdeel van het coalitieakkoord zal worden aangepakt.”

Henri Bontenbal heeft natuurkunde in Leiden gestudeerd en had altijd al interesse in energiesystemen, klimaatvraagstukken en de rol van kernenergie daarin. Hij heeft daarbij gezien dat mensen geneigd waren om in hokjes te denken. “Ben je voor kernenergie dan ben je dus tegen hernieuwbare bronnen en andersom. Maar de beide opties vullen elkaar juist aan. Door je in te lezen in rapporten en publicaties blijkt het meest waarschijnlijke scenario met een optimale energievoorziening een combinatie van kernenergie en renewables.” Bontenbal kijkt verder dan 2020-2030. “De kans dat er in Nederland een nieuwe kerncentrale operationeel is voor 2030 is erg klein. Maar dat weerhoudt mij er niet van om mij te richten op de periode 2030-2050, omdat in die periode de grote systeemtransities zullen plaatsvinden, waarin de vraag naar elektriciteit, volgens recent TNO-onderzoek, met een factor 5 tot 6 gaat groeien. Als ik heel eenvoudig ga uitrekenen wat nodig is aan elektriciteit om de industrie en gebouwde omgeving te verduurzamen, dan gaat kernenergie onderdeel uitmaken van de energiemix. Daar kan je niet omheen. Kernenergie en duurzame energie zijn elkaars bondgenoten in de strijd tegen fossiele brandstoffen.” Bontenbal schat dat in de uiteindelijke elektriciteitsmix het aandeel kernenergie 25% zal zijn en de rest voor rekening van renewables komt. Dit is volgens hem een realistisch beeld waarmee we onze klimaatdoelen kunnen halen, verdienmogelijkheden overhouden en waarbij bovendien de industrie blijft

produceren waardoor economische krimp niet als vehikel wordt ingezet om klimaatdoelen te halen. “Ik wil alle sectoren die in Nederland actief zijn behouden. Staalproductie en chemie behouden in plaats van uitbesteding aan bijvoorbeeld China.”

Actieplan – Kleine Modulaire Reactoren

Op dit moment maakt de stroomproductie ongeveer 25 % uit van de totale energiebehoefte. Maar dit percentage gaat verschuiven als gevolg van de elektrificatie van de maatschappij. Dat verandert de verhouding. Ook omdat de huidige primaire bronnen zeer inefficiënt zijn. Als voorbeeld geeft Bontenbal een benzinemotor die een rendement heeft van 25%. De rest gaat verloren als warmte. Bij een elektromotor is dat al 80%. Je moet dus volgens hem niet zozeer kijken naar de primaire energie maar naar de finale energie en daar valt enorm veel te winnen. “Simpelweg de overgang van brandstofmotor naar elektromotor geeft een enorme energiebesparing aan de primaire energiekant.” Met de grote toename in de vraag naar elektriciteit ziet Bontenbal dat naast de inzet van ‘reguliere’ kerncentrales ook mogelijkheden ontstaan voor de bouw van kleine modulaire reactoren ofwel SMR’s. In april verscheen het Actieplan – Kleine Modulaire Reactoren van de hand van Bontenbal. “Ik vond de tijd rijp om SMR’s meer onder de aandacht te brengen. Kernenergie staat met het coalitieakkoord op de rails. Je ziet in Nederland gelukkig

dat steeds meer mensen snappen dat kernenergie in het nieuwe energiesysteem het stukje van de puzzel zal zijn. Maar er is daarbinnen te weinig aandacht voor de veelbelovende ontwikkeling van SMR’s. Ze zijn met de productie van elektriciteit, warmte en waterstof vooral geschikt voor de inzet op industrieclusters.”

Waterstof

Bontenbal verwijst naar het Britse Aurora-rapport dat in opdracht van Urenco werd uitgevoerd. “Hieruit komt onder andere naar voren dat waterstofproductie met kernenergie een interessante route zal zijn. Ik heb aansluitend een motie ingediend om SMR’s mee te nemen in het Nationaal Plan Energiesysteem waar minister Klimaat en Energie Rob Jetten nu al mee bezig is, met de nadruk op waterstofproductie bij industrieclusters.” Overigens neemt de industrie geen standpunt in over kernenergie. Volgens Bontenbal zijn ze in de loop der jaren erg terughoudend geweest. Ze passen ervoor om negatief in het nieuws te komen en aangezien kernenergie tot nu toe een “no go area” was, zullen ze er volgens hem geen uitspraak over willen doen. “Ze scharen zich achter de energietransitie en zijn voor renewables, maar ik hoop dat ze ook realisme zullen tonen en durven te kiezen voor kernenergie.” Wat de industrie nodig heeft is: elektriciteit, warmte en waterstof. Het zou Bontenbal niet verbazen als kerncentrales straks puur worden ingezet voor de productie van waterstof. “Een kerncentrale werkt optimaal als ✎

Henri Bontenbal

Henri Bontenbal is lid van de Tweede Kamer voor het CDA. Hij studeerde natuurkunde aan de universiteit van Leiden. Na het afronden van zijn studie kwam Bontenbal als energieconsultant bij ingenieursbureau DWA installatie- en energieadvies terecht. Hier schreef hij veel adviezen voor gemeentes en andere partijen met betrekking tot de verduurzaming van het energiesysteem.” Aansluitend kwam hij bij de Tweede Kamer terecht als beleidsmedewerker energie, milieu en duurzaamheid voor het CDA. Ook was hij betrokken bij het wetenschappelijk instituut van het CDA. Na een korte periode werkzaam te zijn als zelfstandig adviseur ging Bontenbal aan de slag bij Stedin, een van de grote netbeheerders als senior strategy consultant. Binnen Stedin Groep hield hij zich zowel bezig met de strategie van de energietransitie en de consequenties daarvan voor Stedin Groep, als met corporate strategie. Inmiddels zit Bontenbal nu bijna een jaar in de Tweede Kamer.



“IK VIND KLIMAATBELEID ONTZETTEND BELANGRIJK EN IK VIND HET DAARNAAST HEEL BELANGRIJK DAT HET CDA DAAR EEN DUIDELIJK VERHAAL BIJ HEEFT. DAN GAAT HET NIET ALLEEN OM AMBITIE MAAR VOORAL OOK OM HAALBAARHEID.”

deze continu draait en dat geldt ook voor een elektrolyser. Hele efficiënte elektrolyzers werken op hoge temperatuur en dan zou een hogetemperatuurreactor ideaal kunnen zijn. Daarnaast is het niet ondenkbaar dat kerncentrales waterstof produceren als daar behoefte aan is en als dat op dat moment niet zo is, de stroom alsnog aan het net leveren.” In een toekomstscenario heeft Bontenbal wel eens gekscherend een revolutionair idee geschetst met een eiland op zee waarop tien kerncentrales staan die full time waterstof maken. “Het lijkt een onhaalbaar idee en dat is het waarschijnlijk ook, maar helemaal onlogisch is het niet. Een energie-eiland met kerncentrales die volcontinue waterstof maken, naar het vasteland transporteren en invoeren op de waterstofbackbone is best een interessant idee. Je hebt geen dikke stroomkabels nodig, gastransport is goedkoper dan elektriciteitstransport.”

Meningen gaan draaien

Het Nationaal Plan Energiesysteem dat nu door Jetten wordt uitgewerkt, volgt uit een motie van Bontenbal. “We koersten tot nu toe steeds af op het ontwerp van een energiesysteem zonder te weten wat het eindpunt was. We stimuleren allerlei duurzame energie-opties zonder na te denken wat een optimaal energiesysteem is. Met het Nationaal Plan Energiesysteem krijgen we meer zicht op wat de effecten van het energiesysteem zullen zijn.” Kernenergie is een deel van de oplossing en daar moeten we met zijn allen over durven praten. “Het zou mooi zijn als linkse politieke partijen zouden durven toegeven: ja, er is een klimaatcrisis en we hebben ook kernenergie nodig om de problemen aan te pakken. Ik durf de weddenschap wel aan te gaan dat ook deze partijen uiteindelijk om zullen gaan in de komende decennia. In het buitenland zie je dat al gebeuren.” Bontenbal blijft benadrukken dat wind

en zon ook nodig zijn, maar je moet wel eerlijk zijn. Je hebt een deel stabiel en regelbaar vermogen nodig. Willen we regelbaar vermogen op basis van fossiele brandstoffen of biomassa? Volgens mij willen we dat niet meer. Dan kunnen het nog gascentrales op waterstof worden, maar hoe duur is dat en willen dit waterstof niet liever voor iets anders gebruiken? Er is een technologie die, hoewel niet perfect, veilig is en dat is kernenergie. Met de twee kerncentrales in het regeerakkoord ligt de bal nu bij de overheid. “Het ministerie moet aan de slag. Praten met geïnteresseerde partijen, het uitstippelen van het vergunningstraject, het onderzoek naar mogelijke typen reactoren, steun of financiering vanuit de overheid. Er gaat nog heel wat water door de Maas voor er een investeringsbeslissing wordt genomen.

