

Kernenergie na Fukushima
De illusie van de wederopstanding van kernenergie
Herman Damveld
Groningen, 23 april 2011
hdamveld@xs4all.nl

De afgelopen jaren lezen we regelmatig dat kernenergie de toekomst heeft en na een moeilijke periode weer helemaal terug is: de nucleaire renaissance. De feitelijke situatie begin maart jl. was echter dat er geen wederopstanding van kernenergie is. De opleving van kernenergie is een illusie, een wensdroom van voorstanders van kernenergie. Het ongeluk met de Japanse kerncentrale Fukushima op 11 maart 2011 prikt deze wensdroom definitief door en betekent eerder een neer- dan een opgang van kernenergie. Het lijkt er op of alleen de Nederlandse regering het enige land is dat na Fukushima haast wil blijven maken met kernenergie¹. Kernenergie kent naast de opslag van het radioactief afval² verschillende problemen zoals de risico's van uraniumwinning^{3,4}, de beperkte voorraad uranium⁵, de onveiligheid van kerncentrales^{6,7}, ongelukken als met Tsjernobyl in 1986⁸ en Fukushima⁹, de hoge bouwkosten¹⁰ en de beperkte productiecapaciteit van de kernindustrie.¹¹ Kernenergie is niet broeikasgasvrij¹². Ook deelde Nikolaus von Bomhard, directeur van Munich Re, één van de grootste verzekeraars ter wereld, op 20 maart 2011 mee, dat kernenergie een niet te verzekeren risico is¹³.

Meer specifiek zijn er in Europa verschillende reactoren die geen tweede veiligheidsomhulling hebben en daarmee vatbaarder voor aanslagen: vier in Hongarije, vier in Slowakije en vier in Tsjechië. In Roemenië staan twee en in Slovenië één kerncentrale in een aardbevingsgevoelig gebied.¹⁴

Stel dat we aan deze problemen voorbijgaan, net doen of het ongeluk bij Fukushima niet is gebeurd en het Nucleaire Energie Agentschap (NEA) te Parijs volgen. Het NEA heeft een scenario bedacht voor een forse toename van het aantal kerncentrales¹⁵. Dat vergt op korte termijn een onwaarschijnlijke toename van de productiecapaciteit en van gekwalificeerd personeel. Tot 2050 moet elke twee weken begonnen worden met de bouw van een nieuwe kerncentrale. Het aandeel kernenergie in de totale energievoorziening neemt dan toe van 6% nu naar 15% in 2050. De rol van kernenergie blijft dus hoe dan ook beperkt.

Echter, hoe meer kerncentrales, hoe groter de kans op een kernsmelting. De kans dat er tot het jaar 2050 weer een kernsmelting gebeurt is 5%, kunnen we uitrekenen. En dat zal opnieuw een tegenslag voor de kernenergie betekenen. Of er dus vanaf nu elke twee weken begonnen zal worden met de bouw van een kerncentrale is zeer de vraag. Daarmee is de nucleaire wederopstanding een illusie.

Deel 1

Stand van zaken kernenergieplannen

*Herhaling kernenergiehype van 30 jaar geleden*¹⁶

Voorstanders van kernenergie voorspelden 30 jaar geleden ook al een rooskleurige toekomst voor de kernreactoren. Het Internationale Atoom Energie Agentschap (IAEA) te Wenen schatte in 1980 dat in 2010 tussen de 1.300.000 en 2.150.000 MW aan kerncentrales in bedrijf zou zijn in de landen buiten wat toen nog de Sovjet-Unie heette¹⁷. Die verwachting is niet uitgekomen. Kernenergie zorgt nu voor 14% van het elektriciteitsgebruik, dat is 5,9% van het totale wereldwijde energiegebruik¹⁸. Er zijn nu niet veel meer kerncentrales dan 22 jaar geleden. Eind 1988 waren er wereldwijd 429 kerncentrales in bedrijf, in januari 1998 waren het er 428; het aantal kerncentrales nam toe tot 444 in 2002, daalde naar 436 begin 2010 en steeg tot

440 met een vermogen van 377.000 MW in februari 2011.^{19 20 21 22} In maart 2011 werden vijf kerncentrales gesloten, zodat er nu 435 kerncentrales in bedrijf zijn²³. Dus maar een kwart van de verwachtingen van 1980 is uitgekomen.

Jarenlang is nauwelijks begonnen met de bouw van kerncentrales. Vanaf 2008 is er een stijging. In 2008 startte de bouw van 10, in 2009 van 11 en in 2010 van 12 kerncentrales; in totaal dus 33 kerncentrales, waarvan 23 in China, drie in Z-Korea, vijf in Rusland en twee in India^{24 25}. De voorstanders van kernenergie beschouwen dit als de nucleaire wederopstanding, waarin vooral Japan, China en India voorop lopen. Nadere analyse leert echter dat het twijfelachtig is of de nucleaire wederopstanding in China en India zo'n vaart zal lopen. Dat geldt ook voor Japan, de Verenigde Staten en Europa, zoals we hieronder aan zullen tonen. En die conclusie konden we al trekken voor het ongeluk in Fukushima plaats vond.

Japan importeert 80 procent van de energie die het land nodig heeft. De eerste kerncentrale kwam in 1966 in bedrijf. De overheid stelt al vanaf 1973 kernenergie centraal in het energiebeleid. De elektriciteit komt voor 30% uit kolen, 25% uit aardgas, 26% uit kernenergie, 11% uit olie en 8% uit waterkracht.

In februari 2011 waren er 54 kerncentrales in bedrijf met een vermogen van. 46.102 MW, twee (2756 MW) in aanbouw en 12 (16.532 MW) gepland.

Het ministerie van Economie, Handel en Industrie (METI) bracht in 2010 een elektriciteitsplan uit. Volgens dit plan neemt kernenergie toe met 12.940 MW in 2019. Het aandeel kernenergie in de elektriciteitsvoorziening stijgt dan naar 41%.²⁶ Of dit plan gehaald wordt is zeer de vraag.

Door het ongeval met de zes kerncentrales te Fukushima zijn er vier voorgoed onbruikbaar geworden en twee voorlopig niet beschikbaar^{27 28}. In totaal lagen er begin april 2011 maar liefst 14 kerncentrales dicht door het ongeluk en is de bouw van zes kerncentrales (bij Higashidori, Ohma en Shimane) gestopt of opgeschort voor minstens een jaar²⁹.

Ook is er maatschappelijk vele onrust, bijvoorbeeld omdat Tepco, de exploitant van de kerncentrales, om financiële redenen aarzelde zeewater te gebruiken voor de koeling, omdat zeewater de kerncentrales onbruikbaar zou maken en dus de waarde van de kerncentrales zou verminderen.³⁰ Analisten van Bank of America Merrill Lynch hebben op 31 maart een voorlopige berekening gemaakt van de schade van het ongeluk: 133 miljard dollar³¹ (94 miljard euro).

In **China** stelde de State Council Research Office (SCRO), een belangrijk adviesorgaan voor de regering, in januari 2011 dat het tempo voor de bouw van nieuwe kerncentrales gematigd moet worden. Er zijn nu 13 kerncentrales in bedrijf (10.000 MW) en 32 in aanbouw of met een bouwvergunning (34.000 MW). Met nog nieuwe kerncentrales erbij zou dat volgens de planning van vorig jaar zo'n 120.000 MW in 2020 moeten opleveren. De SCRO acht 100.000 MW in 2020 al heel ambitieus omdat er onvoldoende goed opgeleid personeel is voor het bedrijf van de kerncentrales. Ook laat de kwaliteit van de nucleaire onderdelen soms te wensen over omdat de veiligheidscultuur bij de leveranciers van componenten onvoldoende ontwikkeld is. Daarnaast is het overheidstoezicht op de veiligheid te beperkt. Er zijn in 2020 vier keer zoveel toezichthouders nodig als nu en het is de vraag waar die vandaan moeten komen. Tenslotte moet er veel geïnvesteerd worden in winning en verrijking van uranium en de opwerking van gebruikte splijtstof. Volgens de SCRO zijn hier "diepgaande hervormingen" nodig.³² Na het ongeluk in Fukushima kondigde ministerpresident Wen Jiabao aan de vergunningverlening voor nieuwe kerncentrales op te schorten totdat er verder onderzoek gedaan is naar de veiligheid van kernenergie³³.

Wei Zhaofeng, ondervoorzitter van de Chinese Raad voor Elektriciteit, (waar de grote elektriciteitsproducenten bij aangesloten zijn) heeft op 30 maart 2011 laten weten dat het plan

voor de uitbouw van kernenergie tegen 2020 wellicht teruggeschroefd wordt. Dat men het doel van 43.000 MW totale capaciteit voorzien tegen 2015 nog zou halen lijkt heel onwaarschijnlijk. Voor 2020 verwacht men nu maximum 80.000 MW. Kernenergie blijft hoe dan ook onder de 3% van de totale elektriciteitsproductie.³⁴

Kernenergie zorgt in **India** nu voor 2,5% van het elektriciteitsgebruik. Het gaat om 20 kerncentrales met in totaal een vermogen van 4385 MW. Daarnaast zijn er 5 kerncentrales (3650 MW) in aanbouw, nog eens 20 gepland tot 2025 en nog eens 20 als mogelijkheid genoemd tot 2032. In 2020 is dan 20.000 MW kernenergie in bedrijf, stijgend naar 63.000 MW in 2032.³⁵ Of deze plannen doorgaan is de vraag. Het Internationale Energie Agentschap (IEA) te Parijs analyseert dat eerdere doelen maar voor een kwart gehaald zijn. Het IEA noemt 17.000 MW in 2030 realistisch³⁶.

