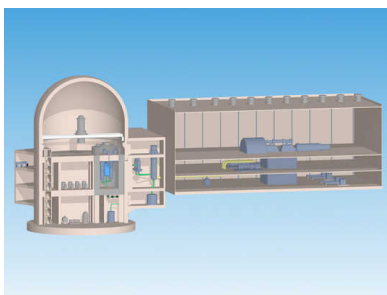
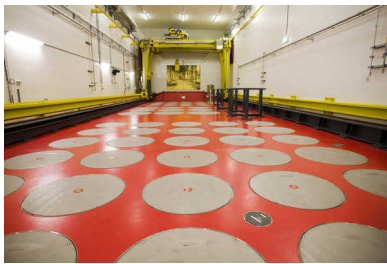


Groene stroom uit kernafval



De Amerikaanse Leslie Dewan heeft een kernreactor ontwikkeld die elektriciteit maakt uit het nucleaire afval van bestaande kerncentrales.

JOOST VAN KASTEREN

Volgens Leslie Dewan (29) 'vangen we twee vliegen in een klap' met de door haar en studiegenoot Mark Massie ontwikkelde kernreactor. "We leveren voldoende schone elektriciteit om in de komende driekwart eeuw in de wereldwijde behoefte te voorzien - inclusief de stijgende vraag in ontwikkelingslanden. En we maken het nucleaire afval grotendeels onschadelijk; het is veel minder en het blijft veel korter radioactief, ongeveer 400 jaar."

Met haar lange donkerblonde haar

en vriendelijke bruine ogen ziet Dewan eruit als het stereotype van the girl next door. Voor een bestuursvoorzitter is ze een tikkeltje verlegen, tot het over kernenergie gaat.

Een paar jaar geleden is ze afgestudeerd en gepromoveerd in nucleaire technologie aan het fameuze Massachusetts Institute of Technology (MIT). Sinds ze vier jaar geleden begon met haar bedrijf Transatomic Power is ze uitgeroepen tot een van de dertig belangrijkste personen onder de dertig door Time Magazine en zakenblad Fortune. Belangrijker nog is dat ze enkele miljoenen van investeerders heeft opgehaald en over een raad van advies kan beschikken, die bol staat van de klinkende namen op (kern)energiegebied.

"Van jongs af aan maak ik me al zorgen over milieu en klimaat", vertelt Dewan via Skype. "Vooral dat laatste is niet zo gebruikelijk hier in de VS. Laatst kreeg ik nog te horen dat ik wel de stomste persoon op aarde moet zijn om te geloven in klimaatverandering. Maar voor mij is het een belangrijke drijfveer. Dankzij een fantastische lerares ben ik naar MIT gegaan om natuurkunde te studeren, maar ik ben al snel omgeschakeld naar werktuigbouwkunde en later nucleaire technologie. Wat me daarin aantrekt, is dat je elektriciteit kunt produceren zonder uitstoot van CO₂."

Dewan zal niet ontkennen dat het maatschappelijk verzet tegen kernenergie groot is, ook in de VS. Dat verzet wordt gevoed door angst om de veiligheid van kerncentrales, na de ongelukken in Three Miles Island (1979), Tsjernobyl (1986) en Fukushima (2011). Daarnaast zijn er grote zorgen over de opslag van radioactief afval en over de verspreiding van kernwapens. Bovendien dreigen de kosten voor nieuwe kerncentrales lelijk uit de hand te lopen. In Finland bijvoorbeeld zijn de kosten en de

bouwtijd van de kerncentrale Olkiluoto de afgelopen jaren verdubbeld. Dewan: "Met ons reactorconcept kunnen we aan al die bezwaren tegemoet komen."

De reactor die Transatomic Power - op papier - heeft ontwikkeld, bouwt voort op de gesmolten zoutreactor, die al in de jaren zestig heeft gewerkt in de VS. Daarbij werden geen vaste uraniumpillen gebruikt - zoals gebruikelijk in kernreactoren - maar een oplossing van uraniumfluoride in vloeibaar zout. Bij de werktemperatuur van rond de 600 graden is de oplossing zo dun als water.

Hoewel de gesmolten zoutreactor technologisch gezien beter was, is hij nooit doorgebroken. Lichtwaterreactoren, zoals die in Borssele, waren verder uitontwikkeld toen de eerste energiecrisis uitbrak. Inmiddels echter is de gesmolten zoutreactor de laatste jaren aan een tweede leven begonnen, maar dan niet met uranium als brandstof maar thorium (zie kader).

Oud concept

Dewan heeft bedacht hoe ze het meer dan vijftig jaar oude concept kan gebruiken om nucleair afval te verstoken. Daar heeft ze wel een paar belangrijke aanpassingen voor moeten doen. "We gebruiken bijvoorbeeld een ander zout. Het voordeel is dat je daar bijna dertig keer meer uranium in kunt oplossen. Dat maakt het weer mogelijk om laagverrijkt uranium en radioactief afval te gebruiken. Mits voldoende verdund met gewoon uranium zouden we ook het nucleair materiaal uit kernwapens kunnen gebruiken."

Een andere aanpassing betreft de moderator, het materiaal dat de snelle neutronen die vrijkomen bij kernsplijting afremt tot een snelheid waarbij ze weer nieuwe splijtingsreacties veroorzaken. De oude gesmolten zoutreactor gebruikte grafiet, koolstof dus. "Wij

hebben gekozen voor waterstof in de vorm van zirkoniumhydraat. Dat remt de neutronen veel sneller af, waardoor je minder verlies hebt. Omdat je meer langzame neutronen overhoudt, kun je volstaan met een kleinere reactor."

