



**Verlengde opening  
Borssele: risico's en  
kosten**

*Profundo*

economisch onderzoek / economic research

# **Verlengde opening Borssele: risico's en kosten**

**Een onderzoeksrapport voor  
Greenpeace Nederland**

**Jan Willem van Gelder (Profundo)  
met medewerking van Peer de Rijk (WISE)**

**Eindversie: 26 april 2005**

**Profundo  
Van Duurenlaan 9  
1901 KX Castricum  
Tel: 0251-658385  
Fax: 0251-658386  
E-mail: [vangelder@profundo.nl](mailto:vangelder@profundo.nl)  
Website : [www.profundo.nl](http://www.profundo.nl)**

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b> .....	<b>i</b>
<b>Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>Hoofdstuk 1 De risico's van verlengde opening</b> .....	<b>3</b>
1.1 Inleiding .....	3
1.2 Korte beschrijving kerncentrale Borssele .....	3
1.3 Risico's van veroudering en levensduurverlenging .....	4
1.4 Het gat in het reactorvatdeksel van Davis-Besse .....	6
1.5 Veiligheidsproblemen met oude PWR-kerncentrales .....	7
1.6 Veiligheid van de kerncentrale in Borssele .....	11
<b>Hoofdstuk 2 De kosten en opbrengsten van verlengde opening</b> .....	<b>13</b>
2.1 Inleiding .....	13
2.2 Opbrengsten .....	14
2.3 Overzicht kosten .....	15
2.4 Afschrijvingskosten .....	16
2.5 Kosten opslag .....	18
2.5.1 Tariefstructuur COVRA .....	18
2.5.2 Kosten bij continuering opwerking .....	19
2.5.3 Kosten bij directe opslag .....	20
2.5.4 Kosten plutonium .....	21
2.6 Kosten eindberging .....	21
2.7 Kosten ontmanteling .....	24
2.8 Kosten beveiliging .....	26
2.9 Kosten aansprakelijkheid .....	26
2.10 Winstmarge .....	29
2.10.1 Inleiding .....	29
2.10.2 Business As Usual scenario .....	29
2.10.3 Fair Play scenario .....	31
2.11 Conclusie .....	34

## Samenvatting

Bij de vorming van het tweede kabinet-Balkenende in mei 2003 werd door de drie regeringspartijen vastgelegd dat de kerncentrale in Borssele eind 2013 zou moeten sluiten. In februari 2005 stelde staatssecretaris Van Geel (Milieu) dit voornemen echter weer ter discussie, omdat volgens hem het kabinet onvoldoende politieke en juridische middelen heeft om sluiting in 2013 af te dwingen. Aangezien eigenaar EPZ van zins is om de kerncentrale na 2013 nog een aanzienlijke periode in bedrijf te houden, zou de voorgenomen sluiting alleen te realiseren zijn door betaling van een afkoopsom "in de orde van grootte van enkele honderden miljoenen tot ruim een miljard euro".

De staatssecretaris heeft aangekondigd een notitie aan de Tweede Kamer te zullen sturen om zijn standpunt verder te onderbouwen. Vooruitlopend op deze notitie probeert dit rapport in opdracht van Greenpeace Nederland in kaart te brengen wat de risico's en maatschappelijke kosten van verlengde opening van Borssele (na 2013) zouden kunnen zijn. Bovendien wordt een onderbouwde schatting gemaakt van de hoogte van de afkoopsom die de overheid aan EPZ zou moeten betalen als de kerncentrale in 2013 wordt gesloten.

### Risico's van verlengde opening

In 2013 zal de kerncentrale Borssele veertig jaar in bedrijf zijn. Blijft de kerncentrale daarna nog in bedrijf, wordt ook in mondiaal opzicht onbekend terrein betreden. Op dit moment zijn de twee oudste kerncentrales in de wereld beiden pas veertig jaar in bedrijf. Hoe sterk de veiligheidsrisico's toenemen door kerncentrales meer dan veertig jaar in bedrijf te houden, valt daarom nu nog niet op basis van praktijkervaringen vast te stellen.

Een overzicht van de discussie in de vakliteratuur geeft echter wel redenen tot bezorgdheid. Veroudering van kerncentrales leidt onvermijdelijk tot slijtage van de toegepaste materialen en constructies, met name als gevolg van radioactieve straling, hoge temperaturen, mechanische belasting, corrosie en erosie. Veroudering kan enerzijds leiden tot een toename van het aantal kleinere incidenten in kerncentrales, zoals (kleine) lekkages, barsten, kortsluitingen, etc. Daarnaast kan het geleidelijke verouderingsproces leiden tot het brosser worden van de stalen wand van het reactorvat en de bekleding daaromheen, waardoor het reactorvat uiteindelijk zou kunnen barsten.

Meestal zijn verouderingsprocessen moeilijk op te sporen, omdat ze vaak op microscopisch niveau binnenin de materiaalstructuur ontstaan. Een betrouwbare risico-inschatting met behulp van computermodellen valt eveneens moeilijk te maken, omdat de mechanismen van veroudering nog niet (volledig) bekend zijn. Ook bestaan er geen eenduidige technische criteria op basis waarvan na inspecties besloten kan worden dat een reactor vanwege veiligheidsrisico's moet sluiten. Bovendien kosten tegenmaatregelen - preventief vervangen van onderdelen, het verminderen van de belasting of frequentere inspecties - veel geld. Binnen een geliberaliseerde elektriciteitsmarkt bestaat er een sterke druk om op dergelijke tegenmaatregelen te bezuinigen.

Ook een vergelijking met andere, oudere kerncentrales van het drukwaterreactor (PWR) type geeft reden tot bezorgdheid. Tot en met 1973 (het jaar dat Borssele operationeel werd) werden wereldwijd 33 PWR-centrales in bedrijf genomen. Van deze oude PWR-centrales zijn er inmiddels 12 gesloten en nog 21 in bedrijf. Uit een rondgang langs deze 33 PWR-centrales blijkt dat bij de gesloten centrales sluiting vaak noodzakelijk werd door toenemende veiligheidsrisico's terwijl bij de PWR-centrales die nog in bedrijf zijn regelmatig ernstige veiligheidsincidenten hebben plaatsgevonden. Om deze centrales in bedrijf te houden blijken regelmatig aanzienlijke investeringen noodzakelijk.

Een specifiek veiligheidsprobleem waar veel PWR-centrales mee te maken hebben (gehad) is corrosie van het reactorvatdeksel. Bij de Davis-Besse kerncentrale in de Verenigde Staten werd in februari 2002 geconstateerd dat er rond een van de tientallen regelstaven die uit het reactorvatdeksel steken, een flink gat was ontstaan in de bekleding van het reactorvat (10 bij 12,5 centimeter groot en 15 centimeter diep). Het gat was zo groot dat alleen de 5 millimeter dikke roestvrij stalen binnenbekleding van het reactorvat nog intact was. Door de hoge druk in het reactorvat was deze stalen wand zelfs bol komen te staan en bijna gebarsten, wat tot een ernstig kernongeluk zou hebben geleid.

Het gat in het reactorvatdeksel was veroorzaakt door de corrosieve werking van boorzuur, dat zich samen met koelwater op het reactorvatdeksel had afgezet. Boorzuur wordt toegevoegd aan het koelwater om de hoeveelheid splijtingen in de reactorkern te kunnen reguleren.

Gealarmeerd door de gebeurtenissen in de Davis-Besse centrale, hebben de eigenaars van tenminste 26 PWR-centrales in de Verenigde Staten inmiddels besloten tot vervanging van het reactorvatdeksel. Ook in andere landen gaan veel eigenaars van PWR-centrales over tot vervanging van het reactorvatdeksel.

Volgens de criteria van de Amerikaanse nucleaire toezichthouder NRC (Nuclear Regulatory Commission) behoort de kerncentrale Borssele tot de categorie *hoogverdachte* centrales. In het recente verleden zijn er in Borssele ook verschillende kleine incidenten met boorzuur gemeld. Toch heeft EPZ besloten om het reactorvatdeksel van de kerncentrale Borssele niet te vervangen, omdat het regelstavenmechanisme in Borssele anders is en omdat het reactorvatdeksel van een andere legering is gemaakt dan bij de Davis-Besse centrale. Deze keuze werd ondersteund door een onderzoek dat in februari 2003 door het Internationale Atoom Energie Agentschap (IAEA) werd ingesteld naar de veroudering van de kerncentrale Borssele, met name van het reactorvat. Volgens EPZ is hieruit gebleken dat het regelstavenmechanisme en het reactorvatdeksel in orde zijn.

In hoeverre nucleaire deskundigen in staat zijn om de mogelijke veiligheidsgevolgen van verouderingsprocessen adequaat te beoordelen, staat echter ter discussie. Het probleem dat boorzuurafzettingen bij het regelstavenmechanisme tot corrosie van het reactorvatdeksel van PWR-centrales kunnen leiden, was al sinds 1987 bekend in de nucleaire wereld. Pas toen in 2002 in de Davis-Besse centrale dit probleem tot een bijna-ongeluk leidde, werden er wereldwijd maatregelen genomen. Dit roept de vraag op of er andere verouderingsprocessen zijn die tot op heden als onbelangrijk worden beschouwd, maar die in de toekomst tot een (bijna-)ongeluk zouden kunnen leiden.

### **Maatschappelijke kosten van verlengde opening**

Als het huidige overheidsbeleid ten aanzien van kernenergie wordt voortgezet, komen veel van de maatschappelijke kosten van verlengde opening van de kerncentrale Borssele niet voor rekening van de exploitant (EPZ). Ten eerste komen sommige kosten en risico's gedeeltelijk voor rekening van de Nederlandse overheid, zoals de kosten van bewaking en beveiliging van de centrale en afvaltransporten en de kosten van een aansprakelijkheidsverzekering tegen de gevolgen van een kernongeluk. Terwijl andere maatschappelijke actoren in toenemende mate geacht worden zelf de met hun activiteiten samenhangende beveiligings- en verzekeringskosten te dragen, geldt dit uitgangspunt nog steeds niet voor de producenten van kernenergie.

Ten tweede mogen de exploitanten van kernenergie van de Nederlandse overheid bepaalde uitgaven naar de verre toekomst doorschuiven, waardoor deze uitgaven per definitie lager uitvallen. Dit geldt voor de kosten van een definitieve berging voor radioactief afval (uitgesteld tot 2130) en de kosten van ontmanteling van de kerncentrale (uitgesteld tot veertig jaar na beëindiging van de exploitatie). Toekomstige generaties worden daardoor geconfronteerd met onopgeloste problemen waarvoor mogelijk onvoldoende middelen zijn gereserveerd en met de onmogelijkheid om de locatie van de kerncentrale na beëindiging van de exploitatie een andere bestemming te geven.

Ten derde gunt de Nederlandse overheid de exploitanten van kernenergie een duidelijk kostenvoordeel door opwerking van gebruikte kernstaven in La Hague (Frankrijk) toe te staan. Dit ondanks het feit dat de door Nederland ondertekende *OSPAR Conventie* een inspanningsverplichting oplegt om te streven naar directe opslag in plaats van opwerking en ondanks het feit dat bij opwerking plutonium vrijkomt dat gebruikt kan worden voor nucleaire wapens.

Geconcludeerd kan daarom worden dat de Nederlandse overheid de producenten van kernenergie een voorkeursbehandeling geeft ten opzichte van andere producenten van energie en ten opzichte van andere maatschappelijke actoren.

De overheid beschikt echter over goede argumenten op het gebied van externe veiligheid, milieubescherming, ruimtelijk-economisch beleid, bevordering van eerlijke en transparante marktwerking in de energiesector en zorg voor toekomstige generaties om deze voorkeursbehandeling van kernenergie ongedaan te maken en de maatschappelijke kosten van kernenergie daadwerkelijk in rekening te brengen bij de kernenergieproducenten. Deze inhoudelijke argumenten worden verder ondersteund door druk vanuit Europa om aan verschillende onderdelen van de Nederlandse voorkeursbehandeling een eind te maken:

- in veel Europese landen (Finland, Duitsland, Italië, Litouwen, Slovenië en Spanje) is directe ontmanteling na sluiting van een kerncentrale al voorgeschreven, terwijl andere landen (België, Frankrijk, Groot-Brittannië en Zweden) hun keuze nog moeten bepalen;
- de Europese Commissie heeft in januari 2003 voorgesteld dat de lidstaten een eindberging van hun radioactief afval vóór 2018 gerealiseerd zouden moeten hebben. Inmiddels is een specifieke datum uit het EC-voorstel verwijderd maar het lijkt aannemelijk dat daarmee de discussie niet ten einde is;
- verschillende Europese landen (België, Duitsland, Spanje, Zweden en Zwitserland) zijn inmiddels gestopt met het opwerken van gebruikte brandstofstaven, onder meer vanwege de *OSPAR Conventie*. Een Europees verbod op opwerking of sluiting van de fabriek in La Hague lijkt op termijn niet onmogelijk.

Vanwege inhoudelijke argumenten en Europese druk is het goed mogelijk dat de Nederlandse overheid in de toekomst een einde maakt aan de voorkeursbehandeling van producenten van kernenergie ten opzichte van andere producenten van energie en ten opzichte van andere maatschappelijke actoren. In de eerste plaats worden dan alle maatschappelijke kosten (op het gebied van beveiliging en aansprakelijkheid) doorberekend aan de producenten van kernenergie. In de tweede plaats worden bestaande nationale en internationale regels (op het gebied van veiligheid en milieubescherming) onverkort gehandhaafd, ook als dit nadelige financiële consequenties heeft voor de producenten van kernenergie. En ten derde streeft dit beleid naar het creëren van een *level playing field* tussen verschillende energieproducenten, binnen Nederland en binnen Europa, onder meer door het volgen van het Europees beleid op het gebied van directe ontmanteling en opslag.

## Afkoopsom bij sluiting Borssele in 2013

De genoemde beleidsverandering zou ingrijpende gevolgen hebben voor de toekomstige winstgevendheid van de kerncentrale Borssele en daarmee ook voor de hoogte van de afkoopsom die EPZ bij sluiting van Borssele in 2013 zou kunnen bedingen. Om na te gaan wat de gevolgen zouden zijn van een mogelijke beleidsverandering, is het *Business As Usual* scenario (continuering van het huidige beleid) vergeleken met een denkbeeldig *Fair Play* scenario.

In beide scenario's wordt verondersteld dat de kerncentrale Borssele na 2013 nog 20 jaar in bedrijf blijft. Op basis van een studie van ECN en RIVM gaan we er vanuit dat de Nederlandse *baseload* elektriciteitsprijs zal fluctueren rond de € 0,04 per kWh tussen 2005 en 2011, en daarna geleidelijk zal stijgen naar € 0,05 per kWh in 2020. Na 2020 gaan we uit van een stijging met 1% per jaar.

In het *Fair Play* scenario worden de volgende beleidsveranderingen en ontwikkelingen verondersteld:

- Handhaving van bestaande veiligheidseisen maakt een extra investeringsprogramma van 30 tot 212 miljoen euro noodzakelijk tussen 2015 en 2017. Aangetekend moet hierbij worden dat de gekozen ondergrens (30 miljoen euro) wellicht veel te laag is om de veiligheid van de kerncentrale gedurende de komende 28 jaar te garanderen.
- Opwerking gebruikte brandstofstaven wordt verboden, waardoor de bouw van een directe opslagfaciliteit noodzakelijk wordt, plus de bouw van een eigen conditioneringsfaciliteit of een contract met een buitenlandse conditioneringsfaciliteit;
- Een faciliteit voor eindberging van het radioactief afval moet in 2050 gerealiseerd zijn;
- Ontmanteling van kerncentrales moet plaatsvinden direct na sluiting;
- Alle kosten voor bescherming van kerncentrales en afvaltransporten worden in rekening gebracht bij de exploitanten;
- Een marktconform tarief wordt in rekening gebracht bij de exploitanten voor het externe aansprakelijkheidsrisico dat nu door de overheid en de samenleving gedekt wordt.

Ter vergelijking is voor beide scenario's een berekening gemaakt van de netto contante waarde in 2013 van de geschatte winsten van de kerncentrale Borssele in de periode 2014-2033 (bij een discontovoet van 5%). Daarbij is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van openbare en controleerbare gegevens, maar waar die ontbraken zijn zo goed mogelijk onderbouwde aannames gemaakt. De werkelijke cijfers kunnen daar van afwijken, maar waarschijnlijk zullen die afwijkingen geen grote invloed hebben op de conclusie van de analyse:

- In het *Business As Usual* scenario zal de netto contante waarde in 2013 van de geschatte winsten van de kerncentrale Borssele in de periode 2014-2033 uitkomen op een bedrag van € 727 tot 902 miljoen.
- In het *Fair Play* scenario zal de netto contante waarde in 2013 van de geschatte winsten van de kerncentrale Borssele in de periode 2014-2033 uitkomen op een bedrag van min € 51 miljoen tot plus € 449 miljoen. (N.B. Deze bovengrens is sterk afhankelijk van de optimistische schatting dat de kerncentrale de komende 28 jaar slechts € 30 miljoen in veiligheid hoeft te investeren).

Wanneer er van wordt uitgegaan dat de kerncentrale na 2013 nog vijftien jaar in bedrijf blijft (in plaats van twintig), vallen de netto contante waardes in beide scenario's lager uit:

- In het *Business As Usual* scenario: € 604 tot 744 miljoen.
- In het *Fair Play* scenario: min € 122 miljoen tot plus € 363 miljoen.

De schatting van de netto contante waarde van de door de kerncentrale Borssele ná 2013 te behalen winsten zal richtinggevend zijn voor de afkoopsom die de overheid aan de exploitant van Borssele denkt te moeten betalen om sluiting in 2013 te realiseren. Uit de analyse in dit rapport blijkt dat de hoogte van deze afkoopsom sterk afhankelijk is van het te voeren overheidsbeleid ten aanzien van kernenergie.

Als de overheid vanwege inhoudelijke argumenten en/of druk vanuit Brussel de huidige voorkeursbehandeling voor de producenten van kernenergie ongedaan gaat maken, zal verlengde opening van de kerncentrale Borssele na 2013 niet of nauwelijks winstgevend blijken te zijn. De aan EPZ te betalen afkoopsom zal dan tot een relatief bescheiden bedrag, en mogelijk zelfs tot nul, gereduceerd worden. Een dergelijke beleidsverandering is zeker niet ondenkbeeldig en valt goed te beargumenteren. Het lijkt dan ook raadzaam om de hoogte van een eventuele afkoopsom mede te baseren op deze mogelijke beleidsverandering.



## Inleiding

De kerncentrale Borssele, die in 1973 in bedrijf werd genomen, kent een *ontwerplevensduur* van 40 jaar. Toch werd in 1994 door de Tweede Kamer besloten dat de kerncentrale al in 2003 zou moeten sluiten. Na de liberalisering van de energiemarkt eind jaren negentig oordeelde de rechtbank in Den Bosch in september 2002 echter dat de staat deze sluiting niet af kon dwingen tegen de wil van de eigenaar in. Eigenaar EPZ kondigde toen aan de kerncentrale Borssele in ieder geval tot 2013 in bedrijf te willen houden (tot het einde van de *ontwerplevensduur*), maar noemde toen “zelfs een langere bedrijfsvoering dan tot 2013 verantwoord, gelet op het hoge veiligheidsniveau en de uitstekende conditie van de kernenergiecentrale.”<sup>1</sup>

Bij de vorming van het tweede kabinet-Balkenende in mei 2003 werd door CDA, VVD en D66 vervolgens vastgelegd dat de kerncentrale in Borssele ultimo 2013 zou moeten sluiten.<sup>2</sup> In februari 2005 liet staatssecretaris Van Geel (Milieu) in een interview echter weten dat hij dit kabinetsvoornemen wil heroverwegen. “We moeten ons goed realiseren dat de sluiting honderden miljoenen of meer gaat kosten. Ik ben tot de overtuiging gekomen dat we heel veel geld gaan uitgeven terwijl er geen oplossing komt voor dominante en zeer weerbarstige dossiers zoals het klimaatbeleid en de maatregelen voor schone lucht. Bovendien hebben we nog geen idee waar het geld vandaan moet komen.”<sup>3</sup>

In een brief aan de Tweede Kamer schreef Van Geel enkele dagen later dat eigenaar EPZ weigert in te stemmen met sluiting van Borssele in 2013. De voorgenomen sluiting zou daarom volgens de staatssecretaris alleen te realiseren zijn door betaling van een afkoopsom aan EPZ, “in de orde van grootte van enkele honderden miljoenen tot ruim een miljard euro (prijsspeil 2013)”.<sup>4</sup> Van Geel baseert de noodzaak voor een afkoopsom op een advies van de landsadvocaat. Voor de hoogte van de afkoopsom gaat hij af op een rapport van onderzoeksinstelling ECN (Energieonderzoek Centrum Nederland). De staatssecretaris weigerde echter in te gaan op verzoeken uit de Tweede Kamer om de bewuste onderzoeksrapporten openbaar te maken omdat dat de positie van de Staat in gevaar zou kunnen brengen.<sup>5</sup>

Van Geel heeft de Tweede Kamer wel beloofd dat hij zijn standpunt binnenkort nader zal toelichten in een notitie over Borssele. Nadat de Kamer bleef aandringen op inzicht in de rapporten van de landsadvocaat en ECN, beloofde Van Geel dat hij na bespreking van zijn notitie in de Kamer zal overwegen in hoeverre openbaarmaking van de stukken alsnog mogelijk is.<sup>6</sup>

In reactie op de terughoudendheid van de staatssecretaris probeert dit rapport in opdracht van Greenpeace Nederland in kaart te brengen wat de risico's en maatschappelijke kosten van verlengde opening van Borssele (na 2013) zouden kunnen zijn. In Hoofdstuk 1 wordt ingegaan op de risico's die samenhangen met veroudering en levensduurverlenging van kerncentrales. Tevens wordt ingegaan op de veiligheidsproblemen die zijn opgetreden bij buitenlandse kerncentrales van hetzelfde type (PWR) en dezelfde leeftijd (32 jaar of meer) als de kerncentrale in Borssele.

Hoofdstuk 2 analyseert welk deel van de maatschappelijke kosten van verlengde opening van de kerncentrale Borssele voor rekening komen van de exploitant (EPZ). Aandacht wordt besteed aan de kosten van een veilige bedrijfsvoering, opslag, eindberging, ontmanteling, beveiliging en aansprakelijkheid.

Vervolgens wordt geanalyseerd welke invloed het huidige overheidsbeleid heeft op de hoogte van de afkoopsom die EPZ bij sluiting van Borssele in 2013 zou kunnen bedingen. Nagegaan wordt wat de gevolgen zouden zijn van de keuze voor een ander beleid, een beleid dat de productie van kernenergie niet langer bevoordeelt ten opzichte van andere economische en maatschappelijke activiteiten en alle externe kosten doorberekent aan de producenten van kernenergie.

De weigering van EPZ om antwoord te geven op de in het kader van dit onderzoek gestelde financiële vragen, heeft uiteraard de analyse in dit rapport niet vergemakkelijkt. Zoveel mogelijk is gebruik gemaakt van openbare en controleerbare gegevens, maar waar die ontbraken zijn zo goed mogelijk onderbouwde aannames gemaakt. De werkelijke cijfers kunnen daar van afwijken, maar waarschijnlijk zullen die afwijkingen geen grote invloed hebben op de conclusie van de analyse.

# Hoofdstuk 1 De risico's van verlengde opening

## 1.1 Inleiding

In 2013 zal de kerncentrale Borssele veertig jaar in bedrijf zijn. Blijft de kerncentrale daarna nog in bedrijf, wordt ook in mondiaal opzicht onbekend terrein betreden. Op dit moment zijn de twee oudste kerncentrales in de wereld beiden pas veertig jaar in bedrijf. Hoe sterk de risico's op kleinere en grote ongelukken toenemen door kerncentrales significant meer dan veertig jaar in bedrijf te houden, valt daarom nu nog niet op basis van praktijkervaringen vast te stellen.

Toch valt er uit een vergelijking met andere oudere kerncentrales wel iets te leren over de mogelijke risico's. Na een korte beschrijving van de kerncentrale Borssele in paragraaf 1.2 wordt in paragraaf 1.3 samengevat wat er in de vakliteratuur bekend is over de risico's van veroudering en levensduurverlenging van kerncentrales. Paragraaf 1.4 gaat nader in op het probleem van corrosie van het reactorvatdeksel van drukwaterreactoren, dat bij de Davis-Besse centrale in de Verenigde Staten bijna tot een ongeluk leidde.

Paragraaf 1.5 beschrijft welke kerncentrales van hetzelfde type (PWR) en dezelfde leeftijd (32 jaar of meer) als de kerncentrale in Borssele nog in bedrijf zijn en welke er inmiddels gesloten zijn. Met betrekking tot deze oudere, met Borssele vergelijkbare kerncentrales is informatie verzameld op het gebied van veiligheid, ongelukken, risico's en redenen voor sluiting.

In paragraaf 1.6 wordt tot slot specifiek ingegaan op de vraag hoe de exploitant van de kerncentrale Borssele, EPZ, heeft gereageerd op de veiligheidsproblemen die bij drukwaterreactoren elders werden gesignaleerd.

## 1.2 Korte beschrijving kerncentrale Borssele

De kerncentrale in Borssele heeft een productiecapaciteit van 450 MWe en is tussen 1969 en 1973 gebouwd door het Duitse bedrijf Siemens/KWU. De centrale is sinds juli 1973 in bedrijf en had een *ontwerplevensduur* van 40 jaar. Opdrachtgever en eigenaar van de kerncentrale was de Provinciale Zeeuwse Elektriciteitsproductiemaatschappij (PZEM).

In 1987 werd het beheer van de kerncentrale Borssele ondergebracht bij de Samenwerkende Elektriciteitsproductiebedrijven (Sep) in Arnhem. In 1990 werd het eigendom overgedragen aan de Electriciteits-Produktiemaatschappij Zuid-Nederland (EPZ), een joint-venture van de provinciale elektriciteitsdistributiebedrijven van Zeeland, Noord-Brabant en Limburg. EPZ, waarin verschillende elektriciteitscentrales in de drie zuidelijke provincies waren ingebracht, werd een van de vier partners in de Sep.

In januari 2001 werd de Sep ontbonden en kwam het beheer van de kerncentrale in handen van EPZ. In mei 2001 werden de Brabantse en Limburgse centrales afgesplitst en werd EPZ omgezet in een joint-venture van de Nederlandse energiebedrijven Essent (50%) en Delta Nutsbedrijven (50%). Naast de kerncentrale Borssele beheert EPZ ook de naast gelegen kolencentrale en een gasturbine-eenheid. Onlangs heeft EPZ ook vijf windturbines in gebruik genomen.<sup>7</sup>

De kerncentrale in Borssele is een *lichtwaterreactor*, dat wil zeggen dat gezuiverd water (H<sub>2</sub>O) gebruikt wordt voor het modereren en koelen van de kernreactor. Ongeveer 80% van de kerncentrales in de wereld behoort tot deze categorie, die verder onderverdeeld kan worden in twee types: *kokendwaterreactoren* (BWR) en *drukwaterreactoren* (PWR).

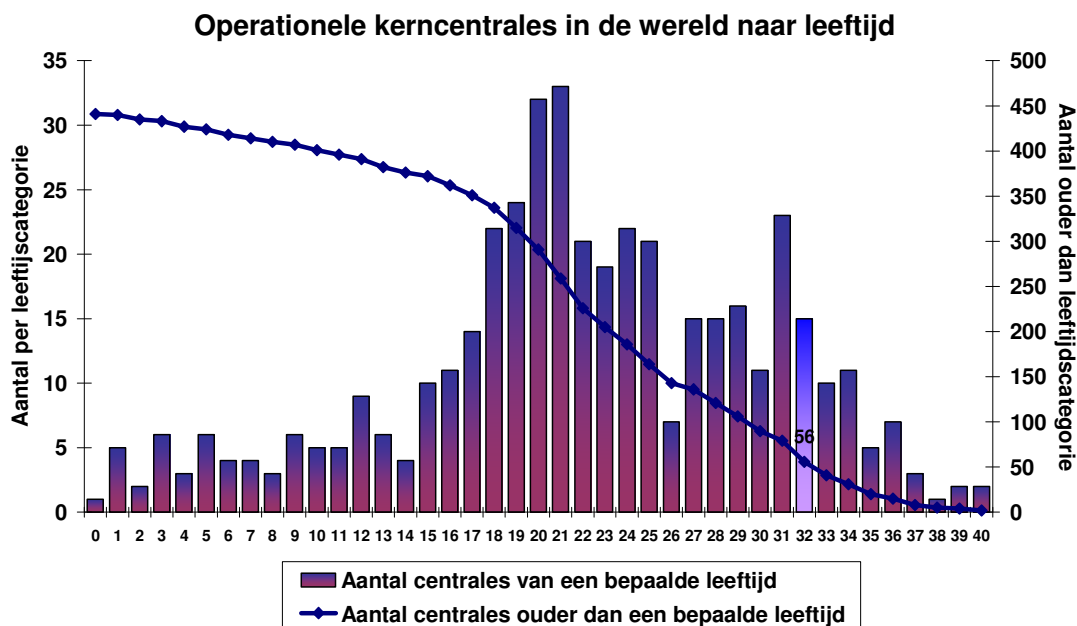
De centrale in Borssele is een *drukwaterreactor*, wat betekent dat de warmte uit de reactorkern door water afgevoerd wordt dat onder hoge druk (ongeveer 160 bar) staat. Daarbij wordt een temperatuur van circa 300 graden Celsius bereikt, maar koken in de reactorkern wordt vermeden. Het koelwater geeft zijn warmte af via een stoomketel aan het secundaire kringloopsysteem, waarmee een generator wordt aangedreven die elektriciteit opwekt.<sup>8</sup>

De reactorkern van de kerncentrale Borssele bevat 121 brandstofstaven met een lengte van ongeveer drie meter en een gewicht van ruim 500 kilo. Elke brandstofstaaf bevat 321 kilo uranium die 4% verrijkt is met splijtbaar uranium. Tegenwoordig worden jaarlijks ongeveer 30 brandstofstaven vervangen.<sup>9</sup>

EPZ is bezig met het opvoeren van de verrijktingsgraad van de gebruikte brandstofstaven van 4,0 naar 4,4%.<sup>10</sup> Verder denkt men in de loop van 2006 het vermogen van de centrale op te kunnen voeren met 30 MWe tot 480 MWe.<sup>11</sup>

### 1.3 Risico's van veroudering en levensduurverlenging

Figuur 1 geeft de leeftijdsverdeling van de operationele kerncentrales in de wereld weer. Er zijn op dit moment wereldwijd 441 kerncentrales in bedrijf. Daarvan zijn 56 centrales, net als de kerncentrale in Borssele, 32 jaar of ouder.<sup>12</sup>



**Figuur 1. Operationele kerncentrales in de wereld naar leeftijd**

Zoals blijkt uit Figuur 1 zijn er de laatste 15 jaar wereldwijd weinig nieuwe kerncentrales gebouwd. Veel factoren speelden daarbij een rol: angst voor nucleaire ongelukken, overcapaciteit in de elektriciteitsproductie, liberalisering van elektriciteitsmarkten, nucleaire proliferatie, terrorismedreiging en problemen met kernafval. Door deze verminderde bouwactiviteit is de gemiddelde leeftijd van kerncentrales wereldwijd gestegen naar 21 jaar.

Bij de bouw van de meeste kernreactoren ging men uit van een bedrijfsduur van 30 of 40 jaar. Nu veel kerncentrales deze leeftijd beginnen te naderen willen veel exploitanten hun kerncentrales langer laten draaien dan oorspronkelijk de bedoeling was. Voor hen is dit een aantrekkelijke optie, omdat de kosten voor bouw en ontmanteling van de centrale in principe zijn afgeschreven. Levensduurverlenging kan daarom op bedrijfsniveau heel winstgevend zijn.

Op sectorniveau vormt levensduurverlenging van bestaande centrales bovendien het belangrijkste antwoord op de dreigende drastische daling van het nucleaire productievermogen in de wereld. Het Internationaal Energie Agentschap (IEA) schreef hierover: "Wanneer het beleid ten opzichte van kernenergie niet verandert, is de levensduur van kerncentrales de belangrijkste bepalende factor voor de productie van kernenergie gedurende de komende tien jaar."<sup>13</sup>

Voor individuele exploitanten en voor de nucleaire sector als geheel biedt levensduurverlenging dus voordelen. Daar staan echter grotere verouderingsrisico's tegenover, blijkt uit een overzicht van de discussie in de vakliteratuur.<sup>14</sup>

Net als bij levende organismes en andere bouwwerken, gaat ook bij kerncentrales veroudering gepaard met slijtage: verslechterende materiaaleigenschappen door belasting van onderdelen. In kerncentrales worden verouderingsprocessen vooral veroorzaakt door radioactieve straling, hoge temperaturen, mechanische belasting, corrosie en erosie. Veroudering kan op twee manieren zichtbaar worden. Enerzijds zal het aantal kleinere incidenten in kerncentrales toenemen met de leeftijd van de reactor. Dit betekent meer (kleine) lekkages, barsten, kortsluitingen, etc. Daarnaast zal het geleidelijke verouderingsproces onderdelen in de reactor zodanig verzwakken, dat dit kan leiden tot ernstige gebreken. Het belangrijkste risico in een drukwaterreactor is het broser worden van de stalen wand van het reactorvat en de bekleding daaromheen. Dit proces verhoogt de kans op het barsten van het reactorvat, wat een ernstig kernongeluk tot gevolg zou hebben waarbij grote hoeveelheden radioactieve stoffen kunnen vrijkomen.<sup>15</sup>

Dat slijtage als gevolg van veroudering plaats vindt is niet omstreden. Maar meestal zijn verouderingsprocessen moeilijk op te sporen, omdat ze vaak op microscopisch niveau binnenin de materiaalstructuur ontstaan. Gevoelige onderdelen zijn bijvoorbeeld het reactordrukvat, onderdelen dichtbij de reactorkern, pijpleidingen en lassen. Meestal worden problemen pas zichtbaar wanneer onderdelen kapot gaan, bijvoorbeeld bij breuken in pijpleidingen.

Een betrouwbare risico-inschatting met behulp van computermodellen is eveneens moeilijk, omdat de mechanismen van veroudering nog niet (volledig) bekend zijn. Ook bestaan er geen eenduidige technische criteria op basis waarvan na inspecties besloten kan worden dat een reactor vanwege veiligheidsrisico's moet sluiten.

Verouderingsrisico's worden door de nucleaire industrie gebagatelliseerd, nucleaire deskundigen achten het verantwoord dat reactoren steeds langer openblijven. Toch neemt het gevaar van een nucleair ongeluk toe voor kerncentrales ouder dan 20 jaar.

Tegenmaatregelen - preventief vervangen van onderdelen, het verminderen van de belasting of frequentere inspecties - vergen echter veel geld. Binnen een geliberaliseerde elektriciteitsmarkt bestaat er een sterke druk om op dergelijke tegenmaatregelen te bezuinigen.<sup>16</sup>

## 1.4 Het gat in het reactorvatdeksel van Davis-Besse

Davis-Besse is een Amerikaanse kerncentrale in Oak Harbor (Ohio), in bedrijf sinds augustus 1977. De centrale is een drukwaterreactor (PWR), net als de kerncentrale in Borssele, en is eigendom van energiebedrijf FirstEnergy. Nadat de centrale in februari 2002 was stilgelegd voor de jaarlijkse splijtstofwisseling werden de 69 regelstaven, die uit het reactorvatdeksel steken, geïnspecteerd. Bij vijf regelstaven werden scheurtjes vastgesteld. Toen men begon met reparatiewerk stootte men per ongeluk tegen één van de regelstaven, die vervolgens schuin op het reactorvatdeksel kwam te staan.

Bij nader onderzoek werd toen pas ontdekt dat zich rondom de bevestiging van de regelstaaf in het reactorvatdeksel een groot gat bevond. Het gat was aan de oppervlakte 10 bij 12,5 centimeter groot en bleek tot 15 centimeter diep te zijn. Het gat was zo groot en diep dat alleen de 5 millimeter dikke roestvrij stalen binnenwand van het reactorvat nog intact was. Door de hoge druk in het reactorvat was deze stalen wand zelfs bol komen te staan en bijna gebarsten.

Als de wand van het reactorvat daadwerkelijk was gebarsten dan zou dit tot een groot ongeluk hebben geleid, omdat dan het koelwater uit de reactor zou zijn ontsnapt en de kernbrandstof had kunnen smelten. Naast het grote gat werden er op twee andere plaatsen kleinere aantastingen aan het reactorvatdeksel aangetroffen.<sup>17</sup>

Wat er in Davis-Besse gebeurde was het gevolg van een probleem dat al langer bekend was bij drukwaterreactoren: haarscheurtjes in het regelstavenmechanisme. In een drukwaterreactor worden de regelstaven van bovenaf in de reactorkern gebracht. Hiertoe zijn in het reactorvatdeksel enkele tientallen gaten aangebracht waarin de regelstaven zijn bevestigd. In elk gat is een aandrijfmechanisme vastgelast, een soort pijp of buis waardoor de regelstaven in de kern worden bewogen.

In deze regelstaafpijpen kunnen haarscheurtjes voorkomen. Dit werd in de Verenigde Staten al in 1987 in de Turkey Point-4 kerncentrale ontdekt. In 1991 volgde een soortgelijke ontdekking in de Franse Bugey-3 reactor, waarna bleek dat meerdere reactoren in de wereld met dit probleem te kampen hadden. Diverse landen hebben naar aanleiding van de bevindingen in Bugey-3 inspecties laten uitvoeren naar de regelstaven.<sup>18</sup>

De haarscheurtjes die in regelstavenmechanismen worden aangetroffen zitten óf in de wand van de regelstaafpijpen (*nozzles*) óf rond de plek waar de regelstaafpijpen in het reactorvatdeksel zijn vastgelast. De haarscheurtjes ontstaan door zogenaamde *stress corrosion cracking*, door een hoge belasting van die punten door heet water onder hoge druk. Met name de metaallegering *Alloy 600*, die in veel reactoren is gebruikt, is gevoelig voor stressbelasting. Bij reparaties en vervanging van regelstaafpijpen (of vervanging van het hele reactorvatdeksel) wordt tegenwoordig vaak de legering *Alloy 690* gebruikt, die beter bestand zou zijn tegen stresscorrosie.<sup>19</sup>

In het reactorvat zelf bevindt zich het koelwater waarin ook de chemische stof boorzuur zit. Boorzuur kan neutronen absorberen en is daardoor erg geschikt om de kernsplijtingsreacties te reguleren. Door het boorzuurgehalte in het koelwater te variëren kan men de hoeveelheid splijtingen in de reactorkern op peil houden.

Boorzuur is echter ook sterk corrosief. Als het uit het reactorvat ontsnapt en in contact komt met ijzer aan de buitenkant van het vat dan wordt dat aangetast, een soort versneld roesten. Dit is wat in Davis-Besse gebeurde. Omdat de regelstaafpijpen scheurtjes hadden kon er heel geleidelijk wat koelwater door de scheurtjes ontsnappen en bovenop het reactorvatdeksel terecht komen. Het boorzuur in dat water begon zich langzaam door het ijzer van het reactorvatdeksel heen te vreten. Uiteindelijk had dat proces zo lang geduurd dat er een groot gat in het deksel was ontstaan. Alleen de roestvrij stalen binnenbekleding werd niet aangetast omdat roestvrij staal bestand is tegen corrosie. Toch was de situatie zeer bedreigend omdat de roestvrij stalen binnenwand alleen niet stevig genoeg is om de druk in het reactorvat op te vangen.<sup>20</sup>

Overigens werd er al in 1998 boorzuur op het reactorvatdeksel van Davis-Besse gevonden en verwijderd. Maar vanwege de hoge straling boven het deksel werd dat toen slechts summier gedaan om de stralingsdosis voor werknemers beperkt te houden. Daarnaast bleek men destijds niet voldoende onder een isolatieplaat te hebben gekeken die bovenop het reactorvatdeksel ligt, waardoor sommige afzettingen van boorzuur onontdekt bleven.<sup>21</sup> Sinds augustus 2001 stond Davis-Besse op de lijst van de Amerikaanse Nuclear Regulatory Commission (NRC) met *hoogverdachte* reactoren, die mogelijk scheurtjes in hun regelstavenmechanisme zouden kunnen hebben. Hoewel het probleem dus al sinds 1991 bekend was uit Frankrijk duurde het tot 2001 voordat de NRC er serieus aandacht aan besteedde. Dit naar aanleiding van scheurtjes die in februari 2001 werden gevonden in een andere Amerikaanse kerncentrale, Oconee-3.<sup>22</sup>

Voor FirstEnergy, de eigenaar van Davis-Besse, had het gat in het reactorvatdeksel grote gevolgen. Behalve het reactorvatdeksel moesten uiteindelijk ook de regelkamer en tal van beveiligingsinstallaties worden vervangen, voor een totaalbedrag van US\$ 300 miljoen. Verder lag de centrale stil tot maart 2004, waardoor FirstEnergy voor een bedrag van \$ 300 miljoen elders stroom moest inkopen.<sup>23</sup> En tenslotte maakte de Nuclear Regulatory Commission (NRC) onlangs bekend dat het FirstEnergy een boete van US\$ 5,45 miljoen heeft opgelegd vanwege de gebrekkige controle op koelwaterlekkages in Davis-Besse.<sup>24</sup>

De gebeurtenissen in Davis-Besse, alsmede de verscherpte regelgeving van de NRC op dit gebied, hebben veel eigenaars van tenminste 26 andere PWR-centrales in de Verenigde Staten doen besluiten om de reactorvatdeksels van hun kerncentrales te vervangen.<sup>25</sup> Dit is geen eenvoudige operatie, vanwege de grote omvang van het reactorvatdeksel moet de koepel van de reactor worden opgebroken. Bovendien ligt de reactor langer stil (50 tot 150 dagen) dan bij de jaarlijkse splijtstofstafwisseling gebruikelijk is. De kosten lopen uiteen van US\$ 25 tot 45 miljoen per reactorvatdeksel (€ 19,5 tot 35 miljoen).<sup>26</sup>

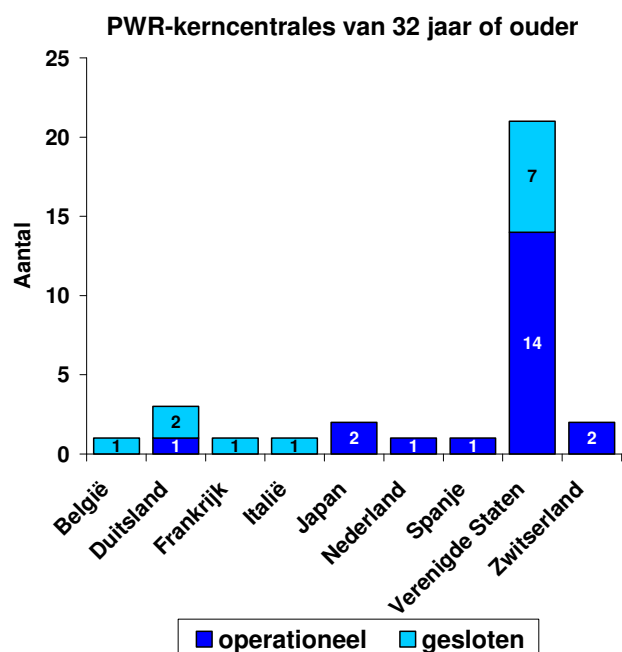
Als men niet overgaat tot het vervangen van een deksel zal men moeten opdraaien voor dure inspecties en eventuele reparaties. Volgens het Amerikaanse Nuclear Energy Institute kost een (visuele) inspectie aan een deksel tussen de US\$ 30.000 en 100.000. Het kan zelfs meer bedragen dan US\$ 100.000 als het reactorvatdeksel ook nog eens uitgerust is met extra isolatiemateriaal, wat in geval van inspectie eerst verwijderd moet worden. De kosten van een non-visuele inspectie (bijvoorbeeld met behulp van ultrageluid) zijn nog niet bekend. Het repareren van een regelstaaf met haarscheurtjes kost ongeveer US\$ 1 miljoen per stuk. Deze hoge kosten van inspecties en reparaties zijn voor veel eigenaren dus de reden dat ze uit voorzorg kiezen voor het vervangen van het reactorvatdeksel.<sup>27</sup>

Op basis van de Davis-Besse affaire is opnieuw twijfel ontstaan over de vraag in hoeverre nucleaire deskundigen in staat zijn om de mogelijke veiligheidsgevolgen van verouderingsprocessen adequaat te beoordelen. Het probleem dat boorzuurafzettingen bij het regelstavenmechanisme tot corrosie van het reactorvatdeksel van PWR-centrales kunnen leiden, was al sinds 1987 bekend in de nucleaire wereld. Pas toen in 2002 in de Davis-Besse centrale dit probleem tot een bijna-ongeluk leidde, werden er wereldwijd maatregelen genomen. Dit roept de vraag op of er andere verouderingsprocessen zijn die tot op heden als onbelangrijk worden beschouwd, maar die in de toekomst tot een (bijna)ongeluk zouden kunnen leiden.<sup>28</sup>

## 1.5 Veiligheidsproblemen met oude PWR-kerncentrales

Van de 441 operationele reactoren in de wereld zijn er 215 van hetzelfde type als Borssele: *drukwaterreactoren (PWR)*. Er zijn wereldwijd inmiddels 16 kerncentrales van dit type gesloten. Bij elkaar zijn er dus 231 centrales van dit type in bedrijf (geweest). 33 van deze 231 centrales zijn 32 jaar of langer geleden in bedrijf genomen. Van deze 33 oude PWR-centrales zijn er inmiddels 12 gesloten en nog 21 in bedrijf (zie Figuur 2).

De Verenigde Staten tellen verreweg de meeste oude PWR-centrales, hoewel er van de 21 PWR-centrales die daar voor 1974 in bedrijf werden genomen er inmiddels 7 gesloten zijn. Buiten de Verenigde Staten zijn voor 1974 12 PWR-centrales in gebruik genomen, waarvan er inmiddels vijf zijn gesloten.<sup>29</sup>



**Figuur 2. PWR-kerncentrales operationeel voor 1974**

Namen en andere details van de 33 PWR-kerncentrales die 32 jaar of langer geleden in bedrijf zijn genomen, worden opgesomd in Tabel 1.<sup>30</sup>

Land	Centrale	Capaciteit (MWe)	Openingsjaar	Sluitingsjaar
België	BR-3	11	1962	1987
Frankrijk	Chooz-A	310	1967	1991
Duitsland	Obrigheim	340	1968	
	Rheisberg	62	1966	1990
	Stade	640	1972	2003
Italië	Enrico Fermi	260	1964	1990
Japan	Mihama-1	320	1970	
	Mihama-2	470	1972	
Nederland	Borssele	449	1973	
Spanje	José Cabrera-1	142	1968	
Verenigde Staten	Fort Calhoun-1	476	1973	
	H.B. Robinson-2	710	1970	
	Haddam Neck	560	1967	1996
	Indian Point-1	257	1962	1974
	Indian Point-2	965	1973	



	Maine Yankee	860	1972	1997
	Oconee-1	846	1973	
	Oconee-2	846	1973	
	Palisades	767	1971	
	Point Beach-1	512	1970	
	Point Beach-2	514	1972	
	Prairie Island-1	522	1973	
	R.E. Ginna	498	1969	
	San Onofre-1	436	1967	1992
	Surry-1	810	1972	
	Surry-2	815	1973	
	Turkey Point-3	693	1972	
	Turkey Point-4	693	1973	
	Yankee NPS	167	1960	1991
	Zion-1	1.040	1973	1998
	Zion-2	1.040	1973	1998
Zwitserland	Beznau-1	365	1969	
	Beznau-2	365	1971	

Over een aantal van de in Tabel 1 vermelde PWR-centrales is informatie verzameld op het gebied van veiligheid, ongelukken, risico's en redenen voor sluiting. Hieronder wordt deze informatie kort samengevat, per centrale:

- **Stade, Duitsland**

De Stade kerncentrale werd in november 2003 permanent stilgelegd, officieel omdat de centrale te klein zou zijn om nog rendabel te draaien. Vermoed werd echter dat de werkelijke reden voor de sluiting was dat het stalen reactorvat bros dreigde te worden door een te hoog kopergehalte. Dit probleem was al vele jaren bekend maar de deskundigen van de TÜV, de technische ondersteuningsorganisatie van de toezichthouder, bleven volhouden dat de centrale veilig genoeg was om 40 jaar in bedrijf te blijven. Al in 1994 was in opdracht van het ministerie van milieu van de staat Niedersachsen een onderzoek uitgevoerd door Gruppe Ökologie Hannover waaruit bleek dat de centrale hooguit nog een jaar veilig in bedrijf kon blijven. Onder druk van de eigenaar werd de Gruppe Ökologie Hannover weer vervangen door TÜV, die na uitvoerig onderzoek in 1997 concludeerde dat de centrale wel veilig was.<sup>31</sup>

- **Fort Calhoun-1, Verenigde Staten**

In 1997 leidde lekkage van koelwater met boorzuur tot corrosie aan onderdelen van de Fort Calhoun-1 kerncentrale, maar in dit geval niet bij het reactorvatdeksel.<sup>32</sup>

- **Haddam Neck, Verenigde Staten**

De Haddam Neck kerncentrale werd begin 1996 uit bedrijf genomen. In juli 1996 rapporteerde de Nuclear Regulatory Commission (NRC), de Amerikaanse toezichthouder voor de nucleaire industrie, dat de Haddam Neck kerncentrale in Connecticut gedurende de volledige periode dat de kerncentrale in bedrijf was (28 jaar) gefunctioneerd had met te nauwe koelwaterleidingen. In geval van nood zou daardoor onvoldoende koelwater aangevoerd kunnen worden om de reactorkern te beschermen tegen oververhitting, wat ook de reden was voor het ongeluk met de kerncentrale in Three Mile Island in 1979.<sup>33</sup>

- **Maine Yankee, Verenigde Staten**

Eind 1995 stuurde een anonieme werknemer van de Maine Yankee kerncentrale een pakket documenten aan de Union of Concerned Scientists (UCS), een Amerikaanse wetenschappelijke organisatie die onder meer de kernenergie-sector kritisch volgt. Uit de documenten bleek dat Maine Yankee kampte met serieuze veiligheidsproblemen en dat het management de veiligheidsanalyse had vervalst om een verhoging van de elektriciteitsproductie mogelijk te maken. De UCS speelde de documenten door aan de Nuclear Regulatory Commission (NRC), de Amerikaanse toezichthouder, die een onderzoek instelde. Daaruit bleek een hele reeks van overtredingen van de geldende veiligheidsvoorschriften.

In december 1996 werd de centrale gesloten voor onderhoud en het oplossen van zijn veiligheidsproblemen. In mei 1997 besloten de eigenaars van Maine Yankee echter om de kerncentrale definitief te sluiten, omdat de kosten om de centrale aan de veiligheidsvoorschriften te laten voldoen te hoog waren om de centrale nog winstgevend te laten draaien.<sup>34</sup>

- **Oconee-1, Verenigde Staten**

In november 2000 werden in de regelstaven van de Oconee-1 kerncentrale haarscheurtjes aangetroffen. Het betrof zogenaamde *axiale* scheurtjes (in de lengterichting) die als minder gevaarlijk dan *circumferential* scheurtjes (dwars door en rondom de staaf) worden beschouwd.<sup>35</sup>

- **Oconee-2, Verenigde Staten**

In de Oconee-2 kerncentrale werd in november een *circumferential* scheur (dwars door en rondom de staaf) aangetroffen bij een regelstaaf en werden er boorzuurkristallen gevonden aan de buitenkant van het reactorvat.<sup>36</sup>

- **Turkey Point-4, Verenigde Staten**

Al in 1987 werden er in de Turkey Point-4 kerncentrale scheurtjes in regelstaven ontdekt. Deze hadden geleid tot het weglekken van koelwater. Het boorzuur daarin had het reactorvatdeksel en drie bevestigingsbouten aangetast.<sup>37</sup>

- **Yankee NPS, Verenigde Staten**

De Yankee NPS kerncentrale (ook bekend als Yankee Rowe) werd in oktober 1991 stilgelegd door de eigenaar, vlak voordat de NRC tot sluiting wilde overgaan. De NRC reageerde daarmee op een petitie van de Union of Concerned Scientists (UCS), waarin gesteld werd dat het stalen reactorvat van de centrale bros was geworden en mogelijk kon barsten. Na de stillegging constateerde de eigenaar dat het te duur zou zijn om dit probleem op te lossen en werd de centrale in mei 1992 definitief gesloten.<sup>38</sup>

- **Beznau-1, Zwitserland**

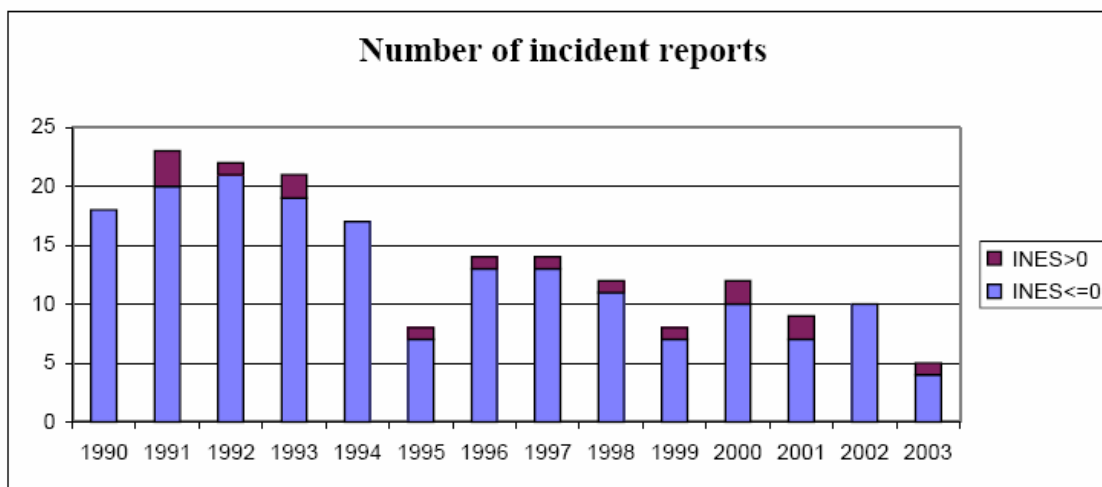
Al in 1971 (twee jaar na de ingebruikname) werd in het reactorvatdeksel van de Beznau-1 reactor in Zwitserland een gat gevonden als gevolg van boorzuraantasting (4,4 centimeter diep en 5,1 centimeter in doorsnee). Het gat werd gevonden toen de reactor nog maar twee jaar in bedrijf was. Bij de scheur in de regelstaaf werd zelfs tussen de 1 en 2 kubieke meter (!) boorzuurkristallen aangetroffen, die zich als een soort sneeuw op het deksel hadden afgezet. Rondom de regelstaaf bleek het reactorvatdeksel te zijn aangevreten.<sup>39</sup> Jaren later, in 1992, werden opnieuw scheurtjes in twee regelstaven ontdekt.<sup>40</sup>

## 1.6 Veiligheid van de kerncentrale in Borssele

De Kernfysische Dienst (KFD) brengt sinds 1980 jaarlijks een overzicht uit van de storingen in de kerncentrale Borssele. Vanaf augustus 1990 hanteert de KFD daarbij de *Internationale Nucleaire Gebeurtenissen Schaal (INES)*, een initiatief van het Internationale Atoom Energie Agentschap (IAEA) en het Nucleaire Energie Agentschap van de OESO.

De internationale schaal kent zeven niveaus, die alleen betrekking hebben op nucleaire of radiologische veiligheid. Gebeurtenissen op niveau 1, 2 of 3 heten voortaan "incidenten", bij niveau 4 tot en met 7 gaat het om "ongevallen". De kernramp bij Tsjernobyl is niveau 7, de kernsmelting bij Harrisburg niveau 5.

Gebeurtenissen zonder veiligheidsbelang krijgen de aanduiding niveau nul en heten "storingen". Bij een storing is sprake van "functionele of operationele afwijkingen welke geen risico met zich mee brengen maar die duiden op een gebrek aan veiligheidsvoorzieningen".



**Figuur 3. Incidenten gerapporteerd door de kerncentrale Borssele sinds 1990** <sup>41</sup>

Uit de overzichten van de KFD blijkt dat er zich sinds 1980 in de kerncentrale Borssele 320 bedrijfsstoringen hebben voorgedaan. Daarbij vielen regelmatig een aantal belangrijke veiligheidsvoorzieningen uit.<sup>42</sup>

Net als bij de Davis-Besse centrale heeft ook de kerncentrale in Borssele te maken met corrosie door de afzetting van boorzuur kristallen uit het koelwater. In 1994 en 1995 werden in een lekdetectieleiding verstoppingen met boorzuur kristallen gevonden. Met het lekdetectiesysteem wordt gecontroleerd of er water uit de reactor ontsnapt via de afdichtingsringen onder het reactorvatdeksel. De leiding bleek bij een inspectie tijdens de splijtstofwisseling verstopt te zijn door boorzuurkristallen. Het probleem werd in 1994 opgelost door kunstmatige verwarming rond de leiding aan te brengen en in 1995 door de leidingdiameter te vergroten.<sup>43</sup>

In het jaar 2001 is er nog een incident gemeld in de kerncentrale Borssele waarin boorzuur een rol speelde. Na de splijtstofwisseling in september werd de reactor weer opgestart, maar op 29 september werd geconstateerd dat een koelsysteem boven het reactorvat niet goed functioneerde. Dit werd veroorzaakt door boorzuurkristallen die zich op een koeler hadden afgezet. Deze afzetting was het gevolg van een verstopte leiding tijdens de splijtstofwisseling. Achtergebleven water met boorzuur was na het opstarten van de reactor verdampt waarna de boorzuurkristallen zich hadden afgezet. In het jaarverslag 2001 van de Kernfysische Dienst (KFD) wordt gesproken over een afzetting op de "bodem van de ruimte rond het reactorvat". Bij de splijtstofwisseling in 2002 werd de leiding ontstopt. Inspecties aan het reactorvat zelf lieten zien dat er "geen" aantasting van het reactorvat had plaats gevonden.<sup>44</sup>

Volgens de Kernenergielwet moet de kerncentrale Borssele elke twee jaar een tussentijdse evaluatie uitvoeren om na te gaan of de kerncentrale nog aan alle vergunningsvereisten voldoet. Eens in de tien jaar moet een grootschalige evaluatie worden uitgevoerd om na te gaan of de installaties en de bedrijfsvoering van de kerncentrale nog wel in overeenstemming zijn met de nieuwste ontwikkelingen en inzichten in de nucleaire sector. De eerste tienjaarlijkse evaluatie vond plaats in de periode 1991-1993, en resulteerde in een ingrijpend pakket van modificaties aan de installatie voor een totaalbedrag van 467 miljoen gulden (€ 212 miljoen) die tussen 1995 en 1997 werden uitgevoerd door Siemens/KWU (Duitsland). Bij deze renovatie werd onder meer een nieuwe regelzaal gebouwd en werden de veiligheidssystemen aan de nieuwste eisen aangepast.<sup>45</sup> Inmiddels is Siemens/KWU onderdeel van Framatome ANP, een joint-venture van Areva (Frankrijk, 66%) en Siemens (Duitsland, 34%).<sup>46</sup>

Tussen 2001 en 2003 vond de tweede tienjaarlijkse evaluatie plaats. Op basis daarvan is een pakket verbetermaatregelen vastgesteld, die in 2004 en volgende jaren zijn of worden gerealiseerd. Tot de vastgestelde maatregelen behoort onder meer een "vervolgstudie naar de stralingsgeïnduceerde veroudering van het binnenwerk van het reactorvat" en het "verbeteren van het verouderingbeheersingssysteem".<sup>47</sup>

Vervanging van het 30 jaar oude reactorvatdeksel is daarbij echter niet aan de orde, hoewel de kerncentrale Borssele volgens de Amerikaanse NRC-normen als hoogverdacht zou worden aangemerkt (alle PWR-centrales gebouwd voor 1979). Volgens EPZ is het ontwerp van het regelstavenmechanisme in de kerncentrale Borssele anders dan in de Davis-Besse centrale en is er ook geen gebruik gemaakt van de Alloy 600 legering.<sup>48</sup>

In het kader van de tienjaarlijkse evaluatie heeft het Internationale Atoom Energie Agentschap (IAEA) in februari 2003 op verzoek van de KFD een onderzoek ingesteld naar verouderingsaspecten in de centrale. Er is daar met name gekeken naar de staat van het reactorvat.<sup>49</sup> Volgens EPZ is in beide onderzoeken ook gekeken naar de staat van het regelstavenmechanisme en het reactorvatdeksel en zouden deze in orde zijn. Nadere details ontbreken echter.<sup>50</sup>

## Hoofdstuk 2 De kosten en opbrengsten van verlengde opening

### 2.1 Inleiding

Bij zijn aantreden in mei 2003 heeft het kabinet Balkenende-2 vastgelegd dat de kerncentrale Borssele in 2013 zal moeten sluiten. Eigenaar Electriciteits-Produktiemaatschappij Zuid-Nederland (EPZ) wil de kerncentrale Borssele echter ook na 2013 in bedrijf houden omdat verwacht wordt dat de centrale ook na 2013 op winstgevende wijze elektriciteit zal kunnen produceren. In februari 2005 staatssecretaris Van Geel van VROM aan de Tweede Kamer dat om sluiting van de kerncentrale in 2013 te realiseren, waarschijnlijk een afkoopsom aan EPZ betaald moeten worden. Door Van Geel werd hierbij een bedrag genoemd, "in de orde van grootte van enkele honderden miljoenen tot ruim een miljard euro (prijspeil 2013)".<sup>51</sup> Hoe hoog dit bedrag ook lijkt, het is al een stap terug ten opzichte van een eerdere schatting van Van Geel in december 2003. In een conservatief scenario zou de kerncentrale volgens de staatssecretaris 7000 vollasturen per jaar draaien en een winstmarge van € 2,25 eurocent per kilowattuur realiseren. Bij een rekenrente van 4% bedraagt "de contante waarde bij nog 10 volgende productie jaren circa € 580 miljoen en bij 15 productie jaren circa € 800 miljoen." Volgens de staatssecretaris zijn dit echter "conservatieve aannames". Er is ook een andere schatting mogelijk: "Uitgaande van 8000 vollasturen zoals bijvoorbeeld in 1998 gehaald werd, en een winstmarge van € 0,045 per kilowattuur, wordt de contante waarde € 1,3 miljard respectievelijk € 1,8 miljard."<sup>52</sup>

Los van de waarschijnlijkheid van de aannames voor deze schattingen, maakt de staatssecretaris wel duidelijk dat de hoogte van de mogelijke afkoopsom voor EPZ gebaseerd zal zijn op een berekening van de netto contante waarde van de door EPZ te derven winsten gedurende de periode na 2013 dat de kerncentrale nog in bedrijf zou kunnen blijven. De hoogte van deze afkoopsom zal dus met name bepaald worden door twee onzekere factoren: hoe lang Borssele na 2013 nog in bedrijf zou kunnen blijven en hoeveel winst de centrale in die periode per jaar zou kunnen realiseren.

Over hoe lang Borssele na 2013 nog in bedrijf zou kunnen blijven valt weinig zinnigs te zeggen, omdat ervaring op dit gebied ontbreekt en EPZ zich niet uitlaat over zijn voornemens op dit gebied. De berekeningen van de staatssecretaris gingen in december 2003 nog uit van een verlengde opening met een periode van tien tot vijftien jaar, maar het is niet duidelijk of dit strookt met de voornemens van EPZ. Om een onderschatting van de hoogte van de afkoopsom te voorkomen gaan we in dit rapport daarom uit van sluiting in 2033, als de kerncentrale 60 jaar oud is.

Wat betreft de te verwachten winsten van de kerncentrale Borssele gaf staatssecretaris Van Geel in februari 2005 aan dat deze afhankelijk is van enkele zeer onzekere factoren: "de grootste onzekerheid aan de opbrengstenkant is gelegen in de toekomstige elektriciteitsprijs. Deze wordt met name veroorzaakt door de onzekerheid die bestaat over de toekomstige prijs van CO<sub>2</sub>-emissierechten. De belangrijkste onzekerheid aan de kostenkant voor de kerncentrale zijn de investeringen die samenhangen met de levensduurverlenging."<sup>53</sup>

In dit hoofdstuk gaan we in op deze en andere onzekere factoren die de (huidige en toekomstige) winstgevendheid van Borssele bepalen: de kosten en de opbrengsten van de elektriciteitsproductie. In paragraaf 2.2 geven we een globaal overzicht van de te verwachten opbrengsten en in paragraaf 2.3 van de te verwachten kosten van de kerncentrale. In paragraaf 2.4 tot en met 2.9 gaan we in op een aantal belangrijke kostenposten, met name de kostenposten die mede door overheidsbeleid bepaald worden. In paragraaf 2.10 worden de bevindingen samengevat en worden conclusies getrokken ten aanzien van de toekomstige winstgevendheid van Borssele en de daarmee samenhangende hoogte van de afkoopsom die het kabinet aan EPZ zou moeten betalen om sluiting in 2013 te realiseren.

## 2.2 Opbrengsten

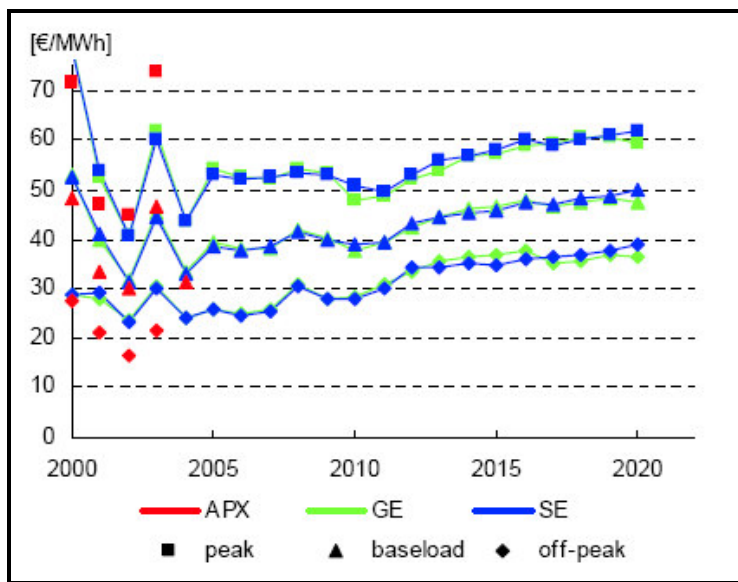
De opbrengsten van een elektriciteitscentrale worden bepaald door de groothandelsprijzen voor elektriciteit. Van belang daarbij is dat er verschillende marktprijzen worden betaald voor centrales die een constante hoeveelheid elektriciteit leveren (*baseload*) en centrales die hun leveringen aanpassen in fluctuaties in de vraag naar elektriciteit (*peak*).

In principe kan een kerncentrale gedurende *off-peak* perioden minder stroom produceren (deellast) en gedurende *peak* perioden juist zoveel mogelijk (vollast). Anders dan bij elektriciteitscentrales die gestookt worden met fossiele brandstoffen (gas, kolen), nemen de bedrijfskosten van een kerncentrale bij deellast echter nauwelijks af: er wordt namelijk niet of nauwelijks bespaard op brandstofkosten, die bij kolen- en gascentrales juist een groot deel van de kostprijs bepalen.

Inzet van een kerncentrale voor *peak* productie ligt dus minder voor de hand. In deze studie wordt er daarom van uitgegaan dat de kerncentrale Borssele volledig op vollast draait. Dat wil zeggen dat voor de elektriciteitsprijs moet worden uitgegaan van een *baseload* contractprijs.<sup>54</sup>

Hoe de Nederlandse elektriciteitsprijzen zich zullen ontwikkelen is van veel factoren afhankelijk die niet het onderwerp van deze studie zijn. We baseren ons daarom op de uitkomsten van een recente studie van Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) en het Milieu- en Natuurplanbureau van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (MNP/RIVM) waarin de ontwikkelingen van energiegebruik en emissies naar lucht in Nederland geraamd worden voor de periode 2005 tot 2020. De gebruikte economische scenario's, opgesteld door het Centraal Plan Bureau (CPB), zijn *Global Economy (GE)* met hoge economische groei en *Strong Europe (SE)* met middelmatige groei.

Uit de studie blijkt dat beide scenario's nauwelijks van elkaar verschillen waar het gaat om de ontwikkeling van de *baseload* elektriciteitsprijs: die fluctueert rond de € 0,04 per kWh tussen 2005 en 2011, en stijgt dan geleidelijk naar € 0,05 per kWh (zie Figuur 4).<sup>55</sup>



Figuur 4. Ontwikkeling elektriciteitsprijs 2005-2020

In beide scenario's die worden weergegeven in Figuur 4 (*Global Economy* en *Strong Europe*) wordt er van uitgegaan dat het beleid dat voortkomt uit het Kyoto-protocol tenminste tot 2020 wordt voortgezet. "Emissiehandel, JI en CDM worden in beide scenario's toegepast om aan nationale doelstellingen te voldoen."<sup>56</sup>

Dat lijkt op het eerste gezicht in contrast met een uitspraak van staatssecretaris Van Geel in een brief aan de Tweede Kamer in februari 2005: “de grootste onzekerheid aan de opbrengstenkant is gelegen in de toekomstige elektriciteitsprijs. Deze wordt met name veroorzaakt door de onzekerheid die bestaat over de toekomstige prijs van CO<sub>2</sub>-emissierechten.”<sup>57</sup>

Van Geel baseerde deze uitspraak op een - vooralsnog geheim - onderzoek van onderzoeksinstituut ECN. Toch laat Figuur 4, afkomstig uit een openbaar rapport van ECN en RIVM, een heldere lijn zien als schatting van de verwachte elektriciteitsprijs in beide scenario's en niet een vage bandbreedte. Wellicht is de reden hiervoor dat de uitspraak van Van Geel mede betrekking heeft op de periode ná 2020. De prijs van CO<sub>2</sub>-emissierechten in de periode na 2020 is nu inderdaad nog zeer ongewis, maar dat geldt ook voor de *baseload* elektriciteitsprijs.

In dit rapport volgen we de ontwikkeling van de *baseload* elektriciteitsprijs voor de periode tot 2020 zoals weergegeven in Figuur 4. Voor de periode na 2020 tot 2033 gaan we uit van een geleidelijke stijging met 1% per jaar.

### 2.3 Overzicht kosten

In juni 2002 is door Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) een bedrijfseconomische vergelijking gemaakt van twee CO<sub>2</sub>-vrije opties voor elektriciteitsproductie voor de middellange termijn: exploitatieverlenging van de kerncentrale Borssele en offshore windenergie. In deze studie wordt een schatting gemaakt van de minimum en maximum kostprijzen van de kerncentrale Borssele ná 2003. De genoemde prijzen zijn echter gebaseerd op het prijspeil van het jaar 2001 (zie Tabel 2).<sup>58</sup>

<b>Tabel 2 Schatting kostprijsstructuur van de kerncentrale Borssele<sup>59</sup></b>			
<b>Kosten per jaar</b>		<b>Laag</b>	<b>Hoog</b>
Brandstofkosten front-end	€ miljoen	10,9	12,7
Kosten opwerking	€ miljoen	9,1	11,3
Kosten transport	€ miljoen	0,5	0,5
Kosten opslag en eindberging	€ miljoen	1,4	1,8
Kosten ontmanteling	€ miljoen	6,8	6,8
Kosten beheer en onderhoud	€ miljoen	36,3	45,4
<b>Operationele kosten per jaar</b>	<b>€ miljoen</b>	<b>65,0</b>	<b>78,5</b>
Afschrijvingskosten	€ miljoen	11,6	11,6
<b>Totale kosten per jaar</b>	<b>€ miljoen</b>	<b>101,3</b>	<b>123,9</b>
Elektriciteitsproductie	GWh	3.658	3.368
<b>Kostprijs</b>	<b>€ct/kWh</b>	<b>11,45</b>	<b>9,36</b>

In paragraaf 2.4 tot en met 2.9 gaan we in op een aantal belangrijke kostenposten, met name de kostenposten die mede door overheidsbeleid bepaald worden.

## 2.4 Afschrijvingskosten

De kosten van investeringen in gebouw en installaties (de afschrijvingskosten) maken bij elektriciteitsproductie, en zeker bij kernenergie, een groot deel van de kostprijs uit. De oorspronkelijke investering in de kerncentrale is echter in 30 jaar afgeschreven en heeft nu geen invloed meer op de kostprijs. De laatste grootste investering was de revisie die in 1995-1997 is uitgevoerd en die 467 miljoen gulden (€ 212 miljoen) kostte.

Volgens de eigen grondslagen voor de boekhouding schrijft EPZ dergelijke investeringen in installaties in een periode van tien jaar lineair af op basis van een vast percentage van de netto-vervaardigingsprijs.<sup>60</sup> Concreet betekent dit dat EPZ van 1997 tot en met 2006 jaarlijks € 21,2 miljoen zou moeten afschrijven.

Het lijkt er echter op dat EPZ deze investering sneller heeft afgeschreven dan in de tien jaar die er voor staat. In 2001 bedroeg de totale afschrijving van EPZ € 44,0 miljoen, in 2002 € 34,9 miljoen en in 2003 € 11,5 miljoen.<sup>61</sup> In 2003 ligt de afschrijving dus duidelijk onder het niveau van € 21,2 miljoen per jaar dat EPZ in de periode 1997-2006 jaarlijks minimaal zou moeten afschrijven. (Minimaal, omdat naast het renovatieprogramma mogelijk ook nog andere investeringen moeten worden afgeschreven). In 2002 en zeker in 2001 lag het afschrijvingsniveau beduidend boven de € 21,2 miljoen.

Waarschijnlijk zijn de renovatie-investeringen van 1995-1997 veel sneller afgeschreven dan in een periode van tien jaar die EPZ officieel hanteert. De verklaring hiervoor ligt in het feit dat de Tweede Kamer in 1994 had besloten dat de kerncentrale in 2003 gesloten zou worden. Voor de aandeelhouders was het in die situatie aantrekkelijk om versneld af te schrijven, om het geïnvesteerde vermogen terug te kunnen verdienen vóórdat de centrale gesloten zou worden. Deze versnelde afschrijving onderstreept dat ook EPZ ervan uitging dat de kerncentrale in 2003 gesloten moest worden.

Bij sluiting in 2003 zou in de jaren 2004-2006 niet jaarlijks € 21,2 miljoen afgeschreven kunnen worden, een totaalbedrag van € 63,6 miljoen. Ter gedeeltelijke compensatie van deze financiële strop was overigens in 1994 door de minister van Economische Zaken ook al een tegemoetkoming van 70 miljoen gulden (€ 31,8 miljoen) aan de eigenaar van Borssele beloofd. Dit bedrag werd in 1994 als renteloze lening gearbeid op de rekening van de Samenwerkende Elektriciteitsproductiebedrijven (Sep), die destijds het beheer voerden over de kerncentrale Borssele. Deze lening moest uiterlijk op 1 januari 2004 geheel worden afgelost, toen bleek dat sluiting van de kerncentrale in 2003 niet door ging. EPZ heeft dus, via de Sep, tien jaar lang rentekosten over een bedrag van € 31,8 miljoen kunnen uitsparen.<sup>62</sup>

Interessant is verder de samenhang met de invoering in 1998 van de vennootschapsbelasting voor energiebedrijven. Anders dan voor andere energiebedrijven gold voor EPZ van 1998 tot en met 2001 een nultarief, en daarna het nominale tarief (nu 31,5%, dalend naar 30% in 2007). De onderhandelingen met de belastingdienst over de fiscale waarde van de kerncentrale op 1 januari 1998 waren eind 2003 nog niet afgerond, maar EPZ besloot wel alvast een verwachte belastingteruggave van € 40,1 miljoen op de balans te zetten.<sup>63</sup> Dit komt ongeveer overeen met vier à vijf maal het bedrag dat EPZ nu jaarlijks aan vennootschapsbelasting zou moeten betalen. Hoewel EPZ dus vanaf 1998 belastingplichtig is voor de vennootschapsbelasting, lijkt het bedrijf er in te slagen de eerste acht à negen jaar belastingvrij door te komen.

De meest plausibele verklaring voor deze gang van zaken is dat EPZ de belastingdienst er van denkt te kunnen overtuigen dat als het bedrijf de renovatie-investeringen van 1995-1997 wel lineair in tien jaar had afgeschreven, het in de periode 2002-2006 veel minder winst gemaakt zou hebben en dus ook minder belasting zou hebben betaald. Dat de belastingdienst dit kennelijk accepteert is opmerkelijk, vooral omdat EPZ ook duidelijk voordeel heeft gehad van de versnelde afschrijving: het geld dat geleend moest worden om de investering te bekostigen kon eerder terugbetaald worden waarmee rentelasten bespaard werden.



Omdat gedetailleerd inzicht in het afschrijvingstempo van EPZ ontbreekt, maken we een schatting op basis van de boekwaardes voor bedrijfsgebouwen en terreinen (€ 15,4 miljoen) en machines en installaties (€ 48,7 miljoen) aan het eind van 2003.<sup>64</sup> Deze vaste activa omvatten naast de kerncentrale ook de kolencentrale en de gasturbine-eenheid. De gasturbine-eenheid is slechts klein van omvang en in de kolencentrale zijn voor zover bekend de laatste tien jaar weinig nieuwe investeringen gedaan (de oorspronkelijke investeringskosten zijn, net als bij de kerncentrale, allang afgeschreven).

Op basis van deze overwegingen rekenen we 75% van de totale afschrijvingslasten van EPZ aan de kerncentrale toe. Bij een rente van 5% komen de kapitaalslasten in de periode 2004-2013 dan gemiddeld op € 5,6 miljoen per jaar.

Ten opzicht van voorgaande jaren kan dus een scherpe daling van de afschrijvingslasten verwacht worden, wat de kosten drukt. Zolang er geen nieuwe grote investeringen nodig zijn, zal Borssele daarom de komende jaren zeer winstgevend zijn. Dit is dan ook de belangrijkste bedrijfeconomische motivatie voor EPZ om Borssele nog zo lang mogelijk in bedrijf te houden. "Na de modernisering van 1997 verwachten we voorlopig niet dat we nog grote aanpassingen nodig hebben", zei toenmalig directeur ir. Harry Droog in maart 2000. "Ook economisch zijn we zeer tevreden over Borssele. Zolang we geen grote investeringen als in 1997 hoeven te doen, is de centrale economisch rendabel. We kunnen dus in alle opzichten nog tientallen jaren vooruit."<sup>65</sup>

EPZ heeft echter wel een aantal kleinere investeringen in de kerncentrale Borssele aangekondigd:

- Op basis van de tienjaarlijkse evaluatie die in 2003 werd afgerond is in augustus 2004 een pakket verbetermaatregelen vastgesteld, die een totale investering van € 22 miljoen vergen. Het plan biedt extra bescherming tegen zeer onwaarschijnlijke ongevallen. Voorbeelden zijn extra detectoren tegen gaswolken afkomstig van ongevallen met schepen op de Schelde; betere bescherming tegen extreem hoog- of laagwater, en nog betere brandblussing van kerosine branden bij vliegtuigongevallen.<sup>66</sup>
- In februari 2005 werd aangekondigd dat EPZ in 2006 € 43 miljoen investeert in verhoging van het vermogen van de kerncentrale van 450 MW tot 480 MW. Het project wordt uitgevoerd door Siemens (Duitsland) en omvat een nieuw binnenhuis met complete rotor en schoepen voor de turbine, nieuwe waterafscheiders, vervanging van het meet-, regel- en beveiligingssysteem van de turbine en het preventief vervangen van de generatorstator.<sup>67</sup>

We gaan er vanuit dat deze investeringen met een totale omvang van € 65 miljoen in tien jaar zullen worden afgeschreven in de periode 2006-2015. De jaarlijkse kapitaalslasten bij 5% rente in deze periode bedragen dan € 8,4 miljoen. Voor de periode daarna (2016-2033) schatten we, in lijn met de aangehaalde ECN-studie, de jaarlijkse kapitaalslasten samenhangend met kleinere investeringen op ongeveer € 2,0 miljoen (bij 5% rente). De hier besproken afschrijvingskosten worden samengevat in Tabel 3.

<b>Tabel 3 Afschrijvingskosten</b>			
<b>Periode</b>	<b>Oude investeringen</b>	<b>Nieuwe investeringen</b>	<b>Totaal</b>
<b>2004-2005</b>	5,6		5,6
<b>2006-2013</b>	5,6	8,4	14,0
<b>2014-2015</b>		8,4	8,4
<b>2016</b>		2,0	2,0
<b>2017-2026</b>		2,0	2,0
<b>2026-2033</b>		2,0	2,0

Daarmee is de vraag niet beantwoord of het wel verantwoord is om de kerncentrale Borssele tot 2033 te laten draaien zonder nogmaals een groot renovatieprogramma uit te voeren van dezelfde omvang als het renovatieprogramma in 1995-1997 dat € 212 miljoen kostte. Gezien de ervaring met oudere PWR-kerncentrales in andere landen (zie paragraaf 1.5) is er voldoende reden tot twijfel op dit punt.

Kennelijk is dit ook voor de staatssecretaris een onzekere factor. In een brief aan de Tweede Kamer schreef staatssecretaris Van Geel in februari 2005: “De belangrijkste onzekerheid aan de kostenkant voor de kerncentrale zijn de investeringen die samenhangen met de levensduurverlenging.”<sup>68</sup> Dit citaat kan geen betrekking hebben op een investeringsprogramma van enkele tientallen miljoenen euro’s, de invloed daarvan op de kostprijs is te gering om het “de belangrijkste onzekerheid” te noemen. Kennelijk wordt er rekening mee gehouden dat op termijn een investeringsprogramma nodig is dat vergelijkbaar is met de € 212 miljoen in 1995-1997.

In de bespreking van het Fair Play scenario (zie paragraaf 2.10.3) komen we daar nader op terug, door te veronderstellen dat er in de periode 2015-2017 opnieuw een investeringsprogramma noodzakelijk zal zijn met een omvang van € 30 tot 212 miljoen.

## **2.5 Kosten opslag**

### **2.5.1 Tariefstructuur COVRA**

Inzameling en opslag van radioactief afval valt in Nederland onder verantwoordelijkheid van de Centrale Organisatie Voor Radio-actief Afval (COVRA). Dit is een volledige dochter van de Nederlandse overheid.

In 2003 heeft de COVRA het nieuwe Hoogradioactief Afval Behandelings- en Opslag Gebouw (HABOG) in gebruik genomen. De HABOG is speciaal bedoeld voor de opslag van splijtstof uit de Nederlandse kernreactoren in Borssele, Dodewaard (gesloten), Petten en Delft. De bedoeling is dat het hoog radioactieve afval uit deze centrales tenminste honderd jaar wordt opgeslagen in de HABOG. In de tussentijd verwacht de Nederlandse regering een besluit te kunnen nemen, mogelijk op basis van nog te ontwikkelen technologie, over hoe en waar dit afval definitief zal worden opgeslagen (de zogenaamde eindberging).

De kosten van tenminste 100 jaar bovengrondse opslag op de huidige locatie en de geraamde kosten voor de definitieve eindberging berekent de COVRA door aan zijn klanten, de (voormalige) exploitanten van de Nederlandse kernreactoren. Dat gebeurt op vier verschillende manieren:<sup>69</sup>

- Een bijdrage aan de totale investeringskosten van de HABOG (€ 125 miljoen). Als grootste klant heeft Borssele hiervan 60-70% betaald (€ 75-87,5 miljoen).<sup>70</sup> Deze kosten zijn dus vooruitbetaald door Borssele en komen niet meer ten laste van de huidige exploitatie.
- Een afleveringstarief per m<sup>3</sup> afval, dat de directe kosten dekt van het inzamelen, transporteren en in de HABOG opslaan van het radioactief afval. De kerncentrale Borssele levert jaarlijks 1,4 m<sup>3</sup> kernsplijtingsafval en 2 à 3 m<sup>3</sup> opwerkingsafval.<sup>71</sup>
- Een bijdrage aan de kosten voor het in opslag houden van hoog radioactief afval in de HABOG tot het jaar 2130. Daarbij gaat het om de vaste lasten van grond en gebouw, onderhoudskosten, beheerskosten voor de actieve exploitatieperiode en voor de passieve exploitatieperiode (tor eindberging plaats vindt). De actieve exploitatieperiode is de periode dat er nog radioactief afval bijkomt. COVRA gaat er daarbij tot nu toe van uit dat die actieve exploitatieperiode in 2014 eindigt.<sup>72</sup>  
Deze exploitatiekosten zijn door COVRA berekend en verdeeld over de klanten van de HABOG, naar rato van hun gebruik. Tussen 2003 en 2015 betalen alle klanten hun eigen aandeel. Sommige klanten hebben alles al vooruitbetaald, anderen moeten nog een deel betalen. De betalingen van zijn klanten zet COVRA apart in een “voorziening toekomstige kosten HABOG”, waaruit de huidige en toekomstige kosten betaald worden.  
De “voorziening toekomstige kosten HABOG” had eind 2003 een omvang van € 53,9 miljoen. Omdat een deel van dit geld lang op de bank zal staan, levert het veel rente op. Met die rente-inkomsten heeft de COVRA al rekening gehouden bij het berekenen van de bedragen die zijn klanten moeten betalen. Daarbij is COVRA uitgegaan van een rentepercentage van 3% (exclusief inflatie). De laatste paar jaar ligt de reële rente echter op 2% (exclusief inflatie). Als dat zo blijft, dreigt er dus een tekort in de exploitatie.
- Een eindbergingstarief per m<sup>3</sup>, om de toekomstige kosten van eindberging te kunnen betalen. Hierop gaan we verder in in paragraaf 2.6

EPZ betaalt deze verschillende tarieven uit zijn eigen “Voorziening voor opwerkings- en opslagkosten”. In 2002 werd aan deze voorziening € 101,6 miljoen onttrokken. Volgens EPZ was dit bedrag inclusief de afkoop van COVRA voor de investeringskosten van de HABOG, het minstens honderd jaar in opslag houden van het door Borssele tot 2004 geproduceerde radioactieve afval en de kosten van eindberging van ditzelfde afval.<sup>73</sup>

Voor het radioactieve afval dat Borssele produceert vanaf 2004 zal EPZ dus nog aan COVRA moeten betalen. In ieder geval gaat het daarbij om het afleveringstarief, de kosten van het honderd jaar in opslag houden, en het eindbergingstarief. Vanaf het moment waarop de capaciteit van de HABOG volledig benut is komen daar ook nog investeringskosten bij voor een uitbreiding van de HABOG of een nieuw gebouw voor directe opslag. Op deze twee opties gaan we in de volgende subparagrafen verder in.

De “Voorziening voor opwerkings- en opslagkosten” van EPZ had eind 2003 een omvang van € 199,3 miljoen.<sup>74</sup>

### 2.5.2 Kosten bij continuering opwerking

Als Borssele na 2013 in bedrijf blijft, zal de kerncentrale langer willen doorgaan met het afleveren van splijtstofafval aan de COVRA. Naar verwachting zal dat geen significante invloed hebben op het afleveringstarief, het opslagtariaf en het eindbergingstarief dat de COVRA in rekening brengt. Die kosten blijven (in reële termen) waarschijnlijk op hetzelfde niveau.

Iets anders ligt het met de investeringskosten. Het HABOG is in 2008 vol en zal dus uitgebreid moeten worden.<sup>75</sup> Dit gaat relatief eenvoudig, aan de achterkant van het HABOG kan een extra module worden aangebouwd. De bouw van de HABOG zelf kostte € 125 miljoen, maar de kosten van zo'n extra module zullen een stuk lager liggen.<sup>76</sup>

EPZ zal deze kosten moeten betalen, maar kan ze spreiden over de periode waarin de kerncentrale operationeel is. We gaan er vanuit dat de "Voorziening voor opwerkings- en opslagkosten" van EPZ aangevuld blijft worden gedurende de verlengde levensduur van de kerncentrale en dat deze voorziening daarmee groot genoeg zal zijn om onder meer de kosten van uitbreiding van de HABOG te dragen.

Een onzekere factor in dit verband is wel de verwachte zeespiegelstijging als gevolg van het broeikas-effect, aangezien de gebouwen van COVRA buitendijks liggen. Onduidelijk is in hoeverre er rekening is gehouden met de extra investeringen die mogelijk nodig zullen zijn om de opslagfaciliteiten voor radioactief afval te beschermen tegen stijgend zeewater.

### 2.5.3 Kosten bij directe opslag

De opslagkosten voor EPZ komen echter een stuk hoger te liggen als er gestopt zou (moeten) worden met de opwerking van gebruikte brandstofstaven bij Cogema in La Hague (Frankrijk). Het contract tussen Borssele en Cogema liep eind 2003 af en rond die tijd werd door maatschappelijke organisaties en politieke partijen gepleit tegen vernieuwing van dit contract. Een belangrijk argument tegen opwerking is dat daarbij plutonium vrijkomt, een grondstof voor kernwapens.

Daarnaast loost de opwerkingsfabriek van Cogema in La Hague radioactief afvalwater in de Atlantische Oceaan. Om deze legt de OSPAR Conventie (Conventie voor de Bescherming van het Mariene Milieu van de Noordoost Atlantische Oceaan) de deelnemende landen een inspanningsverplichting op om te streven naar directe opslag in plaats van opwerking. Aan de OSPAR Conventie nemen 15 Europese landen en de Europese Unie deel. Inmiddels hebben België, Duitsland, Spanje, Zweden en Zwitserland besloten om te stoppen met opwerking en te investeren in faciliteiten voor directe, bovengrondse opslag.<sup>77</sup>

In de toekomst zou ook de Nederlandse overheid kunnen besluiten om geen toestemming meer te geven voor opwerking bij Cogema. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat Cogema, mede vanwege het wegvallen van een groot deel van zijn (buitenlandse) klanten, zelf besluit te stoppen met opwerking omdat de kosten te hoog zijn. Een uitgebreide studie in opdracht van de Franse regering waarin de kosten van opwerking en directe opslag werden vergeleken, kwam in 2000 tot de conclusie dat doorgaan met opwerking in de Franse situatie 6 miljard euro meer kost. Dat komt overeen met 120 miljoen euro per jaar voor de jaren dat de Franse centrales nog open zouden blijven (tot 2045).<sup>78</sup>

Wanneer opwerking niet langer mogelijk is en de gebruikte splijtstofstaven van de kerncentrale Borssele direct opgeslagen moeten worden, zou er door COVRA een compleet nieuw opslaggebouw gebouwd moeten worden. Dat is nodig omdat de niet-opgewerkte splijtstofstaven van EPZ langer zijn dan het verglaasde afval uit Frankrijk.<sup>79</sup>

De kosten van een dergelijk opslaggebouw werden door ECN in 2002 begroot op € 63,5 tot 118 miljoen. Daarnaast is een uitbreiding van het opslagbassin van de kerncentrale noodzakelijk waarvoor ECN € 3,2 tot 5,9 miljoen begrootte. Daar staat wel een besparing op opwerkingskosten van € 9,1 tot 11,3 miljoen per jaar tegenover.

Voordat gebruikte splijtstofstaven opgeslagen kunnen worden is *conditionering* noodzakelijk. Hiervoor noemt het ECN-rapport twee opties:

- Conditionering door een van de installaties die op dit moment in Duitsland en Zweden worden gebouwd. De kosten daarvan werden geraamd op € 4,1 tot 6,8 miljoen per jaar.
- Bouw van een eigen, Nederlandse conditioneringsfaciliteit, een extra investering van € 227 miljoen.

De kosten van transport van splijtstofstaven naar een conditioneringsfaciliteit in het buitenland zijn vergelijkbaar met de kosten van transporten van en naar Cogema.<sup>80</sup> Bij de bouw van een eigen conditioneringsfaciliteit wordt er van uitgegaan dat de operationele kosten van deze faciliteit vergelijkbaar zijn met de transportkosten van splijtstofstaven van en naar het buitenland (die dan immers wegvallen).

Begin 2000 zei EPZ nog eventueel tot directe opslag bereid te zijn.<sup>81</sup> In maart 2004 kondigde EPZ echter aan een nieuw opwerkingscontract met Cogema gesloten te hebben.<sup>82</sup> Waarschijnlijk loopt dit contract tot 2013. Aan een eerdere overstap naar directe opslag zullen kosten van contractbreuk verbonden zijn. Gegeven de groeiende weerstand tegen opwerking binnen Europa, lijkt directe opslag na 2013 een zeer reële - of wellicht zelfs de enige - optie.

#### 2.5.4 Kosten plutonium

Een apart element in de discussie over doorgaan met opwerking versus directe opslag, is de vraag wat er met het plutonium moet gebeuren dat bij het opwerkingsproces vrij komt.

Midden 2004 was er al 2,4 ton plutonium uit Borssele opgeslagen in La Hague, en dat zal, onder de huidige opwerkingscontracten, oplopen tot 3,2 ton.<sup>83</sup>

EPZ heeft zelf inmiddels besloten om geen zogeheten MOX-splijtstofstaven, waarin eerder afgescheiden plutonium is verwerkt, te gaan gebruiken. EPZ houdt tot op heden vol dat zijn plutoniumvoorraden wel aan andere bedrijven verkocht kunnen worden, maar dit vindt geen enkele onderbouwing in de realiteit van de plutoniummarkt.

In 2001 erkende de Britse regering bijvoorbeeld dat de plutonium voorraden van BNFL waren afgeboekt naar nul in het *National Asset Register*.<sup>84</sup>

En toen Bernard Estève, directeur van EDF's brandstoffenafdeling in april 2000 gevraagd werd of hij geïnteresseerd was om een deel van de Britse plutoniumvoorraden te kopen, maakte hij duidelijk dat er geen markt voor plutonium bestaat. En als er al een markt zou bestaan zou de marktwaarde van plutonium "vrij negatief" zijn.<sup>85</sup>

Voor de kerncentrale Borssele betekent dit dat op termijn de kosten van opslag dan wel verkoop (tegen een negatieve marktwaarde) ten laste van de exploitatie komen. Omdat de hoogte van deze kostenpost onmogelijk te schatten valt, is hij hier verder buiten beschouwing gelaten.

#### 2.6 Kosten eindberging

Behalve voor de tijdelijke opslag van al het Nederlandse kernafval voor een periode van minstens 100 jaar, is COVRA ook verantwoordelijk voor de definitieve eindberging van dit nucleaire afval. COVRA gaat er vanuit dat deze eindberging in 2130 gerealiseerd moet worden.<sup>86</sup> Waarom COVRA deze keuze maakt is onduidelijk, het is ook de vraag of deze keuze wel in overeenstemming met het geldende overheidsbeleid is. In verschillende overheidsstukken, zoals een brief van staatssecretaris Van Geel aan de Tweede Kamer in december 2003, wordt uitgegaan van eindberging na "100 jaar, gerekend vanaf 2000".<sup>87</sup>

Om aan zijn verplichting te kunnen voldoen om over ongeveer 100 jaar een eindberging te realiseren (in 2130 volgens COVRA zelf), brengt COVRA zijn klanten een eindbergingstarief per m<sup>3</sup> afval in rekening. De opbrengsten van dit tarief (in 2003 € 298.000) worden door de COVRA toegevoegd aan de "voorziening toekomstige kosten vast radioactief afval". Eind 2003 had deze voorziening een omvang van € 22,04 miljoen. Dit geld staat op de bank, dus jaarlijks komt er rente bij.

Ook bij deze voorziening speelt het probleem dat de laatste paar jaar de reële rente op 2% (exclusief inflatie) uitkomt, terwijl COVRA was uitgegaan van een rentepercentage van 3% (exclusief inflatie). Als dat zo blijft, is er in 2130 veel minder geld beschikbaar voor de eindberging. COVRA kan dat voorkomen door te proberen een hoger rendement dan 2% op zijn geld te halen door te gaan beleggen, met een beleggingshorizon van meer dan 100 jaar is dat een reële optie. De COVRA kan ook voorlopig gewoon de loop der gebeurtenissen afwachten. De rente kan immers in de komende 100 jaar gemiddeld boven de 3% uitkomen en de precieze kosten van een eindberging zijn bovendien nog niet bekend.

De door COVRA gehanteerde schatting van de reële kosten van eindberging zijn gebaseerd op het eindrapport van de door de overheid ingestelde Commissie Opberging Radioactief Afval (CORA), gepubliceerd in februari 2001.<sup>88</sup> De CORA-commissie onderzocht drie opties voor eindberging: langdurige bovengrondse opslag en ondergrondse berging in zout of klei. De commissie concludeerde “Verlenging van de opslagperiode van COVRA van 100 naar 300 jaar kost ongeveer € 90 miljoen aan investeringen en bedrijf. Aanleg en bedrijf van een terugneembare berging in zout, inclusief schachten en galerijen, is ongeveer driemaal zo duur en voor een terugneembare berging in klei ruim zeven maal zo duur. (...) Het openhouden, na plaatsing van het afval, van een ondergrondse berging in zout of klei kost ongeveer € 1,8 miljoen per jaar aan technisch onderhoud en organisatie. Voorwaarden betreffende monitoring en maatschappelijke eisen kunnen deze kosten doen stijgen.”<sup>89</sup>

We gaan ervan uit dat de genoemde operationele kosten van € 1,8 miljoen per jaar tot in lengte van dagen kunnen worden betaald uit de rente-opbrengsten van een voorziening van € 90 miljoen. De CORA-schatting van de reële waarde van de voorziening die nodig is om een uiteindelijk een eindberging te realiseren, varieert dus van € 90 miljoen (bovengronds voor 300 jaar) via € 360 miljoen (zout) tot € 720 miljoen (klei). Gecorrigeerd voor inflatie komt deze maximumschatting in 2005 uit op € 780 miljoen.

Daarnaast dient aangetekend te worden dat het CORA-rapport uitgaat van eindberging van de hoeveelheid afval die opgeslagen kan worden in de huidige HABOG: 3.040 m<sup>3</sup> hoog radioactief afval. Het HABOG is echter ontworpen met het oog op sluiting van Borssele in 2003.<sup>90</sup> Blijft Borssele langer open, dan komt er meer hoog radioactief afval vrij en moet de capaciteit van het HABOG mogelijk uitgebreid worden. Qua volume gaat het niet om veel extra afval, jaarlijks 1,4 m<sup>3</sup> kernsplijtingsafval en 2 à 3 m<sup>3</sup> opwerkingsafval.<sup>91</sup>

Als we aannemen dat Borssele bijvoorbeeld tot 2033 openblijft, zou er dus 80 m<sup>3</sup> bijkomen. Op een totaal van 3.040 m<sup>3</sup> is dat niet veel. Maar omdat het om het meest radioactieve afval gaat, zou het toch tot een verhoging van de kosten van eindberging kunnen leiden.

Veiligheidshalve verhogen we daarom de maximumschatting van de Commissie Opberging Radioactief Afval voor de kosten van eindberging met 25%, in het geval Borssele tot 2033 openblijft. Dat komt neer op een geschat bedrag van € 975 miljoen.

Is de huidige COVRA-voorziening, inclusief rente-inkomsten en nog te verwachten jaarlijkse dotaties, groot genoeg om de kosten van eindberging te dragen? Dat hangt onder meer af van de hoogte van de dotaties, de periode waarover nog dotaties te verwachten zijn, de rentestand en het moment waarop eindberging gewenst is.

Op Europees niveau is daarover de afgelopen jaren veel discussie gevoerd. De Europese Commissie is een sterke voorstander van een versnelde bouw van eindberging voor radioactief afval. In januari 2003 kwam de Commissie met een voorstel voor een richtlijn die de lidstaten onder meer zou verplichten om uiterlijk 2008 een beslissing te nemen ten aanzien van de locatie van een eindberging voor radioactief materiaal. Deze eindberging zou bovendien uiterlijk in 2018 in bedrijf genomen moeten worden.<sup>92</sup>

Vanwege verzet tegen dit voorstel vanuit de lidstaten (waaronder Nederland) is het voorstel in september 2004 door de Europese Commissie aangepast, waarbij geen data meer genoemd worden waarop een eindberging gerealiseerd moet zijn.<sup>93</sup>

Verwacht mag echter worden dat de discussie hiermee niet voor eeuwig beëindigd is. Het is goed denkbaar dat ergens in de komende decennia de lidstaten, waaronder Nederland, verplicht zullen worden om een eindberging voor radioactief materiaal op veel kortere termijn te realiseren dan nu de bedoeling is. We onderzoeken daarom wat de financiële gevolgen zouden zijn als de Nederlandse overheid nu of later zou beslissen dat een eindberging in 2050 gerealiseerd moet zijn.

Tabel 4 geeft een overzicht hoe de verschillende variabelen van invloed zijn op het financiële eindresultaat. Om het overzichtelijk te houden gaan we uit van een scenario waarin sluiting van Borssele in 2033 plaats vindt. Dotaties aan de COVRA-voorziening voor eindberging lopen in dat scenario ook door tot 2033. Op basis van de extrapolatie van cijfers uit het COVRA-jaarverslag over 2003 veronderstellen we dat begin 2005 de voorziening al was gegroeid tot € 23,45 miljoen, en dat de jaarlijkse dotatie in 2005 lag op een niveau van € 0,310 miljoen. In de jaren tot 2033 wordt de dotatie jaarlijks aangepast aan de inflatie. We gaan ervan uit dat deze jaarlijkse dotatie volledig voor rekening van EPZ komt. Als inflatiecijfer hanteren we 2%.<sup>94</sup>

<b>Tabel 4 Gevoeligheidsanalyse eindbergingsvoorziening COVRA</b>				
<b>Scenario's met lage dotatie 2005-2033</b>	<b>Jaarlijkse dotatie (€ mln)</b>	<b>Rente</b>	<b>Datum eindberging</b>	<b>Contante waarde in 2005 (€ mln)</b>
Eindberging 2130	0,3	3%	2130	1.166
Eindberging 2130 + lage rente	0,3	2%	2130	356
Eindberging 2100	0,3	3%	2100	489
Eindberging 2100 + lage rente	0,3	2%	2100	199
Eindberging 2050	0,3	3%	2050	115
Eindberging 2050 + lage rente	0,3	2%	2050	75
<b>Scenario's met hoge dotatie 2005-2033</b>	<b>Jaarlijkse dotatie (€ mln)</b>	<b>Rente</b>	<b>Datum eindberging</b>	<b>Contante waarde in 2005 (€ mln)</b>
Eindberging 2130	10,0	3%	2130	8.751
Eindberging 2130 + lage rente	10,0	2%	2130	2.911
Eindberging 2100	10,0	3%	2100	3.668
Eindberging 2100 + lage rente	10,0	2%	2100	1.626
Eindberging 2050	10,0	3%	2050	861
Eindberging 2050 + lage rente	10,0	2%	2050	616

Zoals hierboven uitgelegd hebben we de maximumschatting van de Commissie Opberging Radioactief Afval voor de kosten van eindberging (€ 720 miljoen) verhoogd met inflatie tot 2005, en verhoogd met 25% omdat Borssele langer in bedrijf blijft. Dit leidt tot een aangepaste maximumschatting voor de reële kosten van eindberging van € 975 miljoen. Uit de vergelijking van verschillende scenario's in bovenstaande tabel blijkt dat de jaarlijkse bijdrage die van EPZ gevraagd wordt voor de kosten van eindberging (nu € 0,3 miljoen) in het scenario dat een eindberging pas in 2130 gerealiseerd hoeft te zijn meer oplevert dan deze maximumschatting: een contante waarde van € 1.166 miljoen in 2005. Maar uit de vergelijking blijkt ook dat deze uitkomst sterk afhankelijk is van de veronderstelde reële rente (zonder inflatie). Bij een reële rente van 2% zal het gereserveerde vermogen in 2130 duidelijk tekort schieten (€ 356 miljoen) om de benodigde eindberging te realiseren.<sup>95</sup> Nog sterker is de uitkomst afhankelijk van de door COVRA gemaakte keuze om het realiseren van een eindberging uit te stellen tot 2130.

Wanneer men uitgaat van de eindbergiging rond 2100, wat tot op heden het officiële overheidbeleid was, dan zal het gereserveerde vermogen tegen die tijd tekort schieten (€ 489 miljoen). En dat geldt zeker bij een lage reële rente van 2% (€ 199 miljoen). Nog nijpender wordt het vermogenstekort wanneer men deze politieke keuze voor eindbergiging rond 2100 nu of in de toekomst zou willen terugdraaien (of dat zou moeten doen vanwege Europese regelgeving) tot bijvoorbeeld eindbergiging in 2050. Op die datum zal er bij de huidige dotaties duidelijk onvoldoende gereserveerd zijn (€ 115 miljoen bij 3% rente, € 75 miljoen bij 2% rente) om de eindbergiging te realiseren.

Op basis van deze uitkomsten hebben we ons de vraag gesteld of een forse verhoging van de jaarlijkse dotatie van EPZ aan de COVRA-voorziening voor eindbergiging zou voorkomen dat de voorziening op de gewenste einddatum tekort schiet om de kosten van eindbergiging te dragen. Als hypothese hebben we een verhoging van de jaarlijkse dotatie tot € 10 miljoen aangenomen. Op de datum die COVRA als uitgangspunt neemt om de eindbergiging te realiseren (2130), levert deze forse extra dotatie meer dan genoeg op om de kosten van eindbergiging te dragen (€ 8.751 miljoen), ook als de reële rente op 2% blijft steken (€ 2.911 miljoen).

Wordt het officiële overheidsstandpunt, eindbergiging rond 2100, als uitgangspunt genomen, dan levert de voorziening ook voldoende op (€ 3.668 miljoen bij 3% rente, € 1.626 miljoen bij 2% rente) om de eindbergiging te realiseren.

Maar als de datum waarop eindbergiging wordt gerealiseerd naar voren wordt gehaald, bijvoorbeeld naar 2050, is het ondanks deze forse verhoging van de jaarlijkse dotatie nog steeds goed mogelijk dat de voorziening op de gewenste einddatum niet groot genoeg is om de kosten van eindbergiging te dragen (€ 861 miljoen bij 3% rente en € 616 miljoen bij 2% rente). Deze bedragen liggen immers onder de maximum-schatting van de kosten van eindbergiging € 975 miljoen.

Geconcludeerd kan daarom worden dat de reële rente gedurende de gehele periode tot eindbergiging en de politieke keuze om eindbergiging van kerafval uit te stellen tot het jaar 2100 of zelfs 2130, van groot belang zijn voor de vraag of de huidige jaarlijkse eindbergingsdotatie door EPZ toereikend is.

## **2.7 Kosten ontmanteling**

EPZ gaat er vanuit dat de kerncentrale pas ontmanteld zal worden 40 jaar nadat de exploitatie beëindigd is. Om deze ontmanteling te bekostigen heeft EPZ twee voorzieningen gecreëerd:

- Een voorziening voor de kosten van de splijtstofkern die bij beëindiging van de exploitatie nog in de kerncentrale aanwezig is. Omdat deze splijtstofkern niet volledig benut kan worden voor elektriciteitsproductie, kan de kostprijs niet geheel terugverdiend worden. Om dit verlies op te vangen heeft EPZ een voorziening met een omvang van € 30,1 miljoen. Aan deze voorziening hoeft niet meer toegevoegd te worden, behalve als de kostprijs van splijtstofkernen toeneemt (in 2003 was er zelfs sprake van prijsdaling en nam deze voorziening dus ook af).<sup>96</sup>
- Een voorziening voor de amovering (ontmanteling) van de centrale, 40 jaar nadat de exploitatie beëindigd is. Bij de ingebruikname van de centrale is er voor gekozen om deze voorziening in een periode van 30 jaar op te bouwen. Dat betekent dus dat 2003 het laatste jaar was waarin een substantieel bedrag aan de voorziening werd toegevoegd (€ 11,1 miljoen). Daarvan kwam naar schatting € 5,8 miljoen uit de opbrengst van de elektriciteitsproductie en bestond € 5,3 miljoen uit rente. De voorziening had eind 2003 een omvang van € 143,8 miljoen.



Waarschijnlijk zal EPZ vanuit de opbrengsten van de elektriciteitsproductie de komende jaren geen middelen meer toevoegen aan de amoveringsreserve. Door € 143,8 miljoen op de bank te laten staan tegen een normaal rentepercentage zal deze voorziening namelijk ook in reële termen toenemen (gecorrigeerd voor inflatie). Of EPZ daarmee te zijner tijd voldoende middelen heeft om de ontmanteling te bekostigen, hangt zowel van de kosten van deze ontmanteling af als van het moment waarop ontmanteling plaats vindt.

Als de exploitatie van de kerncentrale Borssele in 2033 beëindigd wordt, vindt ontmanteling pas in 2073 plaats. Bij een rente van 4% en een inflatie van 2% is de contante waarde van de amoveringsvoorziening in 2073 gestegen tot € 582 miljoen (in prijzen van 2005). We gaan er vanuit dat EPZ denkt dat dit bedrag voldoende zal zijn om de kosten van ontmanteling te dragen. Vanaf 2004 wordt daarom vanuit de opbrengst van de elektriciteitsproductie door EPZ geen dotatie meer gedaan aan de amoveringsvoorziening.

We constateren echter dat het voornemen om na beëindiging van de exploitatie de ontmanteling van de kerncentrale nog 40 jaar uit te stellen niet onomstreden is. Inhoudelijke bezwaren zijn dat de Nederlandse maatschappij veertig jaar langer de kosten moet dragen van bewaking van deze kerncentrale en dat de locatie van de kerncentrale en diens omgeving veertig jaar lang geen alternatieve bestemmingen kan krijgen. In feite worden toekomstige generaties door het uitstellen van de ontmanteling geconfronteerd met onopgeloste problemen waarvoor mogelijk onvoldoende middelen zijn gereserveerd en met de onmogelijkheid om de locatie van de kerncentrale na beëindiging van de exploitatie een andere bestemming te geven.

Om dergelijke redenen kiezen in de Europese Unie zes van de veertien staten met kerncentrales (Finland, Duitsland, Italië, Litouwen, Slovenië en Spanje) voor ontmanteling direct na de sluiting van de kerncentrale. Slechts vier landen (Tsjechië, Hongarije, Nederland en Slowakije) hebben gekozen voor uitstel van de ontmanteling. De overige vier landen (België, Frankrijk, Groot-Brittannië en Zweden) hebben nog geen keuze gemaakt.<sup>97</sup>

Vanwege inhoudelijke redenen en vanwege harmonisatie van het beleid op dit gebied tussen de lidstaten, is het daarom goed denkbaar dat Nederland terug zal (moeten) komen op de keuze voor uitstel van ontmanteling. Directe ontmanteling maakt het mogelijk om op deze locatie alternatieve economische activiteiten te ontplooiën waarmee werkgelegenheid voor de regio behouden blijft. Gezien de aanwezige infrastructuur ligt de keuze voor een andere vorm van elektriciteitsproductie daarbij het meest voor de hand.

Ontmanteling na sluiting heeft uiteraard wel financiële consequenties voor de exploitant van de kerncentrale, de benodigde fondsen voor ontmanteling moeten in een kortere periode bij elkaar gebracht worden.

We gaan in de discussie over verlengde opening uit van sluiting van de kerncentrale Borssele in 2033. Bij een rente van 4% en een inflatie van 2% is de contante waarde van de amoveringsvoorziening (die eind 2003 een omvang had van € 143,8 miljoen) in 2033 gestegen tot € 268 miljoen (in prijzen van 2005).

Of de voorziening op het moment van ontmanteling groot genoeg zal zijn om de ontmantelingskosten te kunnen dragen, is een onzekere factor. Volgens de Europese Commissie wordt er over het algemeen van uitgegaan dat de ontmantelingskosten 10 tot 15% van de oorspronkelijke investeringskosten bedragen.<sup>98</sup>

Er is wereldwijd nog nauwelijks ervaring met ontmanteling van kerncentrales. Mogelijk vallen de kosten voor ontmanteling hoger uit dan tot nu toe begroot is, met het risico dat de overheid zal opdraaien voor alle meerkosten. We gaan er daarom veiligheidshalve uit dat de amoveringsvoorziening op het moment dat tot ontmanteling wordt overgegaan een omvang moet hebben van minimaal € 700 miljoen (in prijzen van 2005).

Wanneer in 2033 minimaal € 700 miljoen beschikbaar zou moeten zijn om de ontmantelingskosten te betalen, zal vanaf 2005 tot en met 2033 jaarlijks ongeveer € 11,0 miljoen aan de dotatie toegevoegd moeten worden bij een rente van 4% en een inflatie van 2%.

## 2.8 Kosten beveiliging

De kerncentrale Borssele moet voldoen aan beveiligingsvoorschriften, zoals vastgelegd in de *Beveiligingsrichtlijn kerninstallaties van 1993 (BRK93)* van het ministerie van VROM. De BRK93 verplicht tot het voorhanden hebben van de plannen voor een interne beveiligingsorganisatie (plan IBO) die naadloos aansluit op de externe beveiligingsorganisatie aan overheidszijde (plan EBO). Deze plannen zijn ingericht op de handhaving van de veiligheid bij zowel vreedzame acties (verstoring openbare orde en veiligheid) als op acties van criminele en/of terroristische aard (verstoring van rechtsorde). De burgemeester van de plaats van vestiging van de nucleaire installatie is verantwoordelijk voor het plan EBO, waar het de bescherming van de locatie en de directe omgeving betreft. Zaken zoals de bescherming van het luchtruim zijn een nationale aangelegenheid. De specifieke maatregelen die op grond van het IBO en EBO plan getroffen worden, zijn afhankelijk van het voor de betreffende locatie vastgestelde dreigingsniveau. De kerncentrale Borssele beschikt op grond van de BRK93 over een eigen beveiligingsdienst die belast is met de uitvoering van de object bewaking. De kosten hiervan maken integraal onderdeel uit van de bedrijfsvoering en komen geheel ten laste van de exploitant. In het kader van de tienjaarlijkse veiligheidsevaluatie van de kerncentrale Borssele moeten ook bepaalde maatregelen getroffen worden om de kwetsbaarheid van de centrale te verminderen.<sup>99</sup>

Behalve de kerncentrale zelf moeten ook de transporten van en naar Cogema in La Hague beveiligd worden. Tot voor kort ging het alleen om transporten van gebruikte splijtstofstaven, maar sinds de HABOG van Covra gereed is (eind 2003) komt het afval dat bij opwerking ontstaat ook weer terug. In september 2004 is het eerste transport met hoogradioactief opwerkingsafval bij COVRA aangekomen, in april 2005 volgde het twee transport.<sup>100</sup> De transporten worden per spoor uitgevoerd. "Voor de komende jaren zijn thans nog twee transporten gepland", aldus staatssecretaris Van Geel in februari 2005.<sup>101</sup>

De kosten voor de beveiliging van de kerncentrale Borssele en de kernafvaltransporten van en naar Cogema in Frankrijk worden gedeeltelijk gedragen door EPZ zelf. Volgens staatssecretaris Van Geel komen "aansluitende maatregelen in het kader van de openbare orde en veiligheid van de staat als gebruikelijk voor de overheid. Het is mij niet bekend om welke bedragen het hierbij gaat omdat de kerncentrale Borssele en de bijbehorende transporten deel uitmaken van het totaal aan objecten die aandacht vergen in het kader van het voorkomen van terroristische aanslagen en dergelijke."<sup>102</sup>

Vanwege de toenemende dreiging van terroristische aanslagen mag aangenomen worden dat deze kosten de komende jaren sterk zullen stijgen. Bovendien lopen deze kosten gedeeltelijk door na beëindiging van de exploitatie, gedurende de afkoelingsperiode van 40 jaar voordat de ontmanteling plaats vindt (zie paragraaf 2.7). In die periode zal de overheid wel kosten moeten maken om het gebouw te beschermen en zal de gebruikte grond ook niet voor andere doeleinden gebruikt kunnen worden.

De overheid zou - net als nu bij voetbalclubs gebeurt - kosten in rekening kunnen brengen voor bescherming van de kerncentrale en afvaltransporten in de periode tot en met 2033 en gedurende afkoelingsperiode van 40 jaar daarna. We schatten deze kosten op € 2 miljoen per jaar gedurende de exploitatieperiode van de kerncentrale.

## 2.9 Kosten aansprakelijkheid

De aansprakelijkheid bij ongevallen van kerncentrales is onder auspiciën van de OESO (Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling) geregeld in de Verdragen van Parijs (1960) en Brussel (1963). Deze verdragen zijn ondertekend en geratificeerd door de meeste West-Europese landen die kerncentrales bezitten (inclusief Nederland).

Daarnaast is onder auspiciën van het International Atoom Energie Agentschap (IAEA) van de Verenigde Naties in 1963 het Verdrag van Wenen over hetzelfde onderwerp tot stand gekomen. Dit verdrag is met name ondertekend door niet-West-Europese landen. De Verdragen van Parijs, Brussel en Wenen zijn in de loop der jaren verschillende malen gewijzigd en op elkaar afgestemd, waardoor er in de meeste landen met kerncentrales nu een vergelijkbare regeling met betrekking tot aansprakelijkheid van kracht is. Overigens hebben een aantal belangrijke kernenergielanden (o.a. de Verenigde Staten en China) geen van deze verdragen ondertekend.<sup>103</sup>

De Verdragen van Parijs en Brussel zijn in 1965 voor het eerst in de Nederlandse wetgeving verwerkt. In 1979 is deze oorspronkelijke wet vervangen door de Wet Aansprakelijkheid Kernongevallen (WAKO), die later nog enkele malen gewijzigd is. Volgens de huidige tekst van de WAKO is de exploitant van een kerninstallatie altijd aansprakelijk voor schade die wordt veroorzaakt door een kernongeval, aantonen dat de exploitant schuld had aan het ongeval is daarvoor niet vereist. De exploitant is aansprakelijk tot een maximumbedrag van € 340,3 miljoen (het equivalent van 750 miljoen gulden). Voor dit bedrag moet hij zich ook verzekeren. Is de schade groter, dan stelt de staat publieke middelen beschikbaar tot een bedrag van € 2.268,9 miljoen (het equivalent van 5 miljard gulden). De staat kan echter wel een vergoeding van de exploitant vragen voor deze aanvullende verzekering.<sup>104</sup>

Belangrijk in dit verband is dat in februari 2004 de Verdragen van Parijs en Brussel ingrijpend zijn aangepast. De reikwijdte van de aansprakelijkheid van de exploitant in de Verdragen van Parijs en Brussel gewijzigd. Behalve voor persoonlijk letsel en schade aan eigendommen, is de exploitant nu ook aansprakelijk voor economische verliezen, maatregelen die nodig zijn om het milieu herstellen, inkomensverlies als gevolg van deze milieuschade en de kosten van preventieve maatregelen.

Daarnaast is het bedrag verhoogd waarvoor de exploitant aansprakelijk is, tot € 700 miljoen. Daarbovenop is de nationale overheid aansprakelijk tot een extra bedrag van € 500 miljoen. Mocht de schade nog groter zijn, dan zijn de staten die het Verdrag van Brussel hebben ondertekend gezamenlijk ook nog aansprakelijk voor een aanvullende € 300 miljoen.<sup>105</sup> De WAKO moet nog aangepast worden aan deze veranderingen van de Verdragen van Brussel en Parijs. Onlangs is gestart met de voorbereidingen voor aanpassing van deze wet, maar er valt nog niets te zeggen over de termijn waarop een concreet wetsvoorstel gereed is.<sup>106</sup>

Voor de kerncentrale Borssele zijn er, op grond van de Verdragen van Parijs en Brussel en de WAKO, dus drie kostenposten op gebied van externe aansprakelijkheid voor ongelukken:

- EPZ moet zich volgens de WAKO verzekeren voor een bedrag van € 340,3 miljoen. Deze verzekering is - net als die van de andere zes exploitanten van kerninstallaties in Nederland - ondergebracht bij de *Nederlandse Pool voor Verzekering van Atoomrisico's*. Dat is een vereniging van ongeveer 25 grote Nederlandse verzekeringsmaatschappijen die gezamenlijk het verzekerde risico op zich nemen. Gedeeltelijk wordt dit risico ook weer herverzekerd bij vergelijkbare pools in andere kernenergielanden, die meer kennis en capaciteit hebben op dit gebied. De door EPZ te betalen premie is "relatief bescheiden" en zal ook niet enorm stijgen als het verzekerde risico binnenkort wordt verhoogd van € 340,3 miljoen tot € 700 miljoen.<sup>107</sup> Hoe hoog de huidige premie is niet bekend. In de Verenigde Staten, waar exploitanten van kerncentrales verplicht zijn zich tot een risico van US\$ 300 miljoen (€ 233 miljoen) commercieel te verzekeren, bedragen de jaarlijkse verzekeringskosten ongeveer US\$ 400.000 (€ 311.000) per centrale.<sup>108</sup>

Het verzekerd risico van Borssele ligt ongeveer anderhalf maal hoger dan dat van Amerikaanse centrales. Gebaseerd op de in de VS gebruikelijke verzekeringspremie schatten we daarom de huidige verzekeringspremie voor de kerncentrale Borssele op € 450.000 per jaar. Wanneer de WAKO is aangepast en het verzekerde risico moet worden verhoogd van € 340,3 miljoen naar € 700 miljoen, zal de verzekeringspremie van Borssele naar schatting stijgen tot € 925.000.

- Daarnaast moet EPZ op grond van de WAKO de Nederlandse staat een vergoeding betalen voor de aanvullende verzekering tot € 2.268,9 miljoen die de staat biedt. In 2004 betaalden de zeven exploitanten van kerninstallaties in Nederland hiervoor vergoedingen met een totale omvang van € 467.216,61 aan de staat.<sup>109</sup> We gaan ervan uit dat EPZ hiervan ruim de helft betaalt.
- Tenslotte is er de (onbetaalde) kostenpost van de verzekeringspremie voor de aansprakelijkheid van EPZ bij ongevallen die meer dan € 2.268,9 miljoen schade veroorzaken. Dat de schade bij een ernstig ongeluk boven dit bedrag uitkomt is verre van denkbeeldig, de totale schade van het ongeluk met de kerncentrale in Tsjernobyl (Oekraïne) in 1986 wordt geraamd op US\$ 235 miljard voor Wit-Rusland en US\$ 201 miljard voor de Oekraïne zelf, over een periode van dertig jaar.<sup>110</sup>

Voor de verzekering van zijn aansprakelijkheid boven de € 340,3 miljoen (straks € 700 miljoen) betaalt EPZ dus slechts een geringe premie aan de staat. De overheid zou kunnen besluiten om EPZ een marktconform tarief in rekening te brengen voor het vanuit overheidsgeld afgedekte externe aansprakelijkheidsrisico van € 2.268,9 miljoen, plus het ongedekte risico dat nog veel hoger zou kunnen uitvallen en dan ten laste van de samenleving als geheel komt.

De premie die Amerikaanse kerncentrales betalen voor hun commerciële aansprakelijkheidsverzekering komt overeen met ongeveer 0,13% van het verzekerd bedrag (US\$ 400.000 voor US\$ 300 miljoen). Waarschijnlijk daalt de procentuele premie als het verzekerd bedrag toeneemt. Conservatief geschat gaan we uit van een jaarlijks premie van 0,01% over het feitelijk verzekerde bedrag. Bij een feitelijk verzekerd bedrag van zeker € 100 miljard komen we daarmee op een geschatte niet-betaalde verzekeringspremie van € 10 miljoen per jaar.

Voor de volledigheid vermelden we nog dat EPZ ook lid is van de European Mutual Association for Nuclear Insurance (EMANI). Dit is een onderlinge verzekeringsmaatschappij waar exploitanten van kerncentrales uit België, Canada, Duitsland, Finland, Frankrijk, Groot-Brittannië, Hongarije, Italië, Nederland, Slovenië, Slowakije, Zuid-Afrika, Zweden en Zwitserland lid van zijn. EMANI verzekert in de eerste plaats de eigendommen van deze exploitanten, maar via zustermaatschappij European Liability Insurance for the Nuclear Industry (ELINI) begeeft de maatschappij zich nu ook op de markt voor verzekeringen tegen externe aansprakelijkheid. EMANI en ELINI verzekeren op hun beurt een deel van het risico weer bij commerciële verzekeraars. Voor zover bekend heeft EPZ zijn externe aansprakelijkheid echter (nog) niet bij ELINI verzekerd.<sup>111</sup>

## 2.10 Winstmarge

### 2.10.1 Inleiding

Uit een vergelijking van de te verwachten opbrengsten en kosten van de elektriciteitsproductie van de kerncentrale Borssele kan een indicatie verkregen worden van de te verwachten winstmarge. Deze toekomstige winstmarge is in de huidige discussie over verlengde opening van de kerncentrale van groot belang, omdat deze winstmarge bepalend is voor de hoogte van de afkoopsom die de overheid zou moeten betalen aan EPZ wanneer de kerncentrale in 2013 gesloten wordt.

Omdat we willen nagaan wat de gevolgen zijn van het overheidsbeleid ten aanzien van kernenergie voor de te verwachten winsten van de kerncentrale Borssele bespreken we hier twee scenario's: *Business as Usual* en *Fair Play*. In het *Business as Usual* scenario vinden geen wijzigingen plaats in het huidige kernenergiebeleid. In het *Fair Play* scenario wordt uitgegaan van een overheidsbeleid dat de productie van kernenergie niet langer bevoordeelt ten opzichte van andere economische en maatschappelijke activiteiten en dat daarom alle externe kosten doorberekent aan de producenten van kernenergie.

Voor beide scenario's worden de te verwachten opbrengsten gebaseerd op de in paragraaf 2.2 besproken studie van ECN en RIVM. Deze studie voorspelt dat de Nederlandse *baseload* elektriciteitsprijs zal fluctueren rond de € 0,04 per kWh tussen 2005 en 2011, en daarna geleidelijk zal stijgen naar € 0,05 per kWh in 2020. Na 2020 gaan we uit van een stijging met 1% per jaar.

De beide scenario's onderscheiden zich echter sterk op het gebied van de kosten die doorberekend worden aan de kerncentrale Borssele. In de volgende subparagrafen gaan we hier gedetailleerd op in.

### 2.10.2 Business As Usual scenario

Voor de te verwachten kosten in het *Business As Usual* scenario nemen we de in paragraaf 2.3 besproken studie van ECN als uitgangspunt, waarbij we een aantal correcties uitvoeren op basis van de in de paragrafen 2.4 tot en met 2.9 besproken informatie over verschillende kostenposten. Het gaat om de volgende correcties:

- Correctie voor prijsstijgingen tussen 2001 en 2005: plus 5,3%;<sup>112</sup>
- Vervanging van vaste afschrijvingskosten van € 11,6 miljoen per jaar door de volgende afschrijvingskosten:

Periode	Afschrijvingskosten
2005	5,6
2006-2013	14,0
2014-2015	8,4
2016	2,0
2017-2026	2,0
2026-2033	2,0

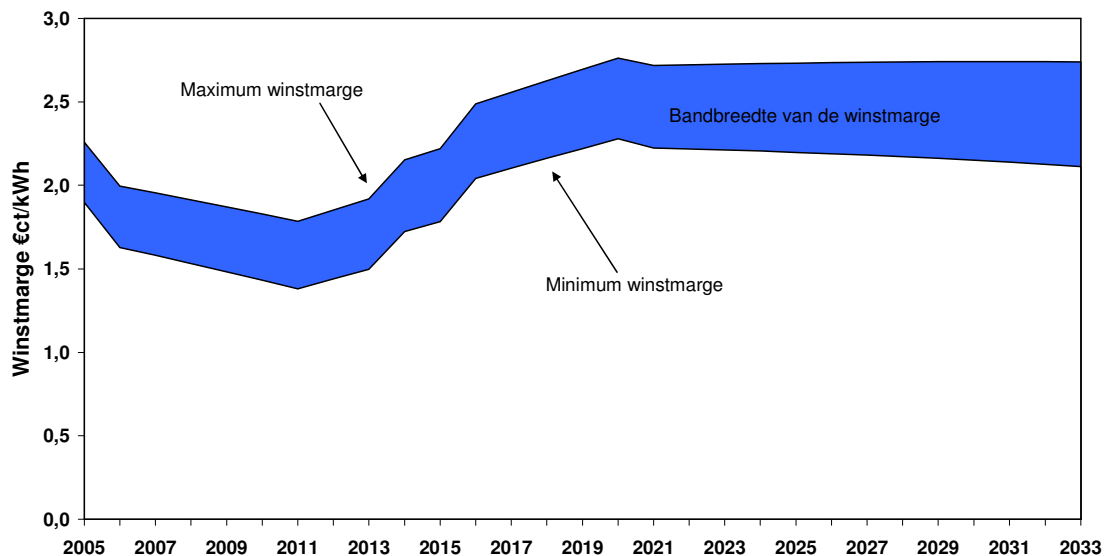
- Beëindiging van dotaties aan de amoveringsvoorziening uit de lopende exploitatie: min € 5,8 miljoen;
- Verhoging verzekerd aansprakelijkheidsrisico van € 340,3 miljoen tot € 700 miljoen: plus € 0,475 miljoen per jaar vanaf 2006;

- De elektriciteitsproductie van de kerncentrale Borssele in de periode 2001-2004 bedroeg gemiddeld 3.706 GWh per jaar. Vanaf 2006 wordt het vermogen echter opgevoerd met 30 MW, ofwel 6,7% van het huidige vermogen. Om deze reden schatten we de elektriciteitsproductie van Borssele op gemiddeld 3.953 GWh per jaar. <sup>113</sup>

De gevolgen van deze correcties voor de geschatte kostprijs van de door de kerncentrale Borssele geproduceerde elektriciteit, worden weergegeven in Tabel 5. Het prijspeil van het jaar 2005 geldt daarbij als uitgangspunt.

<b>Tabel 5 Business As Usual: kostprijs elektriciteitsproductie Borssele</b>					
		2005-2013		na 2013	
<b>Bandbreedte</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Laag</b>	<b>Hoog</b>	<b>Laag</b>	<b>Hoog</b>
Kostenraming ECN (Tabel 2)	€ miljoen	76,6	90,1	76,6	90,1
Correctie prijsstijging	€ miljoen	4,1	4,8	4,1	4,8
Correctie afschrijvingskosten	€ miljoen	-6,0	+2,4	-3,2	-9,6
Correctie amoveringsvoorziening	€ miljoen	-5,8	-5,8	-5,8	-5,8
Correctie aansprakelijkheidsverzekering	€ miljoen	0,0	0,5	0,5	0,5
<b>Totale kosten per jaar</b>	<b>€ miljoen</b>	<b>68,9</b>	<b>92,0</b>	<b>65,7</b>	<b>86,4</b>
Elektriciteitsproductie (vanaf 2006)	GWh	3.953	3.953	3.953	3.953
<b>Kostprijs</b>	<b>€ct/kWh</b>	<b>1,74</b>	<b>2,33</b>	<b>1,66</b>	<b>2,18</b>

Wat deze schattingen van de kostprijs betekenen voor de winstmarge van de kerncentrale, wordt weergegeven in Figuur 5. We gaan er daarbij van uit dat de kerncentrale tot 2033 openblijft en dat de kostprijs jaarlijks met 2% stijgt.



**Figuur 5. Business As Usual scenario: winstmarge kerncentrale Borssele**

Uit Figuur 5 blijkt dat de winstmarge van de kerncentrale tot 2033 naar schatting zal variëren tussen de 1,4 en 2,7 eurocent per kWh. Bij een verkoop van 3.953 GWh per jaar leidt dat tot een bedrijfsresultaat variërend tussen € 55 en 108 miljoen per jaar en een netto-winst na belastingen variërend tussen € 38 en 76 miljoen per jaar.

Een berekening van de netto contante waarde in 2013 van de geschatte winsten van de kerncentrale Borssele in de periode 2014-2033 in het *Business As Usual* scenario komt op een bedrag van € 727 tot 902 miljoen (bij een discontovoet van 5%). Als we er echter van uitgaan dat de kerncentrale Borssele na 2013 nog 15 jaar in bedrijf blijft (in plaats van twintig), valt de netto contante waarde van de geschatte winsten van de kerncentrale Borssele lager uit: tussen € 604 miljoen en € 744 miljoen.

De schatting die wij maken van de contante waarde van de kerncentrale Borssele in het *Business As Usual* scenario valt dus binnen de marge die staatssecretaris Van Geel in februari 2005 aan de Tweede Kamer noemde: "in de orde van grootte van enkele honderden miljoenen tot ruim een miljard euro (prijspeil 2013)".<sup>114</sup>

Onze schatting komt ook aardig overeen met een eerdere schatting van staatssecretaris Van Geel in december 2003. Bij "conservatieve aannamen" zoals een winstmarge van 2,25 eurocent per kilowattuur verwachtte hij toen een contante waarde van de kerncentrale Borssele bij nog 10 volgende productie jaren van circa € 580 miljoen en bij 15 productie jaren van circa € 800 miljoen.

In december 2003 maakte de staatssecretaris echter ook een schatting op basis van minder conservatieve aannamen, met name een verwachte winstmarge van 4,5 eurocent per kilowattuur. Bij een verwachte elektriciteitsprijs van 5 eurocent per kWh (Figuur 4) is een dergelijke winstmarge echter volstrekt irreëel. De door de staatssecretaris hierop gebaseerde contante waarde - € 1,3 tot 1,8 miljard - valt dan ook buiten de schatting die wij maken van de contante waarde van de kerncentrale Borssele in het *Business As Usual* scenario.<sup>115</sup>

### 2.10.3 Fair Play scenario

In het *Fair Play* scenario wordt uitgegaan van een ander overheidsbeleid ten aanzien van kernenergie. Belangrijk uitgangspunt daarbij is dat de productie van kernenergie niet langer bevoordeeld wordt ten opzichte van andere producenten van energie in Nederland en Europa en evenmin ten opzichte van andere economische en maatschappelijke activiteiten. In de eerste plaats worden daarom alle externe kosten (op het gebied van beveiliging en aansprakelijkheid) doorberekend aan de producenten van kernenergie. Dit geldt immers ook voor andere energieproducenten en maatschappelijke activiteiten.

In de tweede plaats worden bestaande nationale en internationale regels (op het gebied van veiligheid en milieubescherming) onverkort gehandhaafd, ook als dit nadelige financiële consequenties heeft voor de producenten van kernenergie. Bij andere maatschappelijke activiteiten worden immers overtredingen van veiligheids- en milieuregels om financiële redenen in principe ook niet getolereerd.

Ten derde streeft dit beleid naar het creëren van een *level playing field* tussen verschillende energieproducenten, binnen Nederland en binnen Europa. In dit scenario volgt Nederland daarom het dominante beleid in de andere lidstaten van de Europese Unie, waar in toenemende mate wordt gekozen voor ontmanteling van kerncentrales direct na sluiting en voor directe opslag van gebruikte splijtstofstaven.

De verandering van het overheidsbeleid ten aanzien van kernenergie in het *Fair Play* scenario wordt echter niet alleen ingegeven door het streven naar een *level playing field* en naar gelijke behandeling van kernenergieproducenten en andere maatschappelijke actoren. Zeker zo belangrijke motieven voor deze beleidsverandering zijn het streven naar een grotere bescherming van de eigen bevolking tegen de gevolgen van een kernongeluk of een aanslag op een kerncentrale, het streven naar non-proliferatie en het streven naar vermindering van de vervuiling van de Atlantische Oceaan en Noordzee.

Concreet betekenen deze overwegingen dat in het *Fair Play* scenario de volgende overheidsmaatregelen worden genomen ten aanzien van kernenergie in het algemeen en ten aanzien van de kerncentrale Borssele in het bijzonder:

- Uit het bijna-ongeluk in de Davis-Besse centrale is de conclusie getrokken dat nucleaire deskundigen mogelijk onvoldoende in staat zijn om de veiligheidsgevolgen van verouderingsprocessen adequaat te voorspellen (zie paragraaf 1.4). Net als de haarscheurtjes in regelstaven die al vijftien jaar voor Davis-Besse bekend waren maar nooit tot ingrijpende maatregelen leidden, zijn er op dit moment mogelijk andere verouderingsprocessen gaande die tot op heden als onbelangrijk worden beschouwd maar die in de toekomst tot een (bijna-)ongeluk zouden kunnen leiden. Hoewel deskundigen nu stellen dat de centrale zonder grote investeringen nog decennia veilig kan draaien, is het heel wel denkbaar dat door overheidsmaatregelen in de toekomst - bijvoorbeeld twintig jaar na het vorige grootscheepse renovatieprogramma (1995-1997) - opnieuw een vergelijkbaar investeringsprogramma noodzakelijk wordt om de samenleving te behoeden voor een kernongeluk en de veiligheid van de kerncentrale te waarborgen. Het schatten van de omvang van de dan vereiste investeringen is uiteraard niet goed mogelijk. We gaan daarom uit van een brede marge: als ondergrens hanteren we de gemiddelde kosten van een reactorvatdeksel (€ 30 miljoen) en als bovengrens veronderstellen we hetzelfde investeringsbedrag als bij de renovatie van 1995-1997 (€ 212 miljoen). Dit komt overeenkomt met kapitaalslasten van € 3,9 tot 27,5 miljoen per jaar in de periode 2017-2026 (prijsspeil 2005). Aangetekend moet hierbij worden dat de gekozen ondergrens (30 miljoen euro) wellicht veel te laag is om de veiligheid van de kerncentrale gedurende de komende 28 jaar te garanderen.
- Na 2013 is voortzetting van opwerking van gebruikte splijtstofstaven bij Cogema niet langer mogelijk. Dit kan het gevolg zijn van sluiting van de opwerkingsfabriek in La Hague of van een verbod op opwerking door de Nederlandse overheid, om uitvoering te geven aan de OSPAR Conventie, vanwege de gevaren van plutonium en om aan te sluiten bij het beleid in andere lidstaten. Dat betekent dat COVRA, op kosten van EPZ, moet investeren in een gebouw voor directe opslag van gebruikte brandstofstaven. Door ECN werd zo'n gebouw begroot op € 63,5 tot 118 miljoen. Daarnaast is een uitbreiding van het opslagbassin van de kerncentrale noodzakelijk waarvoor ECN € 3,2 tot 5,9 miljoen begrootte. Daar staat wel een besparing op de kosten van opwerking en opslag in de HABOG van € 9,1 tot 11,3 miljoen per jaar tegenover. Voor wat de conditionering van gebruikte splijtstofstaven gaan we uit van twee opties:
  - Conditionering in het buitenland, jaarlijkse kosten € 5,5 miljoen in de periode 2014-2033.
  - Bouw van een eigen, Nederlandse conditioneringsfaciliteit: een extra investering van € 227 miljoen, resulterend in jaarlijkse kapitaalslasten van € 31,0 miljoen in de periode 2014-2023
- De overheid besluit - mede onder druk van de Europese discussie op dit gebied - om de eindberging van het kernafval van Borssele niet uit te stellen tot 2130, maar al te streven naar een permanente faciliteit in 2050. Om dat te bekostigen moet het jaarlijks door EPZ aan COVRA te betalen eindbergingstarief stijgen tot minimaal € 10 miljoen, zoals beargumenteerd in paragraaf 2.6.

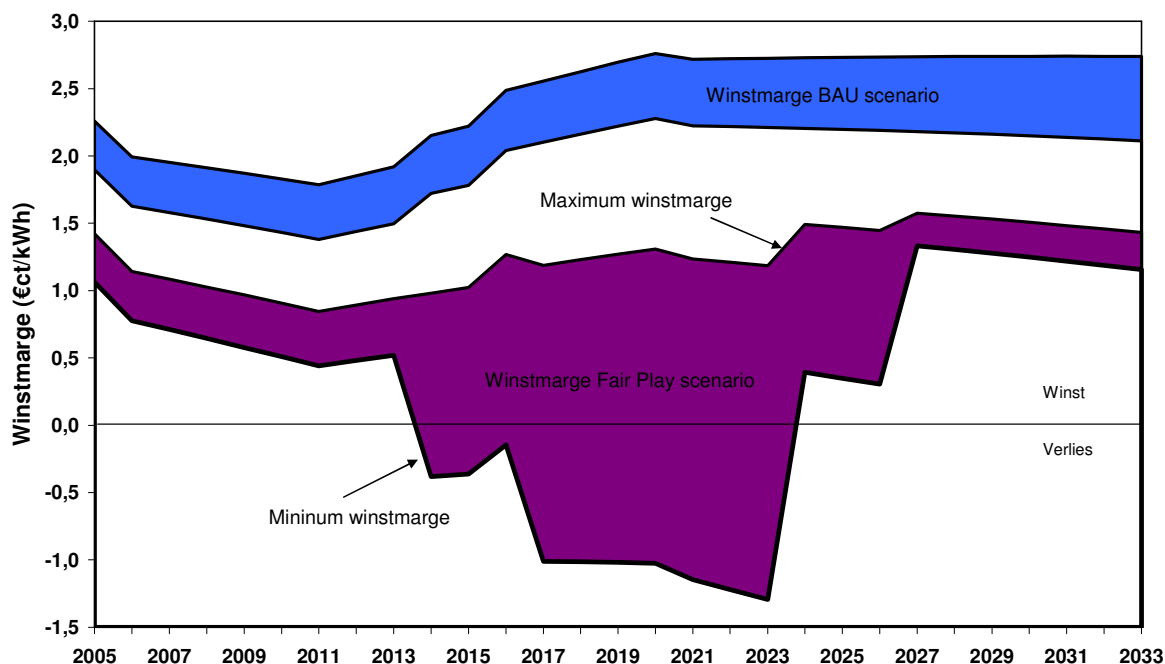


- De overheid besluit om aan te sluiten bij wat gebruikelijk is elders in Europa door EPZ te verplichten om direct na sluiting van de centrale tot ontmanteling over te gaan. Dit maakt het mogelijk om op deze locatie alternatieve economische activiteiten te ontplooiën waarmee werkgelegenheid voor de regio behouden blijft. Gezien de aanwezige infrastructuur ligt de keuze voor een andere vorm van elektriciteitsproductie daarbij het meest voor de hand.  
Om ontmanteling direct na sluiting van de centrale te kunnen financieren, moet EPZ vanaf 2005 een extra dotatie van € 11,0 miljoen per jaar aan de ontmantelingsvoorziening doen, zoals beargumenteerd in paragraaf 2.7.
- De overheid brengt - net als bij voetbalclubs gebeurt - alle kosten in rekening voor bescherming van de kerncentrale en afvaltransporten in rekening in de periode tot en met 2033 en eventueel ook gedurende de afkoelingsperiode van 40 jaar daarna. We schatten deze kosten op € 2 miljoen per jaar gedurende de exploitatieperiode van de kerncentrale.
- De overheid brengt EPZ een marktconform tarief in rekening voor het vanuit overheidsgeld afgedekte externe aansprakelijkheidsrisico van € 2.268,9 miljoen, plus het ongedekte risico dat nog veel hoger zou kunnen uitvallen en dan ten laste van de samenleving als geheel komt. Een jaarlijkse premie van 0,01% over het feitelijk verzekerde bedrag - zeker € 100 miljard - komt op € 10 miljoen per jaar.

De gevolgen van deze wijzigingen in het overheidsbeleid voor de kostprijs van de elektriciteitsproductie van Borssele - ten opzichte van de kostprijs in het *Business As Usual* scenario - worden samengevat in Tabel 6.

<b>Tabel 6 Fair Play: Kostprijseffecten externe kosten (in €ct/kWh)</b>			
<b>Maatregel</b>	<b>Laag</b>	<b>Hoog</b>	<b>Periode</b>
Investering veiligheid	+ 0,23	+ 0,69	2017-2026
Investering directe opslag	+ 0,23	+ 0,43	2014-2023
Besparing opwerkingskosten	- 0,23	- 0,29	2014-2033
Kosten conditionering in het buitenland	+ 0,15		2014-2033
Investering conditioneringsfaciliteit		+ 0,78	2014-2023
Vervroegde eindberging	+ 0,27	+ 0,27	2005-2033
Directe ontmanteling	+ 0,28	+ 0,28	2005-2033
Kosten beveiliging	+ 0,05	+ 0,05	2005-2033
Marktconforme verzekeringspremie	+ 0,25	+ 0,25	2005-2033

Verwerking van deze kostprijseffecten in de winstmarges die de kerncentrale Borssele in de periode 2005-2033 kan behalen, levert het volgende beeld op:



**Figuur 6. Fair Play scenario: winstmarge kerncentrale Borssele**

In het *Fair Play* scenario zal de kerncentrale Borssele minder winstgevend zijn. De maximum-winstmarge varieert tussen de 0,9 en 1,5 eurocent per kWh, maar de minimum-winstmarge fluctueert tussen een winst van 1,3 eurocent per kWh en een verlies van 1,3 eurocent per kWh.

Het bedrijfsresultaat van de kerncentrale zal in dit *Fair Play* scenario uiteraard ook sterk fluctueren, van maximaal € 62 miljoen winst tot maximaal € 51 miljoen verlies. De netto-winst na belastingen varieert dan in principe tussen de € 44 miljoen winst en € 36 miljoen verlies per jaar, maar door verliescompensatie kunnen de winsten incidenteel hoger uitkomen.

Een berekening van de netto contante waarde in 2013 van de geschatte winsten van de kerncentrale Borssele in de periode 2014-2033 in het *Fair Play* scenario komt op een bedrag van min € 51 miljoen tot plus € 449 miljoen (bij een discontovoet van 5%). De bovengrens van het *Fair Play* scenario is overigens sterk afhankelijk van de optimistische schatting dat de kerncentrale de komende 28 jaar slechts € 30 miljoen in veiligheid hoeft te investeren.

Wanneer er van wordt uitgegaan dat de kerncentrale na 2013 nog vijftien jaar in bedrijf blijft (in plaats van twintig), valt de netto contante waarde van de geschatte winsten van de kerncentrale Borssele lager uit: tussen min € 122 miljoen en plus € 363 miljoen.

## 2.11 Conclusie

De netto contante waarde van de netto-winsten die de kerncentrale Borssele in de periode 2014-2033 zou kunnen realiseren is sterk afhankelijk van het door de overheid te voeren kernenergiebeleid. Bij ongewijzigd overheidsbeleid (het *Business As Usual* scenario) waarbij de producenten van kernenergie een voorkeursbehandeling krijgen ten opzichte van andere maatschappelijke actoren, kan deze netto contante waarde oplopen tot een bedrag van € 727 tot 902 miljoen.

Vanwege inhoudelijke argumenten en Europese druk is het echter goed mogelijk dat de Nederlandse overheid in de toekomst een einde maakt aan de voorkeursbehandeling van producenten van kernenergie ten opzichte van andere producenten van energie en ten opzichte van andere maatschappelijke actoren. In de eerste plaats worden dan alle maatschappelijke kosten (op het gebied van beveiliging en aansprakelijkheid) doorberekend aan de producenten van kernenergie. In de tweede plaats worden bestaande nationale en internationale regels (op het gebied van veiligheid en milieubescherming) onverkort gehandhaafd, ook als dit nadelige financiële consequenties heeft voor de producenten van kernenergie. En ten derde streeft dit beleid naar het creëren van een *level playing field* tussen verschillende energieproducenten, binnen Nederland en binnen Europa, onder meer door het volgen van het Europees beleid op het gebied van directe ontmanteling en opslag. Samenvattend noemen we deze beleidsverandering het *Fair Play* scenario.

De netto contante waarde van de netto-winsten die de kerncentrale Borssele in de periode 2014-2033 zou kunnen realiseren daalt in het *Fair Play* scenario naar schatting naar een bedrag van min € 51 miljoen tot plus € 449 miljoen. (De bovengrens van het *Fair Play* scenario is overigens sterk afhankelijk van de optimistische schatting dat de kerncentrale de komende 28 jaar slechts € 30 miljoen in veiligheid hoeft te investeren.)

De schatting van de netto contante waarde van de door de kerncentrale Borssele ná 2013 te behalen winsten zal richtinggevend zijn voor de afkoopsom die de overheid aan de exploitant van Borssele denkt te moeten betalen om sluiting in 2013 te realiseren. Uit de analyse in dit rapport blijkt dat de hoogte van deze afkoopsom sterk afhankelijk is van het te voeren overheidsbeleid ten aanzien van kernenergie.

Als de overheid vanwege inhoudelijke argumenten en/of druk vanuit Brussel de huidige voorkeursbehandeling voor de producenten van kernenergie ongedaan gaat maken, zal verlengde opening van de kerncentrale Borssele na 2013 veel minder winstgevend blijken te zijn. De aan EPZ te betalen afkoopsom zal dan tot een relatief bescheiden bedrag, en mogelijk zelfs tot nul, gereduceerd worden. Een dergelijke beleidsverandering is zeker niet ondenkbeeldig en valt goed te beargumenteren. Het lijkt dan ook raadzaam om de hoogte van een eventuele afkoopsom mede te baseren op deze mogelijke beleidsverandering.

## Annex 1 Noten

- 1 Rechter Den Bosch: Borssele blijft open, Persbericht EPZ, Borssele, 25 september 2002.
- 2 "Meedoen, meer werk, minder regels", Hoofdlijnenakkoord van het kabinet Balkenende-2, Den Haag, 16 mei 2003.
- 3 Van Geel: sluiten kost veel en levert niets op, Harm van den Berg, NRC Handelsblad, Rotterdam, 16 februari 2005.
- 4 Kerncentrale Borssele, Brief van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag, 21 februari 2005.
- 5 Kerncentrale Borssele, Brief van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag, 24 februari 2005; Van Geel weigert Borssele-rapporten vrij te geven, Algemeen Nederlands Persbureau, Den Haag, 24 februari 2005.
- 6 Kerncentrale Borssele, Brief van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag, 9 maart 2005; Kamer krijgt Borssele-rapporten niet, Algemeen Nederlands Persbureau, Den Haag, 9 maart 2005.
- 7 Website EPZ ([www.epz.nl](http://www.epz.nl)), Bezocht in maart 2005.
- 8 ABC van Kernenergie, J. Heijn, J. Smit en W.L. Zijp (redactie), ECN, Petten, januari 1993.
- 9 Schriftelijke informatie van Monique Linger, Afdeling communicatie EPZ, Borssele, 4 november 2003; Website EPZ ([www.epz.nl](http://www.epz.nl)), Bezocht in maart 2005.
- 10 Jaarverslag 2003, EPZ, Borssele, Mei 2004.
- 11 Openhouden Borssele 'verstandig en logisch', Arjen Schreuder, NRC Handelsblad, Rotterdam, 16 februari 2005.
- 12 Power Reactor Information System (PRIS), Website International Atomic Energy Agency ([www.iaea.org](http://www.iaea.org)), Bijgewerkt tot 10 maart 2005.
- 13 Nuclear Power in the OECD, International Energy Agency, Wenen, 2001, p. 300.
- 14 Ongoing dangers of operating nuclear technology in the 21st century, Helmut Hirsch, Oda Becker, Mycle Schneider and Antony Froggatt, Greenpeace International, April 2005.
- 15 Ongoing dangers of operating nuclear technology in the 21st century, Helmut Hirsch, Oda Becker, Mycle Schneider and Antony Froggatt, Greenpeace International, April 2005.
- 16 Ongoing dangers of operating nuclear technology in the 21st century, Helmut Hirsch, Oda Becker, Mycle Schneider and Antony Froggatt, Greenpeace International, April 2005.
- 17 WISE/NIRS Nuclear Monitor 565, 22 maart 2002.
- 18 WISE/NIRS Nuclear Monitor 568, 17 mei 2002.
- 19 WISE/NIRS Nuclear Monitor 568, 17 mei 2002; Framatome ANP persbericht, 16 april 2003; brief NRC executive Director for Operations, 10 april 2003, [www.nrc.gov](http://www.nrc.gov)
- 20 WISE/NIRS Nuclear Monitor 565, 22 maart 2002.
- 21 WISE/NIRS Nuclear Monitor 565, 22 maart 2002.

- 22 Circumferential cracking of reactor pressure vessel head penetration nozzles, NRC Bulletin 2001-01, Nuclear Regulatory Commission, Washington, 3 augustus 2001.
- 23 Northwest Ohio nuclear plant incident ranks high on commission's list, Jim Mackinnon, Akron Beacon Journal, 22 September 2004.
- 24 \$5,450,000 Fine For Davis-Besse Reactor Vessel Head Violations, Press Release U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, 21 April 2005.
- 25 ENS, 10 oktober 2002; The Plain Dealer, 10 oktober 2002; Nucleonics Week, 6 maart 2003; Nucleonics Week, 24 april 2003; Nucleonics Week, 8 mei 2003; Nucleonics Week, 5 juni 2003 Press release, Framatome ANP, 22 mei 2003.
- 26 Nucleonics Week, 6 maart 2003; Nucleonics Week, 17 april 2003.
- 27 Managing Nuclear Plant Materials, Nuclear Energy Institute (NEI), Washinton, Februari 2003.
- 28 Davis-Besse Retrospective, Union of Concerned Scientists, April 2005.
- 29 Power Reactor Information System (PRIS), Website International Atomic Energy Agency ([www.iaea.org](http://www.iaea.org)), Bijgewerkt tot 10 maart 2005.
- 30 Power Reactor Information System (PRIS), Website International Atomic Energy Agency ([www.iaea.org](http://www.iaea.org)), Bijgewerkt tot 10 maart 2005.
- 31 Ongoing dangers of operating nuclear technology in the 21st century", Helmut Hirsch, Oda Becker, Mycle Schneider and Antony Froggatt, Greenpeace International, April 2005.
- 32 Circumferential cracking of reactor pressure vessel head penetration nozzles, NRC Bulletin 2001-01, Nuclear Regulatory Commission, Washington, 3 augustus 2001.
- 33 Nuclear Plant Safety: Will the Luck Run Out?, David Lochbaum, Union of Concerned Scientists, 15 December 1998.
- 34 Chain Reaction: The Maine Yankee Power Plant Closes, Nucleus, Union of Concerned Scientists, Fall 1997.
- 35 Circumferential cracking of reactor pressure vessel head penetration nozzles, NRC Bulletin 2001-01, Nuclear Regulatory Commission, Washington, 3 augustus 2001.
- 36 Circumferential cracking of reactor pressure vessel head penetration nozzles, NRC Bulletin 2001-01, Nuclear Regulatory Commission, Washington, 3 augustus 2001.
- 37 Davis-Besse retrospective, Union of Concerned Scientists, April 2005.
- 38 Nuclear Tombstone, Robert Weissman, Multinational Monitor, April 1992.
- 39 WISE/NIRS Nuclear Monitor 565, 22 maart 2002; WISE/NIRS Nuclear Monitor 581, 17 januari 2003
- 40 Handbook of Reactor Incidents, A. Wenisch, Oekologie-Institut, September 1994.
- 41 Dutch National Report 2005 - Convention on Nuclear Safety, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, September 2004, p. 82.
- 42 Kerncentrale Borssele: 320 Bedrijfsongevallen sinds 1980, Website Stop Kernenergie ([www.stopkernenergie.nl](http://www.stopkernenergie.nl)), Oktober 2004.
- 43 Gebeurtenissen in de Kernenergiecentrale Borssele en bij de overige Nederlandse nucleaire installaties gemeld gedurende 1996, Kernfysische Dienst, Mei 1997.

- 44 Gebeurtenissen in de Kernenergiecentrale Borssele en bij de overige Nederlandse nucleaire installaties gemeld gedurende 2001, Kernfysische Dienst, 20 december 2002; E-mail EPZ, 16 juni 2003.
- 45 Backfitting Borssele, Harald H. Gruhl and Cees Kalverboer, Nuclear Engineering International, 31 December 1997.
- 46 Website Framatome ANP Deutschland ([www.de.framatome-anp.com](http://www.de.framatome-anp.com)), Bezocht in april 2005.
- 47 Rapport 10-jaarlijkse veiligheidsevaluatie KCB, EPZ, Borssele, 6 mei 2004.
- 48 E-mail EPZ, 16 juni 2003.
- 49 Overdrachtsdossier VROM voor Balkenende-2, Ministerie van VROM, Den Haag, 5 juni 2003.
- 50 E-mail EPZ, 16 juni 2003.
- 51 Kerncentrale Borssele, Brief van de Staatssecretaris van aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag, 21 februari 2005.
- 52 Opwerking van radioactief materