



De kerncentrale in Borssele (foto: EPZ)

Kleine kernreactoren mogelijk optie voor industrie

TRENDS IN KERNENERGIE

Aan de ene kant worden kerncentrales steeds groter, vertelt prof. dr. ir. Jan-Leen Kloosterman van het TU Delft Reactor Institute. Tegelijkertijd zijn er vele initiatieven die zich op (meerdere) kleine reactoren richten. Daarbij speelt het kip-ei-probleem een rol, meent hij.



Kernenergie staat weer volop in de spotlights, nu het nieuw te vormen kabinet in het Hoofdlijnenakkoord heeft vastgelegd dat het tenminste twee nieuwe kerncentrales wil bouwen. In een vorige maand door Deltalinqs gehouden masterclass werden bezoekers bijgepraat over de mogelijkheden - en onmogelijkheden - van kernenergie. “Jaren geleden wilde niemand iets van kernenergie weten, maar tegenwoordig is dat anders. Wij verwachten dat de elektriciteitsvraag in Rotterdam de komende jaren zal verviervoudigen. Voor bedrijven kan het vanwege netcongestie interessant zijn om na te denken over eigen elektriciteitsvoorziening”, zegt Simone van Tongeren, projectleider bij Deltalinqs Climate Program.

CONSTANTE STROOM

Wie vanuit de praktijk over kernenergie kan meepraten, is prof. dr. ir. Jan-Leen Kloosterman van het TU Delft Reactor Instituut. Dit instituut beheert een 2,3 MW kernreactor in Delft, dat voor het onderzoeken van straling wordt gebruikt. “De afgelopen tien jaar zijn wij er met behulp van waterstof in geslaagd om de straling af te remmen”, aldus Kloosterman over het programma. Hij legt uit dat kernenergie draait om kernsplijting: het wijzigen van een atoomkern waarbij grote hoeveelheden energie vrijkomen. “Er is maar één isotoop die splijtbaar is, en dat is uranium 235. Dit wordt voor het opwekken van kernenergie verrijkt. Na de splijting ontstaan er brokstukken, wat het kernsplijtingsafval is. Bij de splijting komen ook neutronen vrij,

die je voor een nieuwe kernsplijting kunt gebruiken. Zo ontstaat er een constante stroom.”

SPLIJTSTOFTABLETTEN

Uit één gram uranium kan net zoveel energie worden gewonnen als uit 2.500 liter olie of 3.000 kilo kolen, zet de professor uiteen. “Bij kernenergie levert dit een gram afval op, tegen elf ton CO² uit olie en kolen. In Delft gebruiken wij dagelijks twee gram uranium. Bij de energiecentrale in Borssele gaat er anderhalve kilo per dag doorheen. Wereldwijd is er nog voldoende uranium om honderdvijftig jaar mee vooruit te kunnen. Uranium kan ook uit zeewater worden gewonnen, want het lost er in op. Maar ik wil daarbij opmerken dat de techniek van nu niet finaal is. Er vindt een verschuiving plaats naar nieuwe soorten reactoren, waarvoor andere splijfstof kan worden gebruikt.” Hij laat op foto's zien hoe huidige splijstoftabletten worden gestapeld in staven, die samen een element vormen waarlangs water stroomt. Er worden twee soorten reactoren gebruikt: drukwaterreactoren en kokendwaterreactoren.

COMPLEXER

De kerncentrale in Borssele dateert uit 1973 en is dus ruim een halve eeuw in bedrijf, rekent Kloosterman voor. “Hij kan nog tien jaar mee. Op dit moment vinden er studies plaats om de levensduur nog verder te verlengen. Het kan zijn dat de kerncentrale misschien wel zeventig tot tachtig jaar in bedrijf zal zijn.” Over de hele linie zijn de huidige kerncentrales verouderd, stelt hij. Als een kerncentrale nu wordt gebouwd, zou dat voor

KERNFUSIE: ‘DE BEER IS LOS’

Kernfusie is een veelbelovende technologie, waarbij door twee atoomkernen samen te voegen grote hoeveelheden energie vrijkomt zonder dat er radioactief afval bij ontstaat. Prof. dr. Marco de Baar van onderzoeksinstituut DIFFER spreekt van een eindeloze bron van schone energie. In Zuid-Frankrijk wordt in een internationaal project gebouwd aan een kernfusiereactor, dat echter tegen verschillende problemen aanloopt. Zo is er nog geen oplossing gevonden voor de extreem hoge temperaturen van het plasma in de reactor waartegen materiaal bestand moet zijn. Ook moet maintenance gerobotiseerd worden uitgevoerd, waarvoor nog innovatie moet plaatsvinden. Maar de belangrijkste belemmering zijn de grote vertragingen die bij aan elkaar gekoppelde Europese projecten zijn ontstaan. Tegelijkertijd zijn er tientallen start-ups gericht op kernfusie wereldwijd, die voor miljarden aan kapitaal hebben vergaard. “Het gaat om innovatieve maar risicovolle projecten, waaraan overheden in onder meer de VS, China en het Verenigd Koninkrijk in publiek-private samenwerkingen deelnemen. Dit heeft veel geld losgemaakt waardoor je kunt stellen dat de beer los is. Ik ben ervan overtuigd dat de kernfusietechnologie gaat slagen, want alle problemen zijn oplosbaar”, verklaart De Baar.



“IN EUROPA HEBBEN WE TE LANG GEEN KERNCENTRALES GEBOUWD”

een termijn van zestig tot tachtig jaar zijn. “Dat betekent nogal wat. Bij oude centrales raakt de technologie verouderd en kan de levering van componenten een probleem vormen. Ook is het niet zo eenvoudig om nu een kerncentrale voor een zo lange termijn te bouwen, uit oogpunt van veiligheid.” Een belangrijke trend is dat nieuwe kerncentrales steeds groter worden, wel drie keer zo groot als de huidige centrale in Borssele. “Daardoor kunnen de overheadkosten worden verdeeld. Maar grotere kerncentrales brengen ook een grotere complexiteit met zich mee.”



De SMR-centrale van General Electric en Hitachi (foto: GE Vernova)

PLUSPUNTEN

“Een kerncentrale is gevoelig voor bouwtijd”, vervolgt Kloosterman. Hij rekent voor: circa 18 procent van de kosten van een kerncentrale bestaan uit overhead, 18 procent uit onderhoud, 18 procent uit splijtstof en de resterende kosten bestaan uit de financiering. “In Europa hebben we te lang geen kerncentrales gebouwd. Dat heeft lange bouwperiodes en vertragingen tot gevolg. Daar moeten we iets aan doen. We moeten de productieketen beter onder controle krijgen. Op deze manier kun je pas na ongeveer acht jaar gaan terugverdienen”, aldus Kloosterman. Een andere belangrijke ontwikkeling op het gebied van kernenergie is de opkomst van kleine modulaire reactoren (SMR, small modular reactors). Deze kunnen in een serie bij elkaar worden gezet waardoor een grote kernreactor ontstaat of verspreid in gebruik worden genomen, in bijvoorbeeld de industrie of voor het voortstuwende van schepen. “Het voordeel hiervan is de modulariteit, met lagere kosten tot gevolg. Ook kunnen standaardontwerpen en -regelgeving pluspunten bieden.”

VELE START-UPS

Wanneer kleine modulaire reactoren op een bedrijventerrein worden gebouwd, biedt dit gebruikers het voordeel dat leveringskosten van elektriciteit wegvallen. Maar voordat het zover is, zullen nog een aantal uitdagingen moeten worden overwonnen. Kloosterman: “Er is nog het kip-en-eiprobleem. Je moet in grote volumes bouwen om de efficiency te verhogen. Daarvoor heb je standaardisering nodig én klanten.” Dat neemt niet weg dat verschillende bedrijven, waaronder

gerenommeerde spelers als General Electric en Rolls Royce, SMR-concepten hebben ontwikkeld en deze aanbieden. Ook is de TU Delft betrokken bij het concept van de U-Battery, waarbij uit 0,5 millimeter kleine uraniumkorrels hogetemperatuurkernenergie wordt opgewekt, die volgens Kloosterman mogelijk valt toe te passen in de procesindustrie. Een andere trend in kernenergie die Kloosterman signaleert, zijn de vele start-ups die zich op gesmolten-zout-reactoren (MSR, molten salt reactors) richten. “In plaats van een vaste splijtstof wordt van vloeibare zout gebruik gemaakt. Thorium bijvoorbeeld, dat zelf niet splijt maar wel als het wordt omgezet in de splijtbare stof uranium 233. Dit is een van de beste splijtstoffen. Het voordeel van zout is dat dit na zuivering continu valt te gebruiken.”

CORROSIE

Hoewel de technologie dateert uit het midden van de vorige eeuw, valt er volgens Kloosterman nog het nodige werk te verrichten. “Er moet onderzoek worden verricht naar onder andere de zouteigenschappen. Ook is er het probleem van corrosie, waarvoor je de samenstelling van het zout onder controle moet krijgen. Het grote voordeel van MSR is dat het veel minder langlevend afval oplevert.” Wereldwijd is er meer dan voldoende thorium beschikbaar. Het is een bijproduct bij het winnen van uranium. Kloosterman vertelt dat thorium ook in het zand op Ameland zit. De concepten die zich op gesmolten-zout-reactoren richten, zijn soms simpeler van opzet en maken van splijtstoffen gebruik die minder duurzaam zijn, besluit Kloosterman.