Europese aanpak

Bontenbal pleit voor een Europese



aanpak. “Ik zou het zonde vinden als we voor kerntechnologie buiten Europa gaan kijken.” Hij vindt het jammer dat Frans Timmermans die leiding geeft aan de activiteiten van de Commissie met betrekking tot de Europese Green Deal en de doelstelling van klimaatneutraliteit tegen 2050 gaat verankeren in de eerste Europese klimaatwet, een tegenstander is van kernenergie. “Ook Timmermans moet de draai maken. Hij en Diederik Samson moeten inzien dat kernenergie onderdeel zal zijn van de energiemix en durven zeggen: in Europa hebben we kernenergie nodig.” Vergunningverlening moet uniform worden in Europa. Als er in België gekozen wordt voor een type reactor zou goedkeuring in Nederland geen probleem moeten zijn. Bontenbal vindt ook dat de 5 miljoen euro waar Laurens Dassen (Volt) en Silvio Erkens (VVD) in de Tweede Kamer met succes voor hebben gepleit met hun motie over

Lid Tweede Kamer voor het CDA

Bontenbal: “Ik vind klimaatbeleid ontzettend belangrijk en ik vind het daarnaast heel belangrijk dat het CDA daar een duidelijk verhaal bij heeft. Dan gaat het niet alleen om ambitie maar vooral ook om haalbaarheid.” Volgens hem ontbreekt het in de Tweede Kamer niet aan ambitie met betrekking tot klimaatbeleid, maar schort het vaak aan de haalbaarheid van de plannen. “Hoge doelen zijn mooi, maar de onderbouwing met haalbare plannen ontbreekt vaak.” Dat komt volgens hem ook omdat de boodschap vaak ingewikkeld is. “Ik hou niet van kletspraatjes. Maak zelf de sommen en lees rapporten; zorg ervoor dat je een goed geïnformeerd kamerlid bent. Ik wil niet meedoen aan het alleen maar brengen van ambities zonder gedegen plannen, en natuurlijk doe ik alles met de politieke ideologie van het CDA als uitgangspunt.” Bontenbal denkt daarbij onder meer aan de ‘gerechtigheidsgedachte’ waarbij je bij je werk in de Tweede Kamer ook aan volgende generaties denkt en aan solidariteit met de meest kwetsbaren in de samenleving. Hij erkent dat het CDA hierin niet alleen staat. “Er is hierover veel consensus in de Kamer. We staan zeker niet alleen. Bijna alle partijen houden zich bezig met het klimaatvraagstuk, maar de wijze waarop verschilt natuurlijk wel.” Bontenbal wijst op de rechtse partijen die het vooral aan ‘de markt’ willen overlaten en een grote rol voor de overheid bij de linkse partijen. “Ik denk dat een ‘rijker’ verhaal nodig is dan alleen markt of overheid.” Het sleutelbegrip bij het CDA is verantwoordelijkheid. “Je kunt de verantwoordelijkheid niet bij één partij neerleggen en zeggen het is een ‘systeem’ en daar zijn wij slachtoffer van en daarom moet het systeem veranderen. Wij zijn met z’n allen het systeem en we zijn allemaal verantwoordelijk. Je kunt niet zeggen: de overheid regelt het wel of de markt lost alles wel op. Je moet zelf als burger ook je verantwoordelijkheid nemen.” Je hoeft niet links te zijn om groen te zijn, denkt Bontenbal. “Een groen verhaal vanuit de christendemocratie is volgens mij het meest effectieve verhaal, met een overheid als sterke marktmeester die erop toeziet dat de markt in dienst staat van de maatschappij en burgers die hun verantwoordelijkheid nemen. Markt, overheid, samenleving: ieder heeft z’n rol en verantwoordelijkheid in het aanpakken van het klimaatprobleem.”

een kennis- en innovatieprogramma op het gebied van nucleaire technologie, meer mag zijn. Zo moet er volgens hem een Europees programma komen dat de ontwikkeling van de SMR’s op de kaart gaat zetten. “Hoe trekken we dat als Europa vlot? De ontwikkeling, typegoedkeuring en vergunningverlening gaat geld kosten, maar we moeten het wel doen als we geen Russische of Chinese reactoren willen en eigenlijk bij voorkeur gebruikmaken van de kennis en knowhow die we als Europeanen bezitten en niet uit onze handen mogen laten glippen.” Als er dadelijk twee kerncentrales gebouwd gaan worden, zijn

er heel veel mensen nodig om dat mogelijk te maken. “Die aandacht is er al. Er is sterk het besef dat er mensen nodig zullen zijn voor de hele energietransitie, van uitbreiding van elektriciteitsnetten tot het verduurzamen van huizen. De oplossing is er nog niet, maar in elke beleidsbrief wordt dit een standaard component. Steeds meer partijen zullen in de nabije toekomst gaan inzien hoe complex het klimaatprobleem is en dat we alle opties nodig hebben, ook voor het behoud van diversificatie vanuit strategisch oogpunt.” **K**

Menno Jelgersma

COVRA opent uitbreiding HABOG

Op 19 mei werd de uitbreiding van het Hoog radioactief Afval Behandelings- en Opslag Gebouw (HABOG) bij de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA) in Nieuwdorp officieel geopend. De uitbreiding was noodzakelijk omdat de kerncentrale in Borssele langer in bedrijf blijft en er extra ruimte is voor afval afkomstig van de onderzoeksreactoren in Petten en Delft. Met de uitbreiding zorgt COVRA ervoor dat al het hoogradioactieve afval van Nederland ook in de toekomst gegarandeerd veilig opgeslagen blijft. De feestelijke opening werd gepresenteerd door wetenschapsjournalist en natuurkundige Diederik Jekel.

Jan Boelen, algemeen directeur van de COVRA heette alle genodigden uit binnen- en buitenland welkom in de feesttent die voor de gelegenheid op het terrein van de COVRA naast het HABOG was opgebouwd. Boelen introduceerde als eerste wetenschapsjournalist en natuurkundige Diederik Jekel, die vanuit het HABOG uitleg gaf over de uitbreiding en de noodzaak van veilige opslag van radioactief afval. Director-General

William D. Magwood van de OECD-NEA verrichtte de officiële opening van het gebouw. Minister van Financiën Sigrid Kaag feliciteerde COVRA via een videoboodschap. Trendwatcher Adjiedj Bakas ging in op het begrip tijd en hoe orde en chaos elkaar in de geschiedenis als 'natuurlijke' verschijnselen afwisselen. Geen zorgen over de chaos in de huidige tijd, de orde herstelt zich vanzelf weer, net zoals het radioactief afval dat, al naar

Alle genodigden konden een selfie laten maken met het HABOG op de achtergrond met als motto: "Ik was erbij op 19 mei!"

gelang de halfwaardetijd, uiteindelijk weer stabiel wordt.

130 vrachtwagens

Hierna volgde een presentatie met video, dans en muziek. De genodigden konden zelf een bezoek brengen aan de HABOG en lopen over de vloer met daarin de kenmerkende ronde 'pluggen'. Deze pluggen bieden in de komende decennia ruimte aan het hoogradioactieve afval dat hier voor honderd jaar veilig opgeslagen zal worden voor het naar een eindberging wordt getransporteerd. Voor het storten van deze vloer waren maar liefst 130 vrachtwagens nodig die in 24 uur tijd 1.300 kubieke meter beton stortten.

Kunst

Het HABOG is niet alleen een uniek en technisch hoogstaand gebouw. Het is ook

een van de grootste kunstwerken van Nederland, vormgegeven door beeldend kunstenaar William Verstraeten. Iedere twintig jaar wordt het oranje HABOG een tint lichter geschilderd. Dit symboliseert het verval van het radioactief afval dat erin ligt opgeslagen. De nieuwe uitbreiding is een prachtige aanvulling op het bestaande kunstconcept. In een video vertelde William Verstraeten hoe hij zich liet inspireren door het spel van licht,

schaduw, tijd en geometrie en gekozen heeft voor een ontwerp dat dienst doet als zonnwijzer. Een van de gevels heeft Verstraeten in twee tinten grijs ontworpen. Tweemaal per jaar wanneer de zon onder de juiste hoek staat, valt de schaduw zodanig op de gevel dat deze precies samenvalt met de lichte tint grijs waardoor één vlak ontstaat. Verstraeten heeft zich hiervoor onder meer laten inspireren door Stonehenge bij Wiltshire in Engeland waar

de menhirs perfect lijken te zijn geplaatst om de langste en kortste dag van het jaar te meten. Op de dag van de opening werd ook de grote overzichtstentoonstelling van Verstraeten geopend in het kantoorgebouw van COVRA. Bij wijze van afsluiting van de feestelijke opening konden alle genodigden een selfie laten maken met het HABOG op de achtergrond met als motto: "Ik was erbij op 19 mei!" **K**

Menno Jelgersma

K De genodigden konden een bezoek brengen aan de HABOG en lopen over de vloer met daarin de kenmerkende ronde 'pluggen', waarin het hoogradioactieve afval voor honderd jaar veilig wordt opgeslagen.