De oorspronkelijke gesmolten zoutreactor had al een aantal kenmerken die hem veiliger maakte dan een lichtwaterreactor. Om te beginnen staat hij niet onder druk, zodat de kans op scheuren en het vrijkomen van radioactief materiaal, zoals bij Tsjernobyl, nihil is.

Een 'meltdown' is eveneens onmogelijk, omdat onderin de reactor een prop bevroren zout zit. Raakt de reactor oververhit, dan smelt de prop en stroomt de complete inhoud van de reactor in een grote opvangbak. Omdat de radioactieve stoffen chemisch gebonden zijn aan het stollende zout, komt er ook geen radioactiviteit vrij. Dewan: "Als het probleem is opgelost, warm je het zout weer op en pomp je het weer terug in de reactor."

De hogere concentratie opgelost uranium en het grotere aantal langzame neutronen zorgt voor een zeer efficiënte omzetting, waarbij vrijwel alle splijtstof wordt gebruikt. Dat heeft enerzijds als voordeel dat de reactor 20 tot 25 jaar kan blijven draaien zonder splijtstof te vervangen. Bij een gewone kerncentrale moet dat om de paar jaar gebeuren. Belangrijker nog misschien is dat er honderd keer minder radioactief afval wordt geproduceerd en dat wat er overblijft veel korter radioactief blijft: circa 400 jaar in plaats van 30.000 tot 40.000 jaar.

Dewan en haar collega's zijn nu vier jaar bezig met het ontwerp. Ze hoopt dat ze over zes jaar kunnen beginnen met de bouw van een prototype. Rond 2030 zouden er dan commerciële reactoren gebouwd kunnen worden. Die hoeven niet per se omvangrijk te zijn. Dewan: "We kunnen een reactor bouwen van 4 tot 8 megawatt - voldoende voor een afgelegen dorp - die past in twee

containers."

Ze verwacht dat de kosten per kilowattuur ongeveer gelijk of iets lager zullen zijn dan die van een kolencentrale, dat wil zeggen rond de vijf cent. Hoe hoog die kosten zijn, hangt niet alleen af van de technische hordes die nog overwonnen moeten worden, maar vooral ook van de regelgeving. Een belangrijke oorzaak van de enorme vertragingen en kostenstijgingen bij de bouw van nieuwe kerncentrales zijn de steeds strengere eisen van de overheid.

Dewan denkt dat haar reactor uiteindelijk ook door critici van kernenergie zal worden geaccepteerd. "Mensen realiseren zich dat de klimaatdoelstellingen niet haalbaar zijn zonder gebruik van kernenergie. Bovendien realiseert ook de milieubeweging zich dat die 300.000 ton kernafval niet vanzelf verdwijnt. Dan is onze reactor een aantrekkelijker alternatief dan tienduizenden jaren opslag."

Onzin

Peer de Rijk, woordvoerder van WISE (World Information Service on Energy) is daar nog niet zo zeker van: "Als je kernenergie wil inzetten tegen klimaatverandering moet je dat snel en massief doen en niet pas over twintig jaar. Het is 'too little, too late en waarschijnlijk too expensive'. Eigenlijk vertelt ze hetzelfde verhaal dat we elke vijftien jaar horen over een nieuwe generatie kernreactoren: heel goedkoop, inherent veilig, geen afvalprobleem en geen proliferatiegevaar. Zonder al te cynisch te willen zijn: Tot nu toe is dat altijd onzin gebleken."

De Centrale Opslag van Radioactief Afval in Nieuw-dorp bij Vlissingen, waar onder de grijze deksels het hoog radioactief afval van Nederlandse nucleaire reactoren voor honderd jaar verpakt in glas en beton opgeborgen ligt.

De reactor die Transatomic Power -

op papier - heeft ontwikkeld.

Ruim veertig jaar nadat de gesmolten zoutreactor van Alvin Weinberg in de mottenballen werd gelegd, ondervindt het concept hernieuwde belangstelling en dan vooral voor het gebruik van thorium in plaats van uranium. Thorium zou ruimer beschikbaar zijn dan uranium, terwijl je er veel minder van nodig hebt. Een ander voordeel is dat het weliswaar niet onmogelijk, maar wel zeer omslachtig en gevaarlijk is om er kernwapens van te maken.

"Vooral China zet zwaar in op het gebruik van thorium in gesmolten zoutreactoren", vertelt Jan Leen Kloosterman, hoogleraar reactorfysica aan de TU in Delft. "Onlangs nog is vanuit de hoogste kringen de opdracht gekomen om de ontwikkeltijd te verkorten van 25 naar 10 jaar. Of dat haalbaar is betwijfel ik, maar het laat wel zien hoeveel druk er op staat."

In de Verenigde Staten lijkt sprake van een voorzichtige renaissance, maar die moet vooral komen van een aantal relatief kleine en jonge bedrijven zoals dat van Leslie Dewan. Ook Europa telt enkele startende bedrijven die zich richten op gesmolten zoutreactoren, zoals het Britse Moltex en het Duitse Dual Fuel.

Anders dan in de VS staan investeerders hier echter niet in de rij om die bedrijven te steunen. "Ook de budgetten voor wetenschappelijk onderzoek zijn bescheiden", zegt Kloosterman. "Voor het nieuwe Europese onderzoeksprogramma Horizon 2020 hebben we met elf Europese partners een aanvraag ingediend, maar dan heb je het over enkele miljoenen en geen honderden miljoenen zoals in China."

Hernieuwde interesse in gesmolten zoutreactor