Recent is de bouw van kerncentrales bij Jaitapur in Maharashtra omstreden. In december 2010 werd een contract van 7 miljard euro getekend met het Franse Areva voor de bouw van twee EPR-centrales die in 2017-18 in bedrijf moeten komen³⁷. De kerncentrales worden gebouwd in een gebied dat gevoelig is voor aardbevingen³⁸. Bij heftige protesten tegen de bouw viel op 21 april een dode³⁹.

In de **Verenigde Staten** was het plan dat er in het jaar 2000 zo'n 1200 kerncentrales in bedrijf zouden zijn. Maar het zijn er nu 104. De Union of Concerned Scientists (UCS) heeft in februari 2011 het rapport "Nuclear Power: Still Not Viable Without Subsidies" uitgebracht. Daarin staat dat de overheid al 50 jaar lang allerlei omvangrijke subsidies verstrekt aan de kernindustrie. "Zonder die subsidies zouden de meeste van die 104 kerncentrales niet gebouwd zijn."⁴⁰

De regering-Obama heeft herhaaldelijk een miljardensteun voor de bouw van kerncentrales aangekondigd⁴¹. Volgens Ellen Vancko, manager van het Nuclear Energy and Climate Change Project van UCS, is dit geldverspilling. Dat blijkt ook uit het rapport "Updated Capital Cost Estimates for Electricity Generation Plants," van november 2010. Dit rapport is gemaakt in opdracht van de Amerikaanse overheidsinstantie Energy Information Agency (EIA). In dit rapport staat dat de bouwkosten van kerncentrales alleen al in het jaar 2010 met 37% gestegen zijn, die van gascentrales gelijk zijn gebleven en van zonne-energie met 25% gedaald zijn⁴².

De plannen voor de bouw van kerncentrales in de VS lopen aanzienlijke vertraging op om economische maar ook om technische redenen, bleek in september 2010. Terwijl het in 2008 nog leek of 22 nieuwe kerncentrales in bedrijf zouden komen tot 2020, gaat het nu om vier centrales, stelt het Nuclear Energy Institute (NEI), een samenwerkingsverband van de kernindustrie. De eerste bouwactiviteiten zijn begonnen voor twee AP-1000 kerncentrales elk bij Vogtle in Georgia en Summer in Zuid Carolina, die op z'n vroegst eind 2016 in bedrijf zullen komen. Volgens Marvin Fertle, directeur van het NEI, is de bouw van de overige centrales opgeschort totdat het economisch zinvol is om er over te beslissen.⁴³ Tennessee Valley Authority (TVA) stelde in maart 2011 extra kernenergievermogen van 1150 tot 5900 in bedrijf te willen nemen tot 2030, afhankelijk van de marktomstandigheden⁴⁴. Het kan dus ook maximaal één kerncentrale zijn.

De Nuclear Regulatory Commission (NRC) heeft begin maart 2011 de energiebedrijven Dominion en Luminant meegedeeld dat een oordeel over de vergunning voor kerncentrales bij North Anna en Comanche Peak een vertraging van 18 maanden oploopt. De leverancier, het Japanse Mitsubishi Heavy Industries (MHI) heeft namelijk wijzigingen aangebracht in het ontwerp. Op z'n vroegst in november 2013 kan er daarom een hoorzitting over de vergunningaanvraag worden gehouden.⁴⁵ The Old Dominion Electric Coöperatieve (ODEC) heeft zich in maart teruggetrokken uit the plan voor Nota Anna-3, ondanks haar aandeel in North Anna-1 en -2⁴⁶.

In 2007 vroegen de energiebedrijven Constellation Energy en het Franse EDF een vergunning aan voor de kerncentrale Calvert Cliffs-3. Dat was het eerste bouwplan in de VS in 30 jaar. Calvert Cliffs-3 werd het vlaggenschip voor de nucleaire renaissance in de VS genoemd. In oktober 2010 stapte het Constellation Energy uit de bouw van de kerncentrale Calvert Cliffs-3, waardoor EDF als enige partner overbleef.⁴⁷ EDF heeft begin maart 2011 de staat Maryland om financiële steun gevraagd, omdat de bouw van Calvert Cliffs-3 op dit moment niet winstgevend ("unprofitable") is⁴⁸. Na het ongeluk in Fukushima kondigde president Obama een grondige herziening van de veiligheid van de Amerikaanse kerncentrales aan⁴⁹. Senatoren als Joseph Lieberman willen echter de bouw van kerncentrales afremmen⁵⁰. De bouw van eenheden 3 en 4 van South Texas Project (STP) is op 19 april 2011 onwaarschijnlijk geworden, omdat een meerderheid van de aandeelhouders van NRG Energy heeft aangekondigd het bedrag van 481 miljoen dollar dat al geïnvesteerd is in het project, af te zullen schrijven.⁵¹ De Environmental Protection Agency (EPA) heeft op 30 maart 2011, tegen de zin van de kernindustrie in, bepaald dat de koelsystemen van 62 van de 104 bestaande kerncentrales aangepast moeten worden⁵². Dat gaat miljarden kosten. De nucleaire renaissance in de Verenigde Staten is nu niet dichterbij dan in 2007.

Nederland

Het Zeeuwse energiebedrijf Delta wil een tweede kerncentrale bouwen bij Borssele en vraagt daarvoor jaar een vergunning aan. Het Duitse bedrijf RWE wil op dezelfde plek een kerncentrale bouwen, bleek op 16 juli 2010⁵³. Verdere besluitvorming hangt af van de nieuwe regering. Energy Resources Holding (ERH) maakte op 7 september 2010 bekend te willen gaan investeren in een nieuwe kerncentrale, ook te bouwen in Borssele (de aandeelhouders van ERH zijn provincies (Noord-Brabant, Overijssel, Limburg, Groningen, Drenthe en Flevoland en een groot aantal gemeenten uit deze provincies en uit Friesland). Als Delta een nieuwe kerncentrale wil bouwen zal ze heel veel geld nodig hebben. Geld dat ze zelf niet op de plank heeft liggen. De vraag is dus; wie gaat z'n geld op het spel zetten, wie durft er te investeren in de nieuwe kerncentrale? Als je het Delta nu vraagt zegt ze nog niet te weten hoe ze het willen gaan regelen: "We vinden het nog te vroeg om over de business case te praten", zegt een woordvoerder in een artikel in *Energiegids.nl* van januari 2010.⁵⁴ Ad Louter de operationeel directeur van energiebedrijf Delta, stelt dat als er een vergunning is, de marktpartijen de kosten - tussen de 5 en 7 miljard euro - geheel ophoesten. 'Puur economisch gezien zit je met een kerncentrale hartstikke goed'.⁵⁵ Dat is een zonnige kijk op de feiten. De bouw van een tweede kerncentrale kost de overheid tot één miljard euro aan subsidie. Dat blijkt uit een rapport van adviesbureau Spring Associates dat Greenpeace in september 2010 uitbracht. Daarin staat ook dat nog nergens ter wereld een kerncentrale is gebouwd zónder enige vorm van financiële steun van de overheid.⁵⁶ Dat bevestigde Peter Terium, CEO van energiebedrijf Essent op 28 maart 2011: "De plannen voor een tweede kerncentrale zijn wel erg optimistisch. Bovendien is een kerncentrale bij de huidige stroomprijzen economisch niet haalbaar. Van planning tot start duurt tien jaar, dat betekent een hoge mate van politiek risico. De kans dat de huidige regeringscombinatie tien jaar stand houdt is klein. Ook een bank zegt: dat risico kan ik niet dragen. Daarom is er nog nooit een kerncentrale zonder overheidssteun gebouwd".⁵⁷ Minister Verhagen heeft de Tweede Kamer geschreven dat hij de ervaringen in Fukushima meeweegt bij de eisen waar nieuwe kerncentrales aan moeten voldoen⁵⁸. Volgens hem is er ondanks de crisis rondom de Japanse centrale Fukushima Dai'ichi geen reden om de plannen hiertoe uit te stellen⁵⁹.

In **België** is wettelijk vastgelegd dat de kerncentrales sluiten vanaf 2015. De vorige regering wilde dat veranderen, maar viel voortijdig. De komende regering zal besluiten over al dan niet langer openhouden van de kerncentrales⁶⁰.

Bulgarije is van plan om bij Belene twee kerncentrales van elk 1000 MW te bouwen. De opdracht is gegaan naar de Russische reactorbouwer Atomstroyexport, onderdeel van het staatsmonopolie Rosatom. Nadat RWE in 2009 zijn aandeel van 49% opgaf vanwege de financiële risico's staat het project op losse schroeven. In februari 2011 adviseerde de directeur van Atomstroyexport aan Rosatom in een memo uit het project te stappen. Voor Rusland is het project politiek belangrijk, omdat het de eerste nieuwe Russische reactor de EU zou zijn. De EU wil aan de andere kant niet dat Bulgarije te afhankelijk wordt van Rusland.⁶¹ Het ongeluk in Japan is voor de regering geen reden om het kernenergiebeleid aan te passen, verzekerde Energieminister Trajtscho Trajkow⁶².