©COVRA

40.000 kubieke meter beton

Het originele HABOG bestond uit drie modules voor de opslag van zowel warmteproducerend als 'koud' hoogradioactief afval. Het was zodanig ontworpen dat het indien noodzakelijk met nieuwe modules kon worden uitgebreid. Die noodzaak kwam toen onder andere bleek dat de kerncentrale in Borssele langer in bedrijf zou blijven en er zo ook extra ruimte kon worden gecreëerd voor afval afkomstig van de onderzoeksreactoren in Petten en Delft. Voor de uitbreiding lag er ongeveer 110 kubieke meter hoogradioactief afval opgeslagen. De nieuwe uitbreiding biedt 50 kubieke meter extra opslagcapaciteit. Het HABOG is zwaar gedimensioneerd omdat het bestand moet zijn tegen allerlei uitzonderlijke invloeden van buitenaf, zoals extreme windhozen, explosies, aardbevingen, overstromingen en 'inkomende' vliegtuigen. De betonnen muren van het HABOG zijn daarom 1,7 meter dik. In de constructie van het 'oude' HABOG is in totaal 32.000 kubieke meter beton verwerkt. Met de uitbreiding komt naar nog eens 8.000 kubieke meter beton bij. Al dat beton is niet alleen om wat erin ligt te beschermen voor invloeden van buitenaf, maar uiteraard ook om het buitenmilieu te beschermen voor de stralingsniveaus van wat er binnen in de bunkers is opgeslagen. COVRA bewaakt het afval voortdurend door middel van metingen en controles. Op deze manier blijft het gegarandeerd veilig opgeslagen.

Een 10-puntenplan ter vermindering van de afhankelijkheid van de Europese Unie van Russisch aardgas

Door dit jaar maatregelen te nemen, kan de **invoer van gas uit Rusland met meer dan een derde** worden verminderd. Met extra tijdelijke opties kan invoer zelfs tot **meer dan de helft** afnemen en tegelijkertijd **de emissies verlagen**.

Actie 1



Geen nieuwe gasleveringscontracten met Rusland

Effect: Door gebruik te maken van aflopende langlopende contracten met Rusland zullen de contractuele minimum take-or-pay-niveaus voor Russische invoer en maakt een grotere diversiteit van het aanbod.

Actie 2



Russische leveringen vervangen door gas uit alternatieve bronnen

Effect: Ongeveer 30 bcm* aan extra gaslevering uit niet-Russische bronnen.

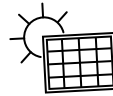
Actie 3



Invoering van minimum aan verplichtingen voor gasopslag om de markt veerkrachtiger te maken

Effect: Maakt het gassysteem veerkrachtiger, hoewel hogere injectievereisten om de opslagcapaciteit in 2022 opnieuw te vullen, de vraag naar gas en de gasprijzen zal opdrijven.

Actie 4



Versnelde invoering van nieuwe wind- en zonne-energieprojecten

Effect: Een extra opwekking van 35 TWh van nieuwe hernieuwbare projecten in het komende jaar, bovenop de reeds verwachte groei uit deze bronnen, waardoor het gas met 6 bcm afneemt.

Actie 5



Maximaliseer opwekking uit bestaande inzetbare bronnen met lage emissies: bio-energie en kernenergie

Effect: Een extra 70 TWh aan elektriciteitsproductie uit bestaande inzetbare lage emissiebronnen, waardoor het gasverbruik voor elektriciteit met 13 bcm afneemt.

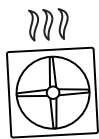
Actie 6



Maatregelen op korte termijn om kwetsbare elektriciteitsverbruikers te beschermen tegen hoge prijzen

Effect: Verlaagt de energierekening voor de consument, zelfs wanneer de aardgasprijzen hoog blijven, waardoor tot 200 miljard euro beschikbaar komt om de gevolgen voor kwetsbare groepen op te vangen.

Actie 7



Versnelde vervanging van gasketels door warmtepompen

Effect: Vermindering van het gasverbruik voor verwarming met een aanvullende 2 bcm in één jaar.

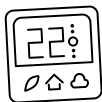
Actie 8



Versnellen van verbeteringen energie-efficiëntie in gebouwen en industrie

Effect: Vermindering van het gasverbruik voor verwarming met bijna 2 bcm extra binnen een jaar, waardoor de energiefactuur daalt, het comfort toeneemt en het concurrentievermogen van de industrie wordt versterkt.

Actie 9



Aanmoedigen van het tijdelijk aanpassen van de thermostaat door consumenten

Effect: Het verlagen van de thermostaat voor de verwarming van gebouwen met 1°C zou de vraag met ongeveer 10 bcm per jaar verminderen.

Actie 10



Meer inspanningen leveren bij diversificatie en ontkoling bronnen en flexibiliteit elektriciteitssysteem

Effect: Een grote stimulans op korte termijn voor innovatie kan na verloop van tijd de sterke banden lossen maken tussen aardgasvoorziening en Europa's elektriciteitszekerheid. Realtime signalen van stroomprijzen kunnen een meer flexibele vraag mogelijk maken, waardoor op hun beurt dure en gasintensieve piekbevoorradingsbehoeften afnemen.

* bcm = miljard kubieke meter

Het 10-puntenplan van het IEA om van Russisch gas af te komen

Het International Energy Agency (IEA) heeft een 10-puntenplan voor de Europese Unie geschreven. Met het plan kan de EU de afhankelijkheid van Russische brandstof met meer dan een derde verminderen en tegelijk de Europese Green Deal ondersteunen, met opties voor noodsituaties om nog verder te gaan.

De Europese Unie kan volgens de IEA de invoer van Russisch aardgas binnen een jaar met meer dan een derde verminderen door een combinatie van maatregelen die in overeenstemming zijn met de Europese Green Deal en tegelijkertijd de energiezekerheid en betaalbaarheid garanderen, zo blijkt uit de nieuwe analyse. De afhankelijkheid van Europa van aardgas uit Rusland is door de Russische inval in Oekraïne op scherp komen te staan. Rusland weet dat het met de sterke Europese afhankelijkheid van Russisch aardgas een geopolitieke stok achter de deur heeft en dat is vooral gezien de huidige oorlog die Rusland in Oekraïne is begonnen en betaalt met onder meer de verkoop van brandstoffen zeer ongewenst. Het 10-puntenplan van het IEA om de afhankelijkheid van de Europese Unie van Russisch aardgas te verminderen omvat een reeks aanvullende maatregelen die in de komende maanden kan worden genomen, zoals een grotere afhankelijkheid van andere leveranciers, het aanboren van andere energiebronnen en het versnellen van de inspanningen om consumenten, bedrijven en de industrie te voorzien van de middelen om schone en efficiënte alternatieven voor aardgas te gebruiken. De voorgestelde maatregelen zijn volledig in overeenstemming met de Europese Green Deal en het 'Fit for 55'-pakket van de EU, waarmee de weg wordt geëffend voor verdere emissiereducties in de komende jaren.

In 2021 importeerde de Europese Unie 155 miljard kubieke meter aardgas uit Rusland, goed voor ongeveer 45% van de gasinvoer van de EU en bijna 40% van haar totale gasverbruik. Vooruitgang in de richting van Europa's net zero-ambities is mogelijk wanneer het gebruik en de invoer van gas in de loop van de tijd daalt, maar de crisis van vandaag doet de specifieke vraag rijzen over de invoer uit Rusland en wat er op korte termijn kan worden gedaan om die terug te dringen. "Niemand maakt zich nog illusies. Het feit dat Rusland zijn aardgasvoorraden als economisch en politiek wapen gebruikt, toont aan dat Europa snel moet handelen om klaar te zijn voor de grote onzekerheid over de Russische gasleveringen komende winter", aldus Fatih Birol, uitvoerend directeur van het IEA. "Het 10-puntenplan van het IEA biedt praktische stappen om Europa's afhankelijkheid van Russisch gas binnen een jaar met meer dan een derde te verminderen en tegelijkertijd de verschuiving naar schone energie op een veilige en betaalbare manier te ondersteunen. Europa moet de dominante rol van Rusland op zijn energiemarkten snel terugdringen en zo snel mogelijk werk maken van alternatieven".

De belangrijkste maatregelen die in het 10-puntenplan van het IEA worden aanbevolen, zijn onder meer: geen nieuwe gascontracten met Rusland

sluiten; de gasvoorziening uit andere bronnen maximaliseren; het gebruik van zonne- en windenergie versnellen; bestaande emissiearme energiebronnen, zoals kernenergie en hernieuwbare energiebronnen, optimaal benutten; en energie-efficiëntiemaatregelen in woningen en bedrijven opvoeren. Samen zouden deze stappen de invoer van Russisch gas door de Europese Unie binnen een jaar met meer dan 50 miljard kubieke meter, of meer dan een derde, kunnen verminderen, zo schat het IEA. Daarbij is rekening gehouden met de noodzaak om de Europese gasopslagfaciliteiten in 2022 bij te vullen. Veel van de in het plan aanbevolen acties - waaronder het opvoeren van de energie-efficiëntiemaatregelen, het versnellen van de inzet van hernieuwbare energiebronnen en het uitbreiden van emissiearme bronnen voor de flexibiliteit van het elektriciteitssysteem - zijn belangrijke elementen van de routekaart van het IEA naar net-nul in 2050.

In de analyse van het IEA wordt opgemerkt dat de EU nog andere mogelijkheden heeft als zij haar afhankelijkheid van Russisch gas nog sneller wil of moet verminderen, maar met aanzienlijke nadelen. De belangrijkste optie voor de nabije toekomst is een verschuiving van het gasverbruik in de elektriciteitssector via een groter gebruik van de Europese kolengestookte vloot of door het gebruik van alternatieve brandstoffen, zoals olie, in bestaande gasgestookte elektriciteitscentrales. Aangezien deze alternatieven voor het gebruik van gas niet in overeenstemming zijn met de Europese Green Deal, zijn ze niet opgenomen in het 10-puntenplan. **K**

Bron: IEA



©SCK CEN



Ondergronds onderzoeks-laboratorium HADES 40 jaar

Al veertig jaar is het laboratorium HADES bij Mol in België de bakermat voor onderzoek naar geologische eindberging in kleilagen. Experimenten in het 225 meter diepe ondergrondse laboratorium bewezen dat een dergelijke installatie industrieel uitgegraven kan worden en tonen aan dat de veiligheid op lange termijn verzekerd kan worden. Die verworven kennis stelt België in staat om de volgende stappen te zetten richting een reële eindbergingsinstallatie.

In de jaren '70 werden de eerste commerciële kerncentrales in België gebouwd. Al snel kwam ook het vraagstuk van het langetermijnbeheer van hoogradioactief en/of langlevend afval aan bod. Geologische eindberging verscheen internationaal als mogelijke beheeroplossing op de radar. Het nucleaire onderzoekscentrum SCK CEN nam het initiatief om deze mogelijkheid te onderzoeken. In de jaren '80 startte het onderzoekscentrum met het uitgraven van een ondergronds laboratorium, genaamd HADES. Dat was uniek want nergens ter wereld was er een ander laboratorium in klei dat voor dat specifieke doel gebouwd was. Inmiddels bestaat het ondergrondse laboratorium veertig jaar. In die tijd is HADES uitgegroeid tot een bakermat voor onderzoek naar geologische eindberging. Het verkennende pionierswerk maakte plaats voor industriële demonstratieprojecten en grootschalige proeven. Een voorbeeld hiervan is PRACLAY, een tien jaar durend verwarmingsexperiment. "Dat alles heeft geleid tot een uitgebreide kennis over de kleilaag en een goed begrip van alle processen die voor de veiligheid van een eindbergingsinstallatie relevant zijn", aldus Eric van Walle, directeur-generaal van SCK CEN. Op basis van 40 jaar onderzoek stelde NIRAS (Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen) geologische eindberging voor als nationaal beleid voor het langetermijnbeheer van het hoogradioactieve en/of langlevende afval, gekoppeld aan een maatschappelijk debat waaraan zowel burgers als experts deelnemen. "Het staat in ieder geval vast dat we onze verantwoordelijkheid niet naar de volgende generaties mogen doorschuiven", aldus Marc Demarche, directeur-generaal van NIRAS. **K**

Bron: SCK CEN



© nucleareurope

FORATOM wordt nucleareurope

Tijdens de jaarlijkse #nucleareurope2022 conferentie in het Noorse Helsinki is op 7 juni aangekondigd dat FORATOM officieel nucleareurope zal gaan heten. De re-branding is vooral bedoeld om stakeholders in Brussel meer duidelijkheid te verschaffen over wie de organisatie vertegenwoordigt.

Persoonlijk geloof ik dat de toekomst van kernenergie in Europa opnieuw rooskleurig is. Dit heeft ons een nieuw elan gegeven - en wij zijn er bijzonder trots op de nucleaire industrie te vertegenwoordigen”, aldus Yves Desbazeille, directeur-generaal van nucleareurope. “Vandaar ons besluit om onze organisatie een nieuwe naam te geven en precies duidelijk te maken wie wij op EU-niveau vertegenwoordigen.”

Breed scala van onderwerpen

Nucleareurope is de in Brussel gevestigde handelsvereniging voor de kernenergie-industrie in Europa. Het lidmaatschap van nucleareurope bestaat uit 15 nationale nucleaire verenigingen en via deze verenigingen vertegenwoordigt nucleareurope bijna 3.000 Europese bedrijven die in de sector werkzaam zijn en ongeveer 1.100.000 banen ondersteunen.

Toen de organisatie in 1960 werd opgericht heette het nog Forum Atomique Européen. In de daaropvolgende 62 jaar zijn er veel veranderingen geweest. Zo is het aantal kwesties dat door de sector wordt aangepakt verschoven van de ‘pure’ nucleaire onderwerpen, zoals het Euratom-Verdrag en het beheer van radioactief afval en innovatie, naar een breder scala van onderwerpen, waaronder de aanpak van klimaatverandering, milieukwesties, duurzaamheid en continuïteit van de energievoorziening. Het belang van een sterke nucleaire vertegenwoordiging in Brussel is daarmee alleen maar groter geworden.

Praktische oplossingen

Zoals benadrukt door Desbazeille tijdens de #nucleareurope2022-conferentie: “Het is duidelijk dat de huidige situatie in Oekraïne slechts het topje van de ijsberg is. De voorbije 18 maanden hebben we in Europa duidelijke signalen gekregen dat de energiecrisis - die tot uiting komt in stijgende prijzen - op til was. We zullen zo goed mogelijk door deze crisis heen blijven navigeren. Maar we moeten er ook actief lessen uit trekken. Europa moet minder afhankelijk worden van externe energiebronnen.” Met het oog hierop zal nucleareurope daarom de nadruk leggen op de oplossingen die de sector kan bieden. Deze omvatten:

- Het leveren van een stabiele, betaalbare en CO₂-arme bron van elektriciteit.
- Bijdragen aan de productie van koolstofarme waterstof in Europa.
- De nadruk leggen op innovatie, met name de ontwikkeling van kleine modulaire reactoren.

In zijn slotopmerkingen riep Desbazeille de industrie, beleidsmakers en belanghebbenden op om samen te werken aan onze toekomst. “Laten we rond de tafel gaan zitten en praktische oplossingen bedenken om de klimaatverandering tegen te gaan en de energieonafhankelijkheid van Europa te vergroten. **K**



Excursie Hinkley Point C

Na 2 jaar COVID en vele interessante webinars was er eindelijk weer eens de mogelijkheid een fysieke excursie te organiseren. De KIVI/ NNS pakte direct goed uit met een buitenlandse reis naar de kernreactor in aanbouw: Hinkley Point C in Zuidwest-Engeland.

Op 4 mei verzamelden zich 29 enthousiaste KIVI-NNS-DYG leden op Schiphol voor een korte vlucht naar Bristol. We werden met de bus naar Cannington gereden waar we inkwartierden in het hotel van EdF; Cannington Court. Dit hotel kent een rijke historie die teruggaat tot 1100 en heeft in de vele eeuwen diverse bestemmingen gehad. Sinds 2004 is het gebouw verbouwd tot wat het nu is, een hotel met ruimte voor vergaderingen en het bezoekerscentrum voor Hinkley Point. In de avond werd een uitstekend diner geserveerd.

In de ochtend werden we eerst met een presentatie bijgepraat over het Britse energiebeleid, de mondiale energietransitie en over het complex Hinkley Point. Op dit moment zijn er 14 kernreactoren actief in de UK waarvan er 7 voor 2030 door einde levensduur uit bedrijf worden genomen. Om ook in de toekomst een stabiele energievoorziening

te kunnen waarborgen zet de VK niet alleen in op wind en zon maar ook op kernenergie om de fluctuaties van de eerste twee te kunnen opvangen. In het VK worden reactoren altijd als tweeling gebouwd, bij de bouw zit er een vertraging van ongeveer een jaar tussen de eerste en tweede om problemen tijdens de bouw van de eerste, voor te zijn bij de tweede. Dit maakt dat de tweede reactor altijd een stukje goedkoper uitkomt. De bouw is in 2018 gestart en op dit moment verwachten ze dat de eerste reactor in 2026 in bedrijf zal zijn. De twee reactoren worden volledig zelfstandig uitgevoerd, dus met eigen regelzaal, generator en veiligheidsvoorzieningen. Ze zijn bij bedrijf onafhankelijk van elkaar.

Hinkley Point C wordt een complex van 2 EPR-reactoren volgens VK-design. Dit betekent dat er boven op de huidige veiligheidsvoorzieningen extra voorzieningen worden getroffen met

betrekking tot veiligheid en milieu. Er komen bijvoorbeeld 2 soorten back-up-generatoren voor de koeling. Na de presentatie kregen we een rondrit over de bouwplaats, een complex van 176 hectare. Er wordt 6 miljoen kubieke meter aarde verzet, 3 miljoen ton beton gestort, 50.000 ton aan staal gebruikt. Er komt 400 kilometer aan pijpleiding en 4.000 kilometer aan elektrische bekabeling. Dit alles geeft werk aan 25.000 fte. Het terrein is opgedeeld in tweeën, deel een voor de constructie en op deel twee komen de reactoren te staan.

Aan de Bridgewater Bay is een haven gemaakt voor de aanvoer van materialen. Er is een complete betonfabriek opgericht die de verschillende soorten beton kan fabriceren nodig voor de bouw. Uiteindelijk rijden we langs de 2 reactoren in aanbouw. De reactorcontainments worden opgebouwd uit gelaste metalen ringconstructies en daarna met kranen op de plaats worden gezet. Elk containment bestaat uit 3 ringconstructies en een dak. Reactor 1 heeft al 2 ringen staan, reactor 2 een ring. Tot slot rijden we langs de plaats waar de stroomgeneratoren komen waar nu alleen nog maar enkele betonfunderingen staan. We hebben op dat moment zicht op Hinkley Point A (afgeschakeld in 2000) en Hinkley Point B (wordt in de zomer van 2022 afgeschakeld). Na de tour worden we weer teruggebracht naar het hotel en daarna naar het vliegveld. Al met al een erg leuke, indrukwekkende en informatieve excursie. Goed te vermelden was dat er naast de KIVI-NNS-DYG deelnemers uit de nucleaire sector er ook enkele KIVI-leden mee waren met interesse in kerntechniek, maar niet werkzaam in de nucleaire sector. Op de terugweg werd er alweer volop nagedacht voor een interessante excursie voor het volgend jaar. **K**

Jessica Bruin

RID ontwikkelt recyclebare technetium-generator

De Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) heeft een Veni-subsidie toegekend aan onderzoeker en universitair docent dr. ir. Robin de Kruijff van het Reactor Instituut Delft (RID). Met de toekenning gaat ze onderzoek doen naar de ontwikkeling van een recyclebare technetiumgenerator die minder radioactief afval produceert en minder afhankelijk is van onderzoeksreactoren dan de huidige generatoren waarvoor gebruik gemaakt wordt van uraniumtargetts.

Een medische diagnose met radio-isotopen gebeurt in 85 procent van de gevallen met technetium-99 metastabiel (Tc-99m). Gemiddeld krijgen wereldwijd 100.000 mensen per dag een diagnostisch onderzoek met deze radio-isotoop. Om de isotoop in het ziekenhuis toe te kunnen dienen wordt gebruik gemaakt van technetiumgeneratoren. Hierin is molybdeen-99 opgenomen waarvan een deel vervalst naar Tc-99m. Het ziekenhuis extraheert het technetium uit de vaatjes, die na ongeveer een week zijn uitgeput. De productie van Mo-99 vindt voornamelijk

plaats in onderzoeksreactoren zoals de Hoge Flux Reactor in Petten, die voor 70 procent van de productie van molybdeen in Europa zorgt. Een nadeel van deze productieroute is dat voor het verkrijgen van het molybdeen uranium wordt gespleten waarbij naast zes procent molybdeen ook 94 procent aan restproducten ontstaat waaronder langlevend radioactief afval. Bovendien zijn bijna alle faciliteiten die molybdeen kunnen produceren op leeftijd en komt de productie van molybdeen regelmatig in gevaar wanneer een van de faciliteiten voor onderhoud of reparatie uit bedrijf wordt genomen.

De Kruijff wil een nieuwe generator ontwikkelen waarbij geen gebruik wordt gemaakt van uranium als basismateriaal maar waarbij op basis van nanostructuren, waarin molybdeen is opgenomen, Tc-99m schoner kan worden geproduceerd. Zo is de productie niet meer volledig afhankelijk van de bestaande reactoren maar kan voor de activering ook gebruik worden gemaakt van deeltjesversnellers.

Plug-and-Play radio particle based generator

Over het verkrijgen van de Veni-subsidie vertelt De Kruijff: "Op het moment dat ik mijn presentatie hield voor het Veni interview over ontwikkeling van een nieuwe productiemethode voor molybdeen-99 (Mo-99) was de HFR als grootste producent in Europa buiten bedrijf voor een reparatie, dus dat droeg op zich zeker bij aan de overtuiging van de noodzaak voor een alternatieve productieroute." Op dit moment wordt voor de productie van Mo-99 voornamelijk gebruik gemaakt van onderzoeksreactoren. "Er is al jaren een aantal andere opties voorhanden", zegt De Kruijff: "Je kunt molybdeen-98 nemen en dat met neutronen bestralen zodat je Mo-99 krijgt. Of je neemt molybdeen-100 en als je daar dan met een elektronen-versneller fotonen of in een cyclotron protonen tegenaan schiet krijg je ook Mo-99." Het nadeel van deze bestaande mogelijkheden is dat het scheiden van de isotopen alleen nog in theorie mogelijk is maar nog niet in de praktijk. "Mo-99 is in principe hetzelfde als Mo-100. In dit geval heb je een hele hoop targetmateriaal waarin zich maar een klein beetje bruikbaar Mo-99 bevindt dat te weinig is om in de huidige generatoren te gebruiken", licht De Kruijff toe. "Wat ik wil is een Plug-and-Play radio particle based generator ontwikkelen waarbij ik het kolom materiaal dat nu wordt gebruikt wil vervangen door een kolom met nanostructuren." Plug-and-Play verwijst naar een generator die na bestraling in een reactor of in een versneller direct gebruikt kan worden zonder tussenkomst van ingewikkelde, kostbare en

tijdroevende scheidingsmethoden in hot cells. Nanogestructureerde materialen (NsM) zijn materialen met een microstructuur waarvan de kenmerkende lengteschaal in de orde van grootte ligt van enkele nanometers. De kolom bij nanostructuren bestaat alleen nog maar uit molybdeen-nanostructuren en niet meer uit een aluminiumkolom waar je een klein beetje molybdeen in kan stoppen. Door gebruik te maken van nanostructuren beschik je volgens De Kruijff dan over veel meer molybdeenmassa die nog steeds in een klein volume past.

Synthetiseren nanostructuren

Het eerste deel van het onderzoek richt zich op het synthetiseren van nanostructuren en om een structuur zo te ontwerpen dat het heel stabiel is waarbij het molybdeen op zijn plaats blijft. Er is volgens De Kruijff al veel onderzoek gedaan naar nanostructuren op andere toepassingsgebieden zoals bij katalysatoren. "Dat is een beginpunt. Maar we moeten echt nog onderzoeken of die materialen wel of niet voldoen. Aan de hand daarvan kunnen we de productieparameters bijhouden en aanpassen en 'tweaken'

zodat we uitkomen op de gewenste stralingsbestendigheid, want daar heeft nog nooit iemand naar gekeken." De Kruijff start met de mogelijke kanshebbers voor nanostructuren. "We kijken in eerste instantie naar molybdeencarbide en -sulfide en gaan op zoek naar stabiele structuren en hoe we ze kunnen synthetiseren."

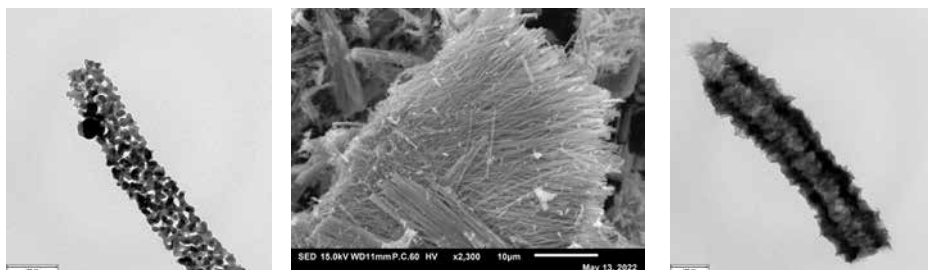
Recyclebare technetiumgenerator

De tweede grote uitdaging is om het technetium, waar het uiteindelijk om te doen is, uit de generator te krijgen. "Wat er gebeurt is dat de nanostructuren in een versneller of in een reactor worden bestraald. In een reactor zal een deel van het molybdeen-98 door invangst van neutronen veranderen in Mo-99." Bij voldoende Mo-99 is de generator in principe gereed en kan naar het ziekenhuis. "Als de generator twee weken in het ziekenhuis in gebruik is geweest, is het bruikbare technetium uit de kolom gehaald en kan de generator met nanostructuren die niet meer radioactief zijn terug naar de reactor. Omdat het overgrote deel Mo-98 in de generator achterblijft,

kunnen de nanostructuren bij een volgende sessie weer worden bestraald, waardoor nog eens een klein deel verandert in Mo-99 en de generator weer naar het ziekenhuis kan." Het Veni-onderzoek moet uitwijzen hoe vaak een nanostructuur kan worden hergebruikt voor al het Mo-98 is omgezet naar Mo-99 voor een voldoende opbrengst. "Er is maar een kleine fractie die uiteindelijk in Mo-99 wordt omgezet en dat bepaalt hoe vaak hergebruik mogelijk is maar ook de stabiliteit van de nanostructuur is bepalend. Dat is wat wij gaan onderzoeken." Op dit moment werkt masterstudent Sabarish Ravi aan het project, die volgens De Kruijff: "Echt heel leuke resultaten heeft behaald." Dat er nu nog maar één masterstudent aan werkt is begrijpelijk. "De subsidie is nog maar kortgeleden gehonoreerd, maar er zullen in de loop der tijd meer studenten actief mee bezig zijn." Er staat drie jaar voor het project. "Ik hoop na die periode dat we in ieder geval een nanostructuur hebben die voldoet aan de eisen, dus die stralingsbestendig is en waarvan we voldoende technetium kunnen afhalen met behulp van een op dat moment ontwikkelde extractiemethode en waarmee we de generator verder kunnen ontwikkelen. Daarnaast wil ik ook na drie jaar bij een van de partners in het onderzoek, Argonne National Laboratory, hebben aangetoond dat we ook met versnellers kunnen werken." Na de drie jaar hoopt De Kruijff dat er nieuwe subsidies beschikbaar zijn om het project verder uit te rollen. **K**

Menno Jelgersma

✂ Nanostructuren gefotografeerd met een elektronenmicroscop. © Sabarish Ravi



Veni, Vidi, Vici

Veni is een financieringsinstrument uit het Talentprogramma van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO). Het biedt pas gepromoveerde onderzoekers de mogelijkheid om met een toelage gedurende drie jaar hun ideeën verder te ontwikkelen. De subsidie bedraagt maximaal 280.000 euro. Aanvragers die voor de subsidie in aanmerking willen komen, staan aan het begin van hun wetenschappelijke carrière en hebben laten zien talent te hebben voor wetenschappelijk onderzoek. De Veni-ronde staat open voor onderzoekers die op 1 januari van het jaar van indienen maximaal drie jaar geleden gepromoveerd zijn. In aansluiting op Veni is een doorstroom mogelijk naar twee aanvullende financieringsmogelijkheden: Vidi en Vici. Vidi is gericht op onderzoekers die na hun promotie al enkele jaren onderzoek hebben verricht. Vici is voor senior onderzoekers die hebben aangetoond een eigen onderzoekslijn te kunnen ontwikkelen. De bedragen die aangevraagd kunnen worden variëren van maximaal 280.000 voor Veni, 800.000 voor Vidi en voor Vici 1,5 miljoen euro. Er zijn afzonderlijke beoordelingen voor Veni, Vidi en Vici.

Zal de Europese Unie haar laatste kans grijpen om de geest van het Euratom-Verdrag te eerbiedigen?



Energie heeft altijd een centrale plaats ingenomen in het streven van de Europese Unie om gezamenlijk de economie weer op te bouwen na de rampen van de Tweede Wereldoorlog. De oprichters van Europa begrepen dat energie inderdaad het bloed van de economie is. Kernenergie werd gezien als een centraal element in deze wederopbouw, hetgeen leidde tot de goedkeuring van het Euratom-Verdrag, waaraan sinds het ontstaan ervan in 1957 geen enkele komma is veranderd. Het is dus nog steeds volledig van kracht en alle lidstaten moeten zich aan dit Verdrag houden.

De laatste twee decennia, en vooral de laatste jaren, is het energiebeleid van de EU voornamelijk overschaduwed door het milieubeleid of, nog erger, het “groene” beleid. Zeker, iedereen kan het ermee eens zijn dat de koolstofvoetafdruk van energie drastisch en snel moet worden verminderd. Deze urgentie is in zeer directe bewoordingen naar voren gebracht in het laatste IPCC-rapport. Maar de EU is verder gegaan dan een zuivere noodzaak voor CO₂-reductie door, parallel daarmee, haar eigen versie van bindende “groene” doelstellingen door te drukken, terwijl zij de belangrijke rol die kernenergie

speelt in het bereiken van de doelstelling van een koolstofneutrale economie in 2050, terzijde schuift. Deze “groene” overname kan worden geïllustreerd door de verschuiving in woorden van de “Schone planeet voor iedereen” (2015) naar de “Green Deal” (2019). En het wordt nog perfecter aangetoond door de saga van de “Taxonomy for Sustainable Finance”, waar kernenergie (die door wetenschappelijke deskundigen duidelijk als duurzaam wordt erkend), die oorspronkelijk op het punt stond te worden uitgesloten, door de Europese Commissie uiteindelijk op gelijke voet met gas werd geplaatst, als een energie

die zal helpen bij de overgang naar de mythe van 100% hernieuwbare energiebronnen.

Gebrekkige definitie van duurzaamheid

Deze invloed van het zogenaamde “groene” milieubeleid op het energiebeleid is potentieel een risico voor de samenhang van de EU. Hoewel het milieubeleid als een EU-beleidsgebied kan worden beschouwd, wordt het energiebeleid immers nog steeds in hoge mate op nationaal niveau door de lidstaten geregeld. Dit blijkt duidelijk uit artikel 194 van het VWEU, waarin, naast de behoefte aan solidariteit, het volledige recht van de lidstaten is vastgelegd om hun eigen energiemix te kiezen. Gezien de zeer uiteenlopende standpunten van de lidstaten op het gebied van kernenergie, kan een dergelijk “groen” beleid destructief zijn voor de EU als het niet zorgvuldig wordt aangepakt en de individuele keuzes van elke lidstaat worden gerespecteerd. Dit is iets waarmee dringend rekening moet worden gehouden. De kern van het probleem is de gebrekkige definitie van duurzaamheid die de EU hanteert wanneer zij naar energie kijkt. Op dit moment betekent duurzaam “groen”; groen is de facto duurzaam, en om duurzaam te zijn moet men groen zijn. Dit is veel te beperkt. Om duurzaam te zijn moet het energiebeleid inderdaad rekening houden met het milieu, maar moet het ook economische duurzaamheid waarborgen en, vanuit maatschappelijk oogpunt, zorgen voor continuïteit van de voorziening. Met andere woorden, de energiemix moet schoon, betaalbaar en betrouwbaar zijn om bij te dragen tot sociale duurzaamheid, een veel ruimer begrip dan “alleen maar” milieuduurzaamheid. “Groen” alleen is niet duurzaam. Het streefcijfer van 100% hernieuwbare energie is niet alleen een mythe, maar ook niet duurzaam aangezien het de continuïteit van de voorziening niet garandeert en niet economisch is wanneer rekening wordt gehouden met de systeemkosten die gepaard gaan met intermitterende energievoorziening, zoals blijkt uit studies van de OESO en het MIT.

Leidmotief van weCARE

Dit concept van sociale duurzaamheid is het leidmotief van weCARE, een alliantie van Europese NGO's die zich inzetten voor schone, betaalbare en betrouwbare energie (CARE) en voor de duurzaamheid van onze samenleving. weCARE heeft de Europese Commissie sinds het begin van de besprekingen over de taxonomie herhaaldelijk aangeschreven om haar aan te moedigen deze ruimere definitie van duurzaamheid te hanteren. Het zal niemand verbazen dat dit niet werd aanvaard. Hun groene dogma blijft bestaan. Maar nu worden ze wakker geschud! De huidige crisis in termen van energievoorziening en -prijzen, als gevolg van de oorlog in Oekraïne, dwingt de EU om haar zaken op orde te krijgen - het biedt de EU ook een kans om haar energiebeleid te heroverwegen. De Energiewende is niet langer een geldig model. Sterker nog, de Energiewende, gebaseerd op de uitfasering van kernenergie en een stormloop op hernieuwbare energiebronnen, is een totale mislukking in vergelijking met de juiste definitie van duurzaamheid. Met 500 miljard euro aan subsidies voor hernieuwbare energiebronnen over een periode van 20 jaar is zij niet profijtelijk. Aangezien het niet heeft geleid tot een decarbonisatie van de elektriciteitssector, gezien de blijvende afhankelijkheid van CO₂ uitstotende kolen en gas, is het niet schoon. En ten slotte, zoals het verhaal van de Nord Stream(s) aantoonde, zorgt het niet voor continuïteit van de voorziening. REPowerEU had voor de Europese Commissie het moment kunnen zijn om haar engagement als hoedster van de Verdragen, met inbegrip

van het Euratom-Verdrag, te tonen door de rol van kernenergie te bevorderen. Maar kernenergie wordt in de mededeling over REPowerEU niet genoemd. Men kan aanvoeren dat de prioriteit van de EU ligt bij het beheersen van de crisis op korte termijn, om het onmiddellijke olie- en gasvoorzienings- en prijsprobleem op te lossen. Maar waarom dan niet de langetermijexploitatie van kerncentrales bevorderen, op voorwaarde dat de onafhankelijke nationale veiligheidsinstanties daarmee instemmen?

De Commissie moet REPowerEU dringend aanvullen, in overeenstemming met de promotieverplichtingen van het Euratom-Verdrag, door:

- 1 - Krachtige steun voor de langetermijexploitatie van alle bestaande kerncentrales (wanneer aan de veiligheidsvoorwaarden is voldaan)
- 2 - De budgetten voor onderzoek en innovatie verhogen voor de demonstratie van kerncentrales van generatie IV, met inbegrip van die welke de splijtstofcyclus sluiten, om een beter gebruik van de hulpbronnen mogelijk te maken, en
- 3 - het aansporen van de lidstaten om bestaande en beproefde oplossingen voor het veilige beheer van kernafval versneld toe te passen, en tegelijk het onderzoek naar partitionering en transmutatie voort te zetten.

Elektriciteit is een gemeenschappelijk goed
Alle bovengenoemde punten moeten ook

aan bod komen in het volgende programma van indicatieve aard inzake kernenergie (PINC), dat in de komende zes maanden moet worden gepubliceerd. Bovendien moet er een diepgaande hervorming van het elektriciteitssysteem op gang worden gebracht. De markt, die zich in de loop der jaren stukje bij beetje heeft ontwikkeld, waarbij het ene probleem na het andere laagje werd opgelost, heeft zijn beloften niet waargemaakt, zoals de huidige energieprijzen crisis duidelijk aantoonde. Zij geeft met name niet de juiste signalen af voor kapitaalintensieve investeringen, die in de komende twee decennia massaal zullen zijn. Deze hervorming zal een zware en langdurige inspanning zijn, maar er moet nu mee worden begonnen en de enige doelstelling ervan moet zijn om consumenten, huishoudens en de industrie schone, betaalbare en betrouwbare elektriciteit te leveren tegen een betaalbare prijs, die door de huidige markt teniet is gedaan. Elektriciteit is geen handelswaar maar een gemeenschappelijk goed en de politieke autoriteiten die het beste voor de burgers willen doen, moeten er op verantwoorde wijze mee omgaan. De Europese burgers verwachten van de EU dat zij haar plicht vervult! Als de EU niet laat zien dat zij het probleem kan aanpakken, zou dat wel eens kunnen leiden tot uiteenlopende nationale benaderingen, en dat zou niet goed zijn voor de EU. **K**

Marc Deffrennes

Voormalig EG-ambtenaar en OESO senior analist, oprichter van weCARE.

Het Euratom-Verdrag

De Europese gemeenschap voor Atoomenergie (EGA) of Euratom is in 1957 opgericht om de onderzoeksprogramma's voor ontwikkeling en vreedzaam gebruik van kernenergie van de lidstaten op elkaar af te stemmen. Tegenwoordig ligt het accent vooral op het verzamelen van de benodigde kennis, infrastructuur en financiering, zodat de continuïteit van de energievoorziening en de veiligheid voor de bevolking zijn gewaarborgd. Het Euratom-Verdrag werd gelijktijdig met het Verdrag tot Oprichting van de Europese Economische Gemeenschap (EEG) getekend. Aanleiding was onder meer de Suezcrisis in 1956, toen Europa zich ervan bewust werd hoe afhankelijk het was van de olieleveranties uit het Midden-Oosten. Dit zette de zes toenmalige EEG-landen (België, Duitsland, Frankrijk, Italië, Luxemburg en Nederland) ertoe aan om kernenergie te gaan ontwikkelen zodat ze voor hun energievoorziening minder afhankelijk zouden worden van traditionele hulpbronnen. Euratom bestaat uit de leden van de Europese Unie; alle landen die toetreden tot de Europese Unie worden door ondertekening van het Verdrag van Rome automatisch lid van Euratom.



Now is the time to understand more, so that we may fear less

De mens lijdt het meest van het lijden dat hij vreest, zo zegt het spreekwoord. En ja, we zijn een tobberige diersoort, bang voor van alles en nog wat. En bovendien erg slecht in het schatten van risico.

De Duitse kunstenaar Susanne Hertrich heeft dat mooi laten zien in haar grafisch werk (zie <http://www.susannahertrich.com/work/risk-i-iii/>). We zien een hele grote cirkel boven een lijn, die de kans voorstelt dat je doodgaat door terrorisme. Althans, de kans die het publiek schat. Onder de lijn zien we een heel klein cirkeltje, dat de werkelijke (door experts gegeven kans) voorstelt. Omgekeerd kan ook: mensen schatten dat de kans om aan kanker te overlijden niet al te groot is, terwijl die kans 30% is.

Op dezelfde manier kennen mensen een veel groter gevaar toe aan radioactiviteit, straling en kernenergie dan waar experts op uitkomen. Ons brein legt het onderwerp "straling" als het ware onder een mentaal vergrootglas, waardoor het gevaar zeer veel groter lijkt dan het gevaar van bijvoorbeeld chemische stoffen.

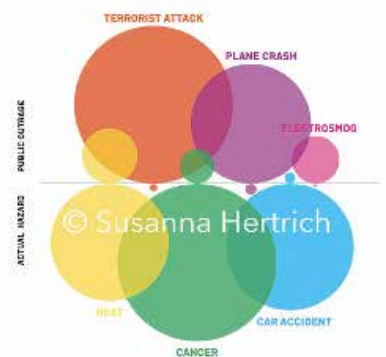
Kent u de ramp van Bhopal (1984) nog? Of de London Smog (1952-53)? Het zijn maar twee voorbeelden van een milieuramp waarbij meer dan 10.000 doden vielen, en die zeker onder de jongeren onder ons vergeten zijn. Maar alle jongeren weten wél te vertellen over Tsjernobyl (1984). Radioactiviteit blijft dus ook langer in ons collectieve geheugen hangen dan chemicaliën.

Weet u dat Duitsland al 50 jaar een werkende geologische eindberging heeft? Er ligt daar bijna drie miljoen ton dioxinen, furanen, kwik-, cyaan- en arseenverbindingen. Afval uit heel Europa en de Verenigde Staten is er welkom. Men legt het in de Herfa-Neurode kalimijn in uitgegraven gangen in het zout, in tonnetjes of in bigbags. Na sluiting wordt het afval niet meer gemonitord: het is eeuwig veilig, volgens hun Staatstoezicht op de mijnen. Gaat er een belletje rinkelen? Wat met het radioactief afval in Duitsland? Wat denkt u? Zal het daarmee net zo gaan als met het chemisch afval? Noem het woord "radioactief", en er gebeurt iets vreemds in de hoofden van mensen.

Het is goed om te bedenken dat wij dat met zijn allen kunnen veranderen. Door feitelijke informatie te verspreiden, en dingen in verhouding te zetten, zoals ik hierboven de gevaren van chemicaliën vergeleken heb met die van radioactiviteit. Op verjaardagen, op school, waar u maar kan bijdragen; wordt ambassadeur van ons vak! **K**

Lars Roobol

RISK PERCEPTION AND ACTUAL HAZARDS



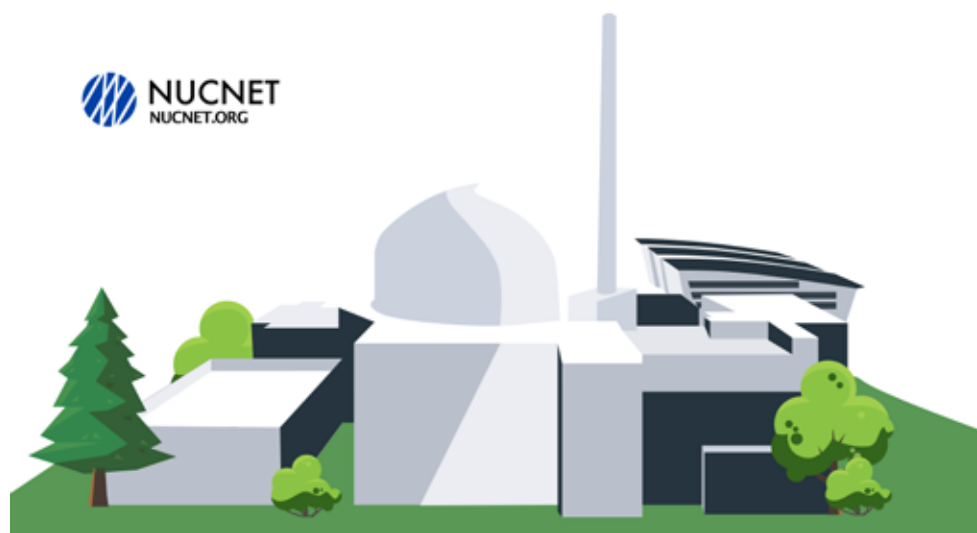
Lars Roobol (1966) is stralingsdeskundige, natuurkundige en wiskundige. Na zijn promotie in Leiden en een postdoc-periode in Bayreuth en Londen, heeft hij als cyclotronspecialist gewerkt bij het Kernfysisch versneller instituut in Groningen, als manager bij de Hot Cell Laboratories en de Waste Storage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

De European Pressurised Reactor

Op 12 maart startte de European Pressurised Reactor (EPR) van Eenheid 3 van de Finse kerncentrale Olkiluoto met het leveren van stroom op het nationale elektriciteitsnet. Vanaf juli zal de spiksplinternieuwe kernreactor 1.600 MWe elektriciteit gaan produceren, ongeveer vier keer zoveel als de

Kerncentrale Borssele. Eigenaar TVO verklaarde dat met de ingebruikname van de eenheid de zelfvoorzienendheid van Finland op het gebied van elektriciteit aanzienlijk verbetert en helpt bij het bereiken van de doelstellingen wat betreft koolstofneutraliteit. De reactor is een EPR en is een drukwaterreactor van de derde

generatie. Hij is voornamelijk ontworpen en ontwikkeld door Framatome, Électricité de France (EDF) en Siemens. Recent maakte NucNet een infographic over deze Europese reactor waarvan er wereldwijd inmiddels een aantal in gebruik zijn genomen, worden gebouwd of de intentie er is tot bouw over te gaan.



EPR-KERNREACTOREN WERELDWIJD

DE EPR IN HET KORT

Aanvankelijk werd hij de Europese hogedrukreactor genoemd. De naam werd in 2007 aangepast naar Evolutionary Power Reactor om het een meer internationale dimensie te geven, maar heet nu gewoon EPR: European Pressurized Reactor.

De EPR is een generatie III-centrale en werd ontwikkeld door de Franse bedrijven Areva en EDF.

Product van de Franse N4 en de Duitse KONVOI-reactoren.

De EPR is een van de krachtigste reactoren ter wereld met een bruto elektriciteitsproductie van 1.770 MW.

Met een levensduur van 60 jaar is de EPR ook ontworpen om 17% minder uranium te gebruiken om dezelfde hoeveelheid elektriciteit als eerdere modellen.

Een EPR produceert genoeg energie om ongeveer drie miljoen huizen van energie te voorzien.

De reactoren

-  Taishan-1, China
-  Taishan-2, China
-  Olkiluoto-3, Finland
-  Flamanville-3, France
-  Hinkley Point C-1, UK
-  Hinkley Point C-2, UK

Bouwstart

- December 2009
- April 2010
- Augustus 2005
- December 2007
- December 2018
- December 2019

Inbedrijfname

- December 2018
- September 2019
- Juli 2022
- Gepland 2024
- Gepland 2026
- Gepland 2027

De toekomst - Geplande EPR's en de EPR2

Deskundigen van verschillende bedrijven werken sinds 2011 samen met EDF aan de ontwikkeling van een nieuwe EPR: de EPR2.

EPR2 zal een geoptimaliseerde versie van de huidige EPR zijn.

De nieuwe versie zal profiteren van state-of-the-art processen en productietechnologieën.

Prefabricage van onderdelen maakt een snelle installatie ter plaatse mogelijk.

Het doel is de bouwtijd en fabricagekosten aanzienlijk te verminderen.

PROJECTEN



EDF heeft een voorlopige offerte gemaakt voor de bouw van 4-6 EPR's in Polen op 2-3 verschillende locaties.



De Franse president Emmanuel Macron heeft aangekondigd 6 nieuwe EPR2's te willen bouwen met de mogelijkheid van nog eens 8 die later volgen.



India heeft een 'in principe' toestemming gegeven voor de bouw van zes EPR's op de Jaitapur-locatie.

Boekbespreking

De Eindeloze Wereld

Jean-Marc Jancovici en
Christophe Blain



Neem een wetenschapper met een fascinatie voor klimaatverandering en energie. Voeg daar een talentvolle striptekenaar aan toe en laat ze samen doen waar ze goed in zijn. Het resultaat is een schitterend, informatief en bij vlagen komisch stripboek over de energieconsumptie van de mens en de gevolgen voor ons en het klimaat: *De Eindeloze Wereld*. Hoewel de samenwerking tussen wetenschapper Jean-Marc Jancovici en striptekenaar Christophe Blain soms een ontluisterend beeld van onze samenleving schetsten, is het zeker niet zonder hoop. Het einde van de wereld is nog niet nabij (als het meezit).

Het klimaat verandert snel en tegelijkertijd neemt het energieverbruik alleen maar toe. Gealarmeerd door een bericht dat in Parijs rond 2050 de temperatuur tijdens een hittegolf tot 50 graden Celsius kan oplopen, gaat Blain op zoek naar antwoorden. Zijn broer verwijst hem naar Jean-Marc Jancovici, ingenieur en onder meer medeoprichter van CARBONE 4, een adviesbureau voor de uitfasering van fossiele brandstoffen en de ontwikkelaar van de CO₂-voetafdruk.

300 jaar geleden waren alle energiebronnen hernieuwbaar. In de afgelopen 200 jaar zijn we massaal overgeschakeld naar fossiele energie. Inmiddels zijn we er volledig van afhankelijk. De auteurs laten zien dat energie een maat is voor de

toestandsverandering van een systeem. Die verandering wordt groter naarmate we meer 'omvormers' ofwel machines gebruiken. Dat omvormen gebeurt grotendeels buiten ons gezichtsveld. Aan het tandenpoetsen gaan bijvoorbeeld grote processen vooraf om dat mogelijk te maken: chemische en zetmeelfabrieken voor je tandpasta, olieplatformen, raffinaderijen, stoomkrakers en extrusiepersen om je plastic tandenborstel te vormen.

200 slaven

Jancovici durft een knuppel in het hoenderhok te gooien door te stellen dat er geen groene energie bestaat. "Elke vorm van energie wordt vuil als je het op grote schaal gebruikt. Allemaal." Maar

wind en zon zijn dan toch tenminste gratis? Olie is ook gratis. "Niemand heeft ooit geld uitgegeven om ervoor te zorgen dat aardolie bestaat." Met de introductie van steenkool liep het houtgebruik terug, maar sinds die tijd is het gebruik van steenkool alleen maar toegenomen. De introductie van aardolie heeft dat niet veranderd en er is ook alleen maar meer bijgekomen. Dat geldt ook voor aardgas, kernenergie, waterkracht en hernieuwbare bronnen. Daarbij maken zon en wind maar 3,6% uit van het totaal en hebben zij, op hun beurt, niets vervangen aan fossiele brandstoffen. "Iedere aardbewoner verbruikt gemiddeld 22.000 kWh per jaar. Dat is alsof elke aardbewoner 200 slaven tot zijn beschikking heeft." Interessant zijn de gevolgen die het toenemende energieverbruik heeft op de ontwikkeling van nieuwe economische sectoren, vrije tijd en inkomen; hoe de digitalisering zorgt voor een CO₂-uitstoot die gelijk is aan die van alle vrachtwagens wereldwijd. De gevolgen voor het klimaat zijn desastreuus.

Nein danke

Hernieuwbare bronnen, al kunnen ze een bijdrage leveren, zijn niet de oplossing



**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.

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

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

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

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

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



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

E-mail: kernvisie@kernvisie.com