In **Duitsland** besloot de regering in 2000 tot de "Ausstieg" uit de kernenergie. De huidige regering (CDU-CSU-FDP) wil dat herroepen en een uraniumbelasting invoeren, die de exploitanten van de kerncentrales jaarlijks 2,3 miljard euro gaat kosten.⁶³

De regering nam op 6 september 2010 een besluit over de levensduurverlenging van de 17 kerncentrales die in bedrijf zijn. Argumenten daarvoor staan in een op 30 augustus 2010 verschenen studie van het Energie-Economisch Instituut (EWI) te Keulen en het adviesbureau Prognos te Bazel. In het rapport wordt uitgegaan van een levensduurverlenging van vier tot 28 jaar. Hoe langer de centrales meegaan, hoe meer vervangingsinvesteringen nodig zijn om de veiligheid op peil te houden. Bij een levensduurverlenging van vier jaar gaat het om 6,2 miljard aan investeringen. Een verlenging met 28 jaar vraagt 49,8 miljard aan investeringen.⁶⁴ De Duitse milieuminister Norbert Röttgen, stelde bij de presentatie van het rapport dat het voor de elektriciteitsprijs en de uitstoot van CO₂ weinig uitmaakt hoe lang de kerncentrales in bedrijf blijven⁶⁵. De oudere kerncentrales mogen acht jaar langer en nieuwere 14 jaar langer in bedrijf blijven⁶⁶. De Duitse Eerste Kamer werd gepasseerd, onder protest van de oppositie⁶⁷. De deelstaten waar de SPD aan de macht is en de oppositiepartijen in de Bondsdag hebben op 28 februari 2011 bij het Bundesverfassungsgericht in Karlsruhe aangegeven dat ze willen dat de Eerste Kamer ten onrechte gepasseerd is en dat de Ausstieg gehandhaafd blijft.⁶⁸

Duitsland sluit als reactie op het ongeluk te Fukushima voor een periode van drie maanden alle zeven kerncentrales die voor 1980 in gebruik zijn genomen. De levensduurverlenging van de kerncentrales wordt ook voorlopig teruggedraaid. Dat heeft bondskanselier Angela Merkel op 15 maart 2011 bekendgemaakt. De kerncentrale Neckarwestheim 1 gaat definitief dicht.⁶⁹ Dat is een onverwachte ommekeer van het Duitse beleid⁷⁰, die mede bepaald was door de verkiezingen in twee deelstaten op 27 maart 2011. Maar in de deelstaat Baden-Württemberg heeft de CDU veel verloren en komt er een Groene minister-president. Stoppen met kernenergie was een overheersend thema in deze verkiezingen.⁷¹

Het gaat in Duitsland dus om het zo snel mogelijk stoppen van de bestaande kerncentrales. Nieuwbouwplannen zijn in Duitsland niet aan de orde.

De bouw in **Finland** van de EPR-kerncentrale (European Pressurizedwater Reactor) Olkiluoto-3 begon in 2005. De centrale had in 2009 in bedrijf moeten komen, maar dat wordt nu 2013⁷². Of dat lukt is de vraag, omdat de stoomgeneratoren pas eind januari 2011 geplaatst waren⁷³. De bouwer, het Franse Areva, leidt er een verlies op van 2,7 miljard euro, bleek in juni 2010⁷⁴. Op 3 maart 2011 deelde Areva mee dat het verlies nog eens 367 miljoen hoger uit valt⁷⁵. Daarmee komt het totale verlies voor Areva op 3 miljard euro.

Op 1 juli 2010 heeft het Finse parlement ermee ingestemd dat elektriciteitsbedrijven twee nieuwe kerncentrales mogen bouwen, als er een opslagplaats voor kernafval is⁷⁶.

Op 16 maart heeft Halonen, de president van Finland gezegd dat het ongeluk te Fukushima geen invloed heeft op de bouw van de reactor Olkiluoto-3⁷⁷.

Frankrijk bouwt een EPR centrale bij Flamanville, die volgens de aanvankelijke plannen in 2012 in bedrijf zou komen. In juli jl. bleek echter dat het 2014 wordt⁷⁸ en dat de kosten stijgen van 3,3 naar 5 miljard euro⁷⁹ ⁸⁰. Het ongeluk in Fukushima heeft geen directe invloed op de kernenergieplannen, deelde Sarkozy mee⁸¹. Milieugroepen willen echter een referendum over kernenergie⁸². Milieuminister Kosciuszko-Morizet voelt niets voor een referendum, maar kan zich wel voorstellen dat de levensduurverlenging van de oudste Franse kerncentrales, zoals die te Fessenheim, niet door gaat⁸³. Die kerncentrales zouden dan binnenkort moeten sluiten. Premier Francois Fillon heeft op 24 maart bepaald dat alle kerncentrales voor eind 2011 op de veiligheid onderzocht moeten zijn⁸⁴. De Franse toezichthouder op de veiligheid van kernenergie, ASN, sloot op 31 maart 2011 een bouwstop voor de EPR-centrale in aanbouw in Flamanville niet uit⁸⁵.

De Labour-regering van **Groot-Brittannië** heeft in 2008 plannen aangekondigd voor de bouw van zo'n tien kerncentrales waarvoor in de herfst van 2010 een bouwvergunning aangevraagd zou kunnen worden. Charles Hendry, de minister van Energie en Klimaat van de huidige Conservatieve-Liberale regering heeft op 13 juli 2010 laten weten, geen overheidssubsidie voor kernenergie beschikbaar te stellen⁸⁶. Daarop stelden de Duitse bedrijven RWE en E.ON dat ze voor de geplande bouw van kerncentrales in Engeland wel subsidie nodig hebben⁸⁷. De bouw van een EPR-centrale kost volgens Hendry 6 miljard Britse pond (7,3 miljard euro)⁸⁸. EDF Energy schat dat de kosten van twee reactoren te Hinkley Point in Somerset 9 miljard pond zal kosten. Dat is 2760 pond per kW. In 2008 noemde de regering nog 1250 pond per kW. Dat is een verdubbeling in twee jaar.⁸⁹

De toezichthouder, Health and Safety Executive, wil in juni 2011 een eindoordeel over de veiligheid van de geplande kerncentrales uitspreken, opdat kort daarop een bouwvergunning aangevraagd kan worden. Op 25 augustus 2010 bleek dat er midden dit jaar nog verschillende technische problemen bij de EPR en de AP-1000 onopgelost zullen zijn: de bouw zou dan kunnen beginnen, terwijl de leverancier nog werkt aan de resterende kwesties⁹⁰.

Na het ongeluk in Japan kondigde de toezichthouder aan minimaal drie maanden extra tijd nodig te hebben voor een eindoordeel over de veiligheid van de geplande kerncentrales⁹¹.

Maar het kan zijn dat de planning nog meer vertraging oploopt⁹².

De **Italiaanse** regering heeft op 10 juli 2009 besloten een eind te maken aan het verbod op de bouw van kerncentrales dat sinds 1987 bestond⁹³. Dat riep verzet op in verschillende regio's, dat nog niet opgelost is⁹⁴. Op 2 februari 2011 besloot het constitutionele hof in Italië dat een verzoek van parlementariër Antonio Di Pietro voor een referendum over de bouw van nieuwe centrales gehonoreerd moet worden. Dit referendum zal op 12 juni 2011 plaatsvinden.⁹⁵ Het ongeluk in Fukushima is voor Berlusconi geen reden om af te zien van kernenergie: de bouw moet in 2014 kunnen beginnen⁹⁶. Maar toch heeft de regering op 24 maart besloten tot een moratorium op de bouw van kerncentrales⁹⁷. The Italian government has put the country's rebooted nuclear program into a holding pattern, introducing an amendment van 19 april 2011 that will extend indefinitely a moratorium on the construction of new reactors⁹⁸.

Kroatië zou in dit decennium kunnen beslissen om op haar grondgebied een kerncentrale te bouwen samen met Hongarije, maar dat is onzeker.⁹⁹

In **Polen** werd begin jaren-90 het plan opgegeven om een kerncentrale te bouwen bij Zarnowiec. In januari 2010 besloot de regering echter de kernenergieplannen weer van stal te halen. Twee kerncentrales zouden in 2020 in bedrijf moeten komen en zorgen voor 15% van de stroom. De stroom komt nu voor 95% uit kolen. In augustus 2010 liet de regering weten dat de kerncentrales niet voor 2022 in bedrijf zullen komen. De opdracht tot de bouw moet nog gegeven worden.¹⁰⁰ In januari 2011 bleek dat de regering wil besparen op kernenergie uitgaven en dat de plannen vertraging op zullen lopen¹⁰¹. Toch begon het grootste elektriciteitsbedrijf van Polen, Polska Grupa Energetyczna, op 7 februari 2011 met de planning voor nieuwe kerncentrales, opdat in 2030 15% van de stroom uit kernenergie komt.¹⁰² Het ongeluk in Japan heeft geen invloed op de planning¹⁰³.

In **Roemenië** kwam de tweede kerncentrale in bedrijf in 2007 van de vijf reactoren die de voormalige dictator Ceaucescu gepland had. Het gaat om kerncentrales naar Canadees ontwerp, de Candu. In 2002 werd de planning bijgesteld van vijf naar vier kerncentrale. De nieuwe twee kerncentrales zouden in 2017 in bedrijf moeten komen.¹⁰⁴ In november 2010 stapte het Tsjechische elektriciteitsbedrijf CEZ uit het project. Eind januari 2011 volgden de elektriciteitsbedrijven GDF Suez, RWE en Iberdrola. Daardoor is de toekomst onzeker.^{105 106}

In **Rusland** is de nucleaire wederopstanding uitgesteld omdat de regering snijdt in het investeringsprogramma van Rosatom. Medio februari 2011 deelde de regering mee dat de komende vijf jaar de bouw van drie nieuwe kerncentrales kan beginnen. Terwijl de regering een aantal jaren geleden nog aannam dat er 22 nieuwe kerncentrales in bedrijf zouden komen tot 2020 met een vermogen van 18.500 MW¹⁰⁷, gaat het nu om 5200 MW, waarvan hooguit 2000 tot 3000 MW tot 2015 in bedrijf komt.¹⁰⁸

In maart 2011 deelde Rosatom mee een kerncentrale te willen bouwen in de enclave Kaliningrad en de stroom te willen exporteren naar Polen en Litouwen. De contracten voor de stroomlevering vanaf 2017 zijn al getekend.¹⁰⁹

In **Slovenië** zou volgens het aanvankelijke plan vorig jaar een besluit vallen over de bouw van een nieuwe kerncentrale. Maar dat is tot nu toe niet gebeurd.¹¹⁰

Slowakije voltooit de bouw van twee kerncentrales van elk 470 MW bij Mochovce. De centrales zouden binnen een jaar gereed moeten zijn. De bouw vindt echter plaats met ongeldige vergunningen¹¹¹. Dat maakt de afloop onzeker.

In **Spanje** had eenheid-2 van de Vandellos kerncentrale bij Tarragona (PWR, 1045 MW, in bedrijf vanaf 1988) op 26 juli 2010 moeten sluiten. De regering heeft echter op 21 juli 2010 ingestemd met een levensduurverlenging van tien jaar¹¹². In juni 2009 kreeg de kerncentrale te Almaraz (twee PWR's van elk 950 MW) ook al een levensduurverlening met tien jaar¹¹³. De kerncentrale Garona (BWR van 446 MW) mag nog tot 2013 in bedrijf blijven, besloot de Spaanse regering in juli 2009¹¹⁴. Op 17 februari 2011 heeft de regering echter bepaald dat kerncentrales langer dan 40 jaar in bedrijf mogen blijven.¹¹⁵ De bouw van nieuwe kerncentrales is niet voorzien. Wel hebben Westinghouse Electric en het Spaanse Endesa in maart 2011 een overeenkomst gesloten om informatie over de AP1000 uit te wisselen¹¹⁶. Op 21 maart heeft Miguel Sebastian, de minister van Industrie, bevestigd dat de kerncentrale Gorona in 2013 moet sluiten en dat de veiligheid van de bestaande centrales opnieuw bestudeerd wordt¹¹⁷.

In *Tsjechië* zei de directeur van de exploitant CEZ van de kerncentrale Temelin, Martin Roman, op 25 februari 2011 in het parlement dat de bouw van nieuwe kerncentrales zeer waarschijnlijk uitgesteld wordt tot 2025. De vraag naar elektriciteit valt namelijk lager uit dan verwacht.¹¹⁸

In *Turkije* waren er al in 1970 plannen voor de bouw van kerncentrales bij Akkuyu. De plannen ketsten herhaaldelijk af op de hoge kosten, recent nog in 2009.¹¹⁹ Rusland zorgde voor een oplossing. De Russische president Medvedev bood op 13 mei 2010 aan dat het Russische elektriciteitsbedrijf Rosatom de centrale zal laten bouwen en exploiteren. Daar stemde de Turkse regering mee in.¹²⁰ Daarop begon Rosatom in februari 2011 met voorbereidende werkzaamheden voor de bouw van twee kerncentrales van Russische makelij (VVER) met elk 1200 MW die vanaf 2018 in bedrijf moeten komen¹²¹. Ministerpresident Erdogan wuifde op 15 maart alle kritiek op kernenergie weg: Turkije moet volgens hem vast houden aan de planning¹²²

Het parlement van *Zweden* heeft op 17 juni 2010 met 174 tegen 172 stemmen besloten dat er nieuwe kerncentrales gebouwd mogen worden op de bestaande drie locaties. Ze mogen in bedrijf komen als bestaande centrales sluiten: dat is niet voor 2030. Alleen grote centrales van 1600 MW zijn toegestaan, zodat kleine centrales voor warmte-krachtkoppeling uitgesloten zijn.¹²³ Dat besluit blijft van kracht, deelde de regering op 14 maart 2011 mee, maar wel moet de veiligheid van de bestaande reactoren opnieuw bekeken worden¹²⁴.

In *Zwitserland* willen de energiebedrijven Alpiq, Axpo en BKW kerncentrales bouwen die in 2020 de bestaande centrales bij Beznau en Mühleberg vervangen, maar ook Atel heeft dergelijke plannen.¹²⁵ Verschillende regionale en lokale besturen en kantons hebben zich daar in februari 2011 over uitgesproken, waarbij de uitslag 50-50 was.¹²⁶ In de kantons Waadt en Jura is er op 15 mei 2011 een referendum¹²⁷. Of eventuele nieuwe kerncentrales in 2020 in bedrijf kunnen komen, is de vraag. De Zwitserse regering heeft op 14 maart 2011 besloten de behandeling van vergunningaanvragen voor nieuwe kerncentrales op te schorten, in afwachting van een analyse over de gevolgen van het ongeluk in Japan¹²⁸. Ook moeten de exploitanten van de bestaande kerncentrales aangeven of hun centrales bestand zijn tegen aardbevingen: daardoor is de toekomst van de kerncentrale Mühleberg onzeker geworden¹²⁹

Deel 2

Toekomstige kernenergieplannen

Grote wensenlijst

Het NEA heeft de Technology Roadmap Nuclear Energy uitgebracht¹³⁰. Eén van de hoofdauteurs van dit rapport, Martin Taylor, zegt hierover: “Het is een ambitieus plan. We kunnen in het algemeen stellen dat de wereldwijde productiecapaciteit om kerncentrales te bouwen tussen nu en het jaar 2020 zal moeten verdubbelen om de doelen in ons rapport te halen.” Het NEA verwacht dat kernenergie toe kan nemen tot 1.200.000 MW in 2050. Kernenergie zorgt dan voor 24% van de wereldwijde elektriciteitsopwekking, dat is 15% van het totale energiegebruik.

Taylor wijst erop dat “in de jaren-90 en ook de afgelopen tien jaar een aantal ondernemingen de nucleaire business min of meer hebben verlaten. Andere ondernemingen hebben hun capaciteit ingekrompen. Tegelijk steeg de gemiddelde leeftijd van het gekwalificeerde personeel. Velen zijn met pensioen gegaan of beginnen daar binnenkort aan. We concluderen daarom in onze roadmap dat beperking in de industriële capaciteit en in de beschikbaarheid van personeel een belemmering zal vormen voor de bouw van het aantal nieuwe kerncentrales. Dat geldt in ieder geval voor de komende jaren.”

Taylor verwijst naar het rapport, waarin staat dat de productie van de meeste reactorcomponenten binnen een paar jaar kan toenemen. Maar het wordt lastig voor de grootste componenten zoals het reactorvat. Japan Steel Works is nu de enige fabriek die reactorvaten uit één stuk kan gieten. Het duurt zeker vijf jaar om zo'n fabriek te bouwen en er zijn maar weinig firma's die over de benodigde technologie en financiering beschikken, concluderen de auteurs van de roadmap¹³¹. In Engeland was er een plan om een fabriek voor reactorvaten te bouwen. De Engelse regering heeft medio juni 2010 echter besloten om daar geen lening aan te verstrekken, zodat de bouw niet doorgaat¹³².

Nieuw, maar nog steeds een risico

De kerncentrales die tot 2050 worden gebouwd behoren tot een nieuwe generatie, die volgens Taylor "profiteren van de grote vooruitgang in de informatietechnologie van de afgelopen tientallen jaren en ook veel meer gebruik maken van standaardisatie en modulaire constructies, waardoor de reactoren veiliger zijn." Bij sommige ontwerpen wordt het bedrijf wordt geautomatiseerd, zodat bij een ongeluk de operators de eerste drie dagen niet in hoeden te grijpen. Belangrijke verbeteringen zijn daarnaast een veel sterkere omhulling en een lagere vermogensdichtheid van de reactorkern, waardoor een kernsmelting trager verloopt.

De Nederlandse regering stelde in 2008 in het Derde Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (SEV III) staat dat bij een ernstig ongeval binnen een straal van vijf kilometer met een snelle evacuatie rekening gehouden moet worden. Dit in tegenstelling tot SEV II waar een afstand van 20 kilometer genoemd werd voor evacuatie. Maar omdat de moderne kerncentrales veiliger zijn dan kerncentrales als bijvoorbeeld die te Borssele, noemt de regering nu vijf kilometer.

Het is de vraag of die nieuwe kerncentrales daadwerkelijk veiliger zijn. Dit laten we zien aan de hand van de European Pressurized Water Reactor (EPR), dat hét voorbeeld is van de nieuwe generatie kerncentrales. Over de EPR heeft het onderzoeksbureau Large and Associates in maart 2007 een rapport uitgebracht¹³³. Daarin staat dat bij een ernstig ongeval een gebied van 5600 vierkante kilometer geëvacueerd zou moeten worden. De ontwerper van de EPR, Areva, laat het bij een te evacueren gebied van 123 vierkante kilometer, omdat Areva ervan uit gaat dat allerlei – niet eerder toegepaste en daarom in de praktijk onbewezen – technische maatregelen, perfect zullen werken. Ook sluit Areva veel ernstige ongelukken die mogelijk zijn, van tevoren uit. In deze beperkte visie van Areva komen we uit op een afstand van meer dan vijf kilometer van de centrale dat geëvacueerd moet worden. Large and Associates komen op een te evacueren gebied tot op tientallen kilometers van de kerncentrale.

Daar komen nog principiële problemen in het ontwerp bij. Areva wil kerncentrales bouwen in de VS. De Amerikaanse overheidscommissie voor Nucleaire Regelgeving (NRC) heeft vragen bij het ontwerp van de EPR, bleek op 26 juli 2010. Het gaat vooral om het goed functioneren van de veiligheidssystemen. Ook moeten de veiligheidssystemen onafhankelijk van elkaar werken. En dat is nu niet het geval. Daarom wil Areva veranderingen aanbrengen in deze systemen zodat ze minder ingewikkeld worden en onafhankelijk van elkaar worden.¹³⁴ In maart 2011 zal Areva hiervoor concrete voorstellen doen^{135 136}. Maar of die veranderingen nog toegepast kunnen worden in de kerncentrales die Areva nu al bouwt in Finland en Frankrijk, is onduidelijk. Al met al is de EPR in grote economische en technische problemen gekomen¹³⁷

Er zijn ook vragen bij de veiligheid van de Amerikaanse reactor AP 1000 van Westinghouse. Bij een ongeval kan 1000 keer meer radioactiviteit vrijkomen dan toegestaan is, zei Arnold Gundersen, chief engineer at Fairewinds Associates op 10 januari 2011 bij de publicatie van een rapport over de AP 1000.¹³⁸

Met de nieuwe kerncentrales wordt een groot ongeluk dus niet uitgesloten, kunnen we concluderen. Daarmee blijft kernenergie een groot risico.

Elke twee weken een kerncentrale

Hoeveel kerncentrales moeten er vanaf nu jaarlijks gebouwd worden om 1.200.000 MW in 2050 te halen? Als we er van uit gaan dat alle kerncentrales die nu in bedrijf zijn, in 2050 gesloten zijn, dan moeten we jaarlijks gemiddeld 30 kerncentrales van 1000 MW bouwen; echter veel kerncentrales mogen 60 jaar in bedrijf blijven, zodat van de bestaande kerncentrales nog 60.000 MW draait in 2050, lezen we in de roadmap¹³⁹.

Een levensduur van 60 jaar berust niet op ervaring. Onderstaande figuur 1 is van het Internationale Atoom Energie Agentschap (IAEA). Daarin kunnen we lezen dat op dit moment de oudste kerncentrale ter wereld 44 jaar is. Gemiddeld zijn de kerncentrales nu zo'n 27 jaar oud. Of al die centrales 60 jaar halen is nog de vraag.

Verschillende nieuwe typen kerncentrales hebben een vermogen tussen 1200 en 1600 MW. Als we uitgaan van een levensduur van 60 jaar én van gemiddeld 1400 MW, dan moeten er 20 kerncentrales per jaar gebouwd worden en dat 40 jaar lang¹⁴⁰. Volgens Taylor "is dit haalbaar als de regeringen en de industrie elk hun steentjes bijdragen." Maar volgens verschillende studies die in 2009 zijn verschenen, zoals van Prognos AG¹⁴¹, het MIT¹⁴², een studie in opdracht van het Duitse ministerie van Milieu¹⁴³ en een studie van Henry Sokolsky in PolicyReview van augustus/september 2010¹⁴⁴, is dit niet realistisch. Daar komt nog bij dat de vroegere directeur van het Franse elektriciteitsbedrijf EDF, Francois Roussely, recent stelde dat zo'n grote reactor als de EPR te complex is en de vermogens van reactoren naar beneden zou moeten, willen ze op den duur overleven¹⁴⁵. Als we uitgaan van een vermogen van 1000 MW per kerncentrale, moeten er in het jaar 2050 wereldwijd 1200 kerncentrales in bedrijf zijn. Als die kerncentrales gemiddeld 40 jaar in bedrijf zijn én als de kans op een kernsmelting eens in de miljoen jaar per kerncentrale is, kunnen we uitrekenen dat de kans op een kernsmelting de komende 40 jaar 5% is. En dat zal opnieuw een tegenslag voor de kernenergie betekenen. Of er dus vanaf nu elke twee weken begonnen zal worden met de bouw van een kerncentrale is zeer de vraag. Daarmee is de nucleaire wederopstanding een illusie.

Kader 1

Belangrijkste nieuwe typen kerncentrales¹⁴⁶

AP-1000 van Westinghouse (VS) en Toshiba (Japan). Het is een drukwaterreactor van 1200 Megawatt (MW). China is recent begonnen met de bouw van drie AP-1000 centrales

Advanced Boiling Water Reactor (ABWR) van General Electric (VS), Hitachi (Japan) en Toshiba (Japan). Dit is een kokendwaterreactor met een vermogen van 1300 MW. Dit is het enige recente ontwerp dat al in bedrijf is: vier eenheden in Japan, terwijl er twee in aanbouw zijn in China.

Advanced Pressurized Water Reactor (APWR) van het Japanse Mitsubishi Heavy Industries (MHI) heeft een vermogen van 1700 MW. MHI hoopt twee van deze drukwaterreactoren in de VS te gaan bouwen.

APR-1400 is een drukwaterreactor van 1340 MW. Het gaat om technologie die oorspronkelijk van Westinghouse komt, maar door Zuid-Korea verder ontwikkeld is. Er zijn twee APR-1400-centrales in aanbouw in Zuid-Korea en er zijn twee gepland in de Verenigde Arabische Emiraten. Een aanbod voor een reactor voor Litauen werd na twee weken teruggetrokken.

Economic Simplified Boiling Water Reactor (ESBWR) 1550 Megawatt van General Electric (VS) en Hitachi (Japan). Er zijn geen orders geboekt, maar er bestaat in de VS belangstelling voor.

European Pressurizedwater Reactor (EPR) van AREVA, waarin de Franse overheid een meerderheidsbelang heeft. Het gaat om een centrale van 1600 MW, die nu in aanbouw is in Finland en Frankrijk.

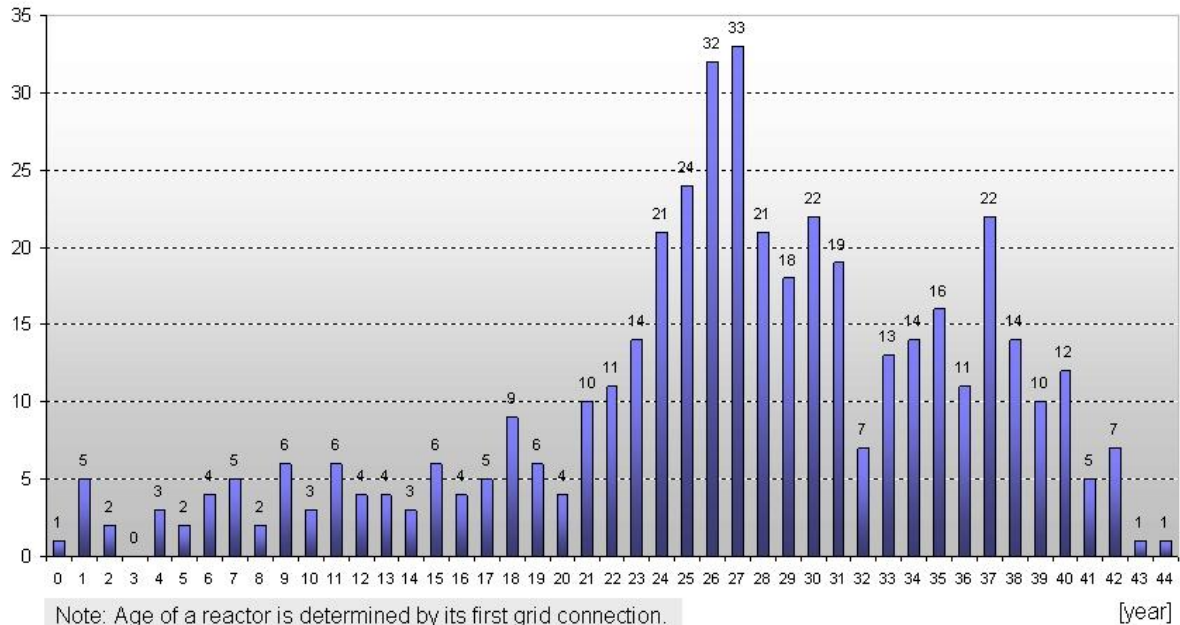
VVER-1200 is een drukwaterreactor van 1200 MW van de Russische staatsonderneming Rosatom. Er zijn vier kerncentrales in aanbouw in Rusland.

Er was de afgelopen tien jaar vaak sprake van kleine kerncentrales voor zowel stroom als warmte voor de industrie: de zogeheten bolletjesreactor (PBMR) die in Zuid-Afrika ontwikkeld is. Deze kleine kerncentrales zouden een geweldige toekomst wereldwijd tegemoet gaan, was het idee, juist omdat ze veel veiliger zouden zijn dan de bestaande reactoren. Echter, op 20 september 2010 viel het doek voor de PBMR, waar tot dan 1,3 miljard dollar voor was uitgegeven.¹⁴⁷

Het Amerikaanse bedrijf Westinghouse gaat een compacte kerncentrale ontwerpen die in z'n geheel in de fabriek gebouwd wordt. De Small Modular Reactor (SMR) is een geïntegreerde drukwaterreactor met een vermogen van 200 Megawatt, waarbij alle belangrijke onderdelen zich in het reactordrukvat bevinden. De SMR kan per trein naar de plaats van bestemming rijden en daar aangesloten worden. Het ontwerp is gebaseerd op de AP 1000 die nu in aanbouw is in China. Volgens Kate Jackson, hoofd Technologie van Westinghouse, zit alle in tientallen jaren verworven kennis in de SMR, die bij uitstek geschikt voor landen waar het elektriciteitsnet een centrale met meer dan 1000 Megawatt niet aan kan. Westinghouse wil voor de SMR een subsidiepot van 97 miljoen dollar gebruiken, die president Obama in februari 2011 heeft ingesteld voor de ontwikkeling van kleine kerncentrales.¹⁴⁸

FIGUUR 1

Number of Operating Reactors by Age



Bron: IAEA, PRIS, 2011

¹ Trouw, 22 april 2011.

² <http://groengroningen.nl/images/Kernenergie/kainbew.pdf>, februari 2011.

³ http://somo.nl/publications-en/Publication_3629/view?set_language=en, 1 maart 2011.

⁴ "Uranium Mining Issues: 2010 review", in: Nuclear Monitor, 21 januari 2011, No 722, p 2 – 8.

⁵ <http://groengroningen.nl/images/Kernenergie/kainbew.pdf>, februari 2011.

⁶ Zienswijze van 24 juni 2008 van de gezamenlijke Milieufederaties over Derde Structuurschema Elektriciteitsvoorziening.

⁷ The news remained discreetly buried in the depths of the site of the French Nuclear Safety Authority (ASN): Following recent studies, EDF has just "discovered" a disturbing "anomaly" standard on 34 of its reactors. In all reactors of 900 MW in case of major leakage from the primary circuit, the water injection safety circuit may be unable to prevent the meltdown of the reactor core, Press Release / Sortir du nucléaire / Our press release from 11/02/2011.

⁸ Voor een gedetailleerde bespreking zie: "Chernobyl; Chronology of a Disaster", in: Nuclear Monitor, Maart 2011, No. 724, p 1 -18.

⁹ Voor een gedetailleerde bespreking zie: <http://www.nirs.org/reactorwatch/accidents/Fukushimafactsheet.pdf> ; http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_the_Fukushima_nuclear_accidents.

¹⁰ WISE/NIRS, Nuclear Monitor, 28 augustus 2008, 25 september 2008, 17 september 2009 en 11 december 2009.

¹¹ Mycle Schneider et. al., "The World Nuclear Industry Status Report 2009", Commissioned by German Federal Ministry of Environment, Nature Conservation and Reactor Safety, Paris, August 2009.

¹² <http://www.tegenstroom.nl/node/958>

¹³ http://oekonews.at/index.php?mdoc_id=1057207, 20 maart 2011.

¹⁴ Nearly half Europe's nuclear reactors of particular concern, Greenpeace briefing - 21 maart 2011.

¹⁵ NEA, Technology Roadmap Nuclear Energy, Paris, http://www.iea.org/papers/2010/nuclear_roadmap.pdf, 16 June 2010.

¹⁶ FOXYARD / REUTERS, <http://www.forexyard.com/en/news/Nuclear-power-plans-in-Europe-2010-07-01T110127Z->

FACTBOX, 2 juli 2010.

¹⁷ IAEA, International Nuclear Fuel Cycle Evaluation, INFCE Working Group 1, "Fuel and Heavy Water Availability", Wenen, 1980, p. 3.

¹⁸ IAEA, "Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2030", 2008 Edition, Wenen, 11 september 2008, p. 35.

¹⁹ IAEA, "Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2005", Reference Data Series No. 1, juli 1989 Edition.

²⁰ Eind 1988 waren er wereldwijd 429 kerncentrales in bedrijf en 105 in aanbouw. Tussen 1987 en eind 1997 zijn wereldwijd 18 nieuwe kerncentrales in bedrijf gekomen. Het aantal kerncentrales bedroeg eind 1994 432, met een vermogen van 340 Gigawatt (GW; 1 GW=1000Megawatt (MW); 1 MW=1000 kiloWatt), eind 1995 437 (en 343 GW) eind 1996 442 (met 350 GW). In januari 1998 waren er 428 kerncentrales met een vermogen van 344 GW in bedrijf (en 30 kerncentrales in aanbouw). In januari 2010 ging het om 436 kerncentrales met een vermogen van 372 GW.

²¹ http://www.world-nuclear-news.org/NN_Two_up_two_down_0401101.html, 4 januari 2010.

²² <http://www.world-nuclear.org/info/inf01.html>, februari 2011.

²³ <http://www.contratom.de/2.0/index.php?mod=artikel&id=32653>, 15 maart 2011;

http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=DMF20110320_010, 20 maart 2011.

²⁴ NEA, Technology Roadmap Nuclear Energy, Paris, http://www.iea.org/papers/2010/nuclear_roadmap.pdf, 16 June 2010, p 19.

²⁵ World Nuclear News, 4 januari 2011.

²⁶ <http://world-nuclear.org/info/inf79.html>, februari 2011.

²⁷

http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/Japan_govt_spokesman_signals_Fukushima_plant_to_be_scrapped_999.html, 20 maart 2011.

²⁸ http://www.world-nuclear-news.org/C_Future_of_reactors_new_and_old_3003111.html?utm_source=World+Nuclear+News&utm_campaign=08ae03279e-WNN_Daily_30_March_20113_30_2011&utm_medium=email, 30 maart 2011.

²⁹ Areva, "Impact of Fukushima event on nuclear power sector Preliminary assessment", 25 maart 2011.

³⁰

<http://online.wsj.com/article/SB10001424052748704608504576207912642629904.html?mod=djemalertNEWS>, 19 maart 2011.

³¹ <http://www.reuters.com/article/2011/03/31/us-tepco-compensation-idUSTRE72U06920110331>, 31 maart 2011.

³² http://www.world-nuclear-news.org/NP_Maintain_nuclear_perspective_China_told_1101112.html, 11 januari 2011.

³³ [http://www.greenpeace-magazin.de/index.php?id=55&tx_ttnews\[pointer\]=2&tx_ttnews\[tt_news\]=103136&tx_ttnews\[backPid\]=54&cHash=de7368135c](http://www.greenpeace-magazin.de/index.php?id=55&tx_ttnews[pointer]=2&tx_ttnews[tt_news]=103136&tx_ttnews[backPid]=54&cHash=de7368135c), 17 maart 2011.

³⁴ <http://www.chinasquare.be/actueel-nieuws/beleid-actueel/japan-en-de-chinese-kerncentrales/>, 30 maart 2011.

³⁵ <http://www.world-nuclear.org/info/inf53.html>, februari 2011.

³⁶ Internationale Energie Agentschap, World Energy Outlook 2007, p 515 en 517.

³⁷ <http://www.world-nuclear.org/info/inf53.html>.

³⁸ <http://www.greenpeace.org/india/en/news/Indians-say-no-to-Nuclear-Reactors/>, 12 april 2011.

³⁹ http://www.world-nuclear-news.org/newsarticle.aspx?id=29911&utm_source=World+Nuclear+News&utm_campaign=7678f1a425-WNN_Daily_21_April_20114_21_2011&utm_medium=email, 21 april 2011.

⁴⁰ http://www.ucsusa.org/nuclear_power/nuclear_power_and_global_warming/nuclear-power-subsidies-report.html, 23 februari 2011.

⁴¹ World Nuclear News, 26 januari 2011.

⁴² http://www.powermag.com/nuclear/The-U-S-Power-Industry-2011-The-Sequel_3293_p4.html,

http://www.powermag.com/nuclear/The-U-S-Power-Industry-2011-The-Sequel_3293_p3.html, 1 januari 2011.

⁴³ World Nuclear News, 17 september 2010.

⁴⁴ http://www.world-nuclear-news.org/C-Nuclears_role_confirmed_in_TVA_plan-0703117.html, 7 maart 2011.

⁴⁵ http://www.world-nuclear-news.org/RS-Dominion_Luminant_COLA_reviews_extended-0803114.html?utm_source=World+Nuclear+News&utm_campaign=4ca0deacb7-WNN_Daily_8_March_20113_8_2011&utm_medium=email, 8 maart 2011.

⁴⁶

http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/Dominion_Virginia_Power_Unchanged_On_Potential_Nuclear_Expansion_999.html, 1 maart 2011.

⁴⁷ Nuclear Monitor, 29 oktober 2010, No 718, p 1 en 2.

⁴⁸ http://www.energycentral.com/functional/news/news_detail.cfm?did=19038375, 2 maart 2011.

⁴⁹ <http://www.contratom.de/2.0/index.php?mod=artikel&id=32740>, 17 maart 2011.

- ⁵⁰ http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/US_lawmakers_say_go_slow_on_nuclear_energy_999.html, 13 maart 2011.
- ⁵¹ http://www.world-nuclear-news.org/NN-NRG_withdraws_from_Texan_project-2004114.html?utm_source=World+Nuclear+News&utm_campaign=a88ec0d361-WNN_Daily_20_April_20114_20_2011&utm_medium=email, 20 april 2011.
- ⁵² http://www.world-nuclear-news.org/RS_Cooling_standard_could_hit_power_plants_3003114.html?utm_source=World+Nuclear+News&utm_campaign=08ae03279e-WNN_Daily_30_March_20113_30_2011&utm_medium=email, 30 maart 2011.
- ⁵³ <http://www.pzc.nl/regio/zeeland/6989898/RWE-wil-zelf-kerncentrale-bouwen.ece>, 16 juli 2010.
- ⁵⁴ <http://www.tegenstroom.nl/node/1053>, 26 januari 2011.
- ⁵⁵ <http://www.binnenlandsbestuur.nl/dans-rond-de-kerncentrale.630332.lynkx>, 14 januari 2011.
- ⁵⁶ <http://www.greenpeace.nl/news/een-miljard-euro-subsidie-nodig>, 28 september 2010.
- ⁵⁷ <http://www.depers.nl/economie/556782/Van-kolen-is-de-lol-wel-af.html>, 28 maart 2011.
- ⁵⁸ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/eleni/nieuws/2011/03/15/europese-unie-besluit-tot-stresstest-voor-kerncentrales.html>, 15 maart 2011.
- ⁵⁹ <http://www.nrc.nl/nieuws/2011/04/21/verhagen-zet-plan-voor-tweede-kerncentrale-borsele-door/>.
- ⁶⁰ http://www.groen.be/actualiteit/Persbericht-sluiting-oudste-kerncentrales-in--is-cruciale-sleutel-voor-duurzaam-energiebeleid_1589.aspx, 26 mei 2010.
- ⁶¹ <http://news.dnevnik.bg/?y=2011&m=2&d=8>, 9 februari 2011.
- ⁶² [http://www.greenpeace-magazin.de/index.php?id=55&tx_ttnews\[pointer\]=2&tx_ttnews\[tt_news\]=103135&tx_ttnews\[backPid\]=54&cHash=ec946fe8c6](http://www.greenpeace-magazin.de/index.php?id=55&tx_ttnews[pointer]=2&tx_ttnews[tt_news]=103135&tx_ttnews[backPid]=54&cHash=ec946fe8c6), 17 maart 2011.
- ⁶³ <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/0,1518,706801,00.html>, 16 juli 2010.
- ⁶⁴ http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energieszenarien_2010.pdf, p 5.
- ⁶⁵ <http://www.reuters.com/article/idUSTRE67T4HK20100830>, 30 augustus 2010.
- ⁶⁶ <http://www.heute.de/ZDFheute/inhalt/15/0.3672.8108015.00.html>, 6 september 2010.
- ⁶⁷ <http://de.news.yahoo.com/17/20100913/tbs-gruene-halten-atomvereinbarung-fuer-a2f75f3.html>, 13 september 2010.
- ⁶⁸ http://de.news.yahoo.com/2/20110228/tts-spd-gefuehrte-laender-klagen-gegen-l-c1b2fc3_1.html, 28 februari 2011. <http://www.n-tv.de/politik/Atom-Klage-erreicht-Karlsruhe-article2720596.html>, 28 februari 2011.
- ⁶⁹ <http://www.nu.nl/buitenland/2468615/duitsland-sluit-voorlopig-kerncentrales.html>, 15 maart 2011.
- ⁷⁰ <http://www.stern.de/politik/deutschland/parlamentsdebatte-zum-atom-moratorium-gabriel-faehrt-scharfe-attacke-gegen-merkel-1664615.html>, 17 maart 2011.
- ⁷¹ http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/German_nuclear_fears_trigger_Merkel_party_poll_debacle_999.html, 27 maart 2011.
- ⁷² AREVA press release, 7 februari 2011.
- ⁷³ Technisch Weekblad, 12 februari 2011, p 1.
- ⁷⁴ <http://af.reuters.com/article/idAFLDE65M2EJ20100623>;
- ⁷⁵ AREVA press release, AREVA 2010 Annual Results, 3 maart 2011.
- ⁷⁶ <http://www.world-nuclear-news.org/newsarticle.aspx?id=27978&terms=finnish%20nuclear%20program>;
- ⁷⁷ Areva, "Impact of Fukushima event on nuclear power sector Preliminary assessment", 25 maart 2011.
- ⁷⁸ <http://www.bloomberg.com/news/2010-07-06/edf-s-epr-reactor-at-flamanville-is-delayed-by-24-months-le-figaro-says.html>.
- ⁷⁹ <http://de.news.yahoo.com/2/20100729/tts-gewerkschaften-rechnen-mit-kostenexp-c1b2fc3.html>, 29 juli 2010.
- ⁸⁰ http://press.edf.com/fichiers/fckeditor/Commun/Presse/Communiqués/EDF/2010/cp_20100730_va.pdf, 30 juli 2010.
- ⁸¹ [http://www.greenpeace-magazin.de/index.php?id=55&tx_ttnews\[pointer\]=0&tx_ttnews\[tt_news\]=103163&tx_ttnews\[backPid\]=54&cHash=6ab0061fa1](http://www.greenpeace-magazin.de/index.php?id=55&tx_ttnews[pointer]=0&tx_ttnews[tt_news]=103163&tx_ttnews[backPid]=54&cHash=6ab0061fa1), 17 maart 2011; Die Zeit, Nr. 12, 17 maart 2011.
- ⁸² http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/Japan_crisis_could_slow_global_nuclear_development_IEA_999.html, 15 maart 2011.
- ⁸³ <http://www.spiegel.de/politik/ausland/0,1518,752120,00.html>, 20 maart 2011.
- ⁸⁴ http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/Fukushima_France_sets_check_of_reactors_by_year_end_999.html, 24 maart 2011.
- ⁸⁵ <http://de.news.yahoo.com/2/20110331/tts-franzoesische-atomaufsicht-schliesst-c1b2fc3.html>, 31 maart 2011.

- ⁸⁶ Charles Hendry, New Nuclear Power Stations- Westminster Hall UK Parliamentary debate, 13 July 2010, column 232WH.
- ⁸⁷ <http://www.taz.de/1/zukunft/umwelt/artikel/1/nicht-ohne-staatliche-hilfen/>, 20 juli 2010.
- ⁸⁸ <http://www.bloomberg.com/news/2010-08-25/edf-rwe-may-spend-9-3-billion-per-new-nuclear-plant-in-u-k-hendry-says.html>, 25 augustus 2010.
- ⁸⁹ <http://www.no2nuclearpower.org.uk/nuclearnews/NuClearNewsNo26.pdf>, 17 februari 2011.
- ⁹⁰ http://www.world-nuclear-news.org/RS_Time_getting_tight_for_UK_assessment_2508101.html, 25 augustus 2010.
- ⁹¹ <http://www.hse.gov.uk/nuclear/news/2011/mar-japan.htm>.
- ⁹² http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/Fears_for_British_nuclear_renaissance_after_Japan_crisis_999.html, 20 maart 2011.
- ⁹³ http://www.world-nuclear-news.org/NP_Italy_rejoins_the_nuclear_family_1007091.html, 10 juli 2009.
- ⁹⁴ <http://www.world-nuclear-news.org/newsarticle.aspx?id=27929&terms=italy%20nuclear>, 24 juni 2010.
- ⁹⁵ Platts nuclear newsflashes, 10 februari 2011
- ⁹⁶ http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/Italy_holds_firm_on_nuclear_despite_Japan_crisis_999.html, 16 maart 2011.
- ⁹⁷ http://www.world-nuclear-news.org/NP-Italy_announces_nuclear_moratorium-2403117.html, 24 maart 2011.
- ⁹⁸ http://www.world-nuclear-news.org/NP_Italian_government_puts_brakes_on_nuclear_vote_1904112.html?utm_source=World+Nuclear+News&utm_campaign=a88ec0d361-WNN_Daily_20_April_2011_20_2011&utm_medium=email, 20 april 2011.
- ⁹⁹ <http://www.euractiv.com/en/energy/east-europe-nuclear-plants-struggle-find-investors-news-501663>, januari 2011; http://www.novinite.com/view_news.php?id=124614, januari 2011.
- ¹⁰⁰ <http://www.platts.com/RSSFeedDetailedNews.aspx?xmlpath=RSSFeed/HeadlineNews/Nuclear/8906697.xml>, 13 augustus 2010.
- ¹⁰¹ <http://www.platts.com/RSSFeedDetailedNews/RSSFeed/ElectricPower/8416036>, 17 januari 2011.
- ¹⁰² <http://www.platts.com/RSSFeedDetailedNews/RSSFeed/ElectricPower/8507442>, 7 februari 2011.
- ¹⁰³ http://www.solidbau.at/home/artikel/Nach_dem_Erdbeben_in_Japan/Polen_halten_an_Einstieg_in_Atomenergie_fest/aid/5988?analytics_from=thema_single, 15 maart 2011.
- ¹⁰⁴ <http://www.world-nuclear.org/info/inf93.html>.
- ¹⁰⁵ Nuclear Monitor, 723, 25 februari 2011, p 6.
- ¹⁰⁶ <http://www.euractiv.com/en/energy/east-europe-nuclear-plants-struggle-find-investors-news-501663>, januari 2011; http://www.novinite.com/view_news.php?id=124614, januari 2011.
- ¹⁰⁷ Prognos AG, "Renaissance der Kernenergie?", Berlin/Basel, september 2009, p 97.
- ¹⁰⁸ http://www.bellona.org/articles/articles_2011/nukerenaissance_postponed, 21 februari 2011.
- ¹⁰⁹ http://www.world-nuclear-news.org/C_Import_agreement_Baltic_to_Lithuania_0803111.html, 8 maart 2011.
- ¹¹⁰ <http://www.euractiv.com/en/energy/east-europe-nuclear-plants-struggle-find-investors-news-501663>, januari 2011; http://www.novinite.com/view_news.php?id=124614, januari 2011.
- ¹¹¹ Nuclear Monitor, 723, 25 februari 2011, p 6.
- ¹¹² <http://www.world-nuclear-news.org/newsarticle.aspx?id=28100&terms=spain%20nuclear%20power>, 22 juli 2010.
- ¹¹³ http://www.world-nuclear-news.org/RS-Almaraz_gets_ten_more_years-0906104.html, 9 juni 2010.
- ¹¹⁴ http://www.world-nuclear-news.org/NP_Garona_gets_irresponsible_and_arbitrary_life_extension_0307091.html, 3 juli 2009.
- ¹¹⁵ http://www.world-nuclear-news.org/NP-No_limits_for_Spanish_reactors-1702117.html?jmid=22106&j=258863049&utm_source=JangoMail&utm_medium=Email&utm_campaign=WN+Daily%3A+No+limits+for+Spanish+reactors+%28258863049%29&utm_content=hdamveld%40xs4all%2Enl, 17 februari 2011.
- ¹¹⁶ http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/Westinghouse_And_Endesa_Sign_Agreement_On_API1000_Technology_999.html, 9 maart 2011.
- ¹¹⁷ Areva, "Impact of Fukushima event on nuclear power sector Preliminary assessment", 25 maart 2011.
- ¹¹⁸ <http://www.nachrichten.at/nachrichten/politik/landespolitik/art383,562157>, 25 februari 2011.
- ¹¹⁹ http://www.world-nuclear-news.org/NN_Turkey_abandons_nuclear_bid_0912091.html, 9 december 2009.
- ¹²⁰ http://www.world-nuclear-news.org/NN-Russian_plant_for_Turkeys_Akkuyu-1305107.html, 13 mei 2010.

- ¹²¹ http://www.world-nuclear-news.org/NN-Site_work_to_start_for_Turkish_plant-2502115.html, 25 februari 2011.
- ¹²² <http://www.hurriyetdailynews.com/n.php?n=turkish-press-scan-for-march-15-2011-03-15>.
- ¹²³ <http://www.world-nuclear-news.org/newsarticle.aspx?id=27904&terms=sweden%20nuclear>, 18 juni 2010.
- ¹²⁴ Areva, "Impact of Fukushima event on nuclear power sector Preliminary assessment", 25 maart 2011.
- ¹²⁵ <http://www.nachrichten.ch/detail/314275.htm>, 13 juli 2008;
- ¹²⁶ <http://www.energiestiftung.ch/aktuell/archive/2011/02/15/muehleberg-ii-umdenken-findet-statt.html>, 15 februari 2011. <http://nein-zu-neuen-akw.ch/?p=664>, 14 februari 2011.
- ¹²⁷ http://nein-zu-neuen-akw.ch/wp-content/uploads/2011/02/110214_Medienkommentar_ANNA_Stellungnahme_Neuenburg.pdf, 14 februari 2011.
- ¹²⁸ <http://www.uvek.admin.ch/dokumentation/00474/00492/index.html?lang=de&msg-id=38101>, 15 maart 2011.
- ¹²⁹ Neue Züricher Zeitung, 19 maart 2011.
- ¹³⁰ NEA, Technology Roadmap Nuclear Energy, Paris, http://www.iea.org/papers/2010/nuclear_roadmap.pdf, 16 June 2010.
- ¹³¹ NEA, Technology Roadmap Nuclear Energy, Paris, http://www.iea.org/papers/2010/nuclear_roadmap.pdf, 16 June 2010, p. 20.
- ¹³² <http://www.guardian.co.uk/politics/2010/jul/22/lobbying-axeing-sheffield-forgemasters-loan>, 22 juli 2010.
- ¹³³ Large and Associates, ASSESSMENTS OF THE RADIOLOGICAL CONSEQUENCES OF RELEASES FROM EXISTING AND PROPOSED EPR/PWR NUCLEAR POWER PLANTS IN FRANCE, maart 2007.
- ¹³⁴ World Nuclear News, http://www.world-nuclear-news.org/RS-EPR_design_NRC_not_happy_yet-2607107.html, 26 July 2010.
- ¹³⁵
- <http://www.platts.com/RSSFeedDetailedNews.aspx?xmlpath=RSSFeed/HeadlineNews/Nuclear/6252295.xml>, 3 augustus 2010.
- ¹³⁶ <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/news/2010/10-130.html>.
- ¹³⁷ "The EPR in Crisis", in: Nuclear Monitor, 12 november 2010, No 719/720, p 1 tot 17.
- ¹³⁸
- http://www.ncwarn.org/?p=2729&utm_source=BenchmarkEmail&utm_campaign=Merger_reactor_flaw&utm_medium=email; http://www.fairewinds.com/sites/default/files/Fairewinds_AP1000_Supplemental_Report_12-21-2010.pdf, 10 januari 2011.
- ¹³⁹ NEA, Technology Roadmap Nuclear Energy, Paris, http://www.iea.org/papers/2010/nuclear_roadmap.pdf, 16 June 2010, p. 17.
- ¹⁴⁰ NEA, Technology Roadmap Nuclear Energy, Paris, http://www.iea.org/papers/2010/nuclear_roadmap.pdf, 16 June 2010, p. 17.
- ¹⁴¹ Matthias Deutsch, et al., „Renaissance der Kernenergie? Analyse der Bedingungen für den weltweiten Ausbau der Kernenergie gemäß den Plänen der Nuklearindustrie und den verschiedenen Szenarien der Nuklearenergieagentur der OECD“, Berlin/Basel, September 2009.
- ¹⁴² JOHN M. DEUTCH et al., "Update of the MIT 2003 Future of Nuclear Power Study, 2009."
- ¹⁴³ Mycle Schneider et. al., "The World Nuclear Industry Status Report 2009 ,With Particular Emphasis on Economic Issues", Paris, August 2009.
- ¹⁴⁴ http://www.npolicy.org/files/20100805-The_High_And_Hidden_Costs_of_Nuclear_Power.pdf, augustus/september 2010.
- ¹⁴⁵ A recently issued report, former EdF chief Francois Roussely urged an overhaul of EdF and Areva to deal with a variety of problems. The report states: "The credibility of both the EPR model and the ability of the French nuclear industry for success in new construction have been seriously undermined by the difficulties encountered on the Olkiluoto site in Finland and at Flamanville [in France]." The complexity of the EPR model "including the level of power, the core catcher and the redundancy of safety systems is certainly a handicap for its implementation and therefore its cost. These factors explain in part the difficulties encountered in Finland and at Flamanville." Roussely went even further in the report by indicating that reactors will need to be smaller than the EPR for EdF to succeed in the long run. (For more on the Roussely report, see http://www.world-nuclear-news.org/C_France_considers_its_position_2807101.html.)
- ¹⁴⁶ NEA, Technology Roadmap Nuclear Energy, Paris, 16 June 2010; http://www.iea.org/papers/2010/nuclear_roadmap.pdf.
- ¹⁴⁷ World Nuclear News, 20 september 2010.
- ¹⁴⁸ <http://www.world-nuclear-news.org/newsarticle.aspx?id=29466&terms=smr>, 18 februari 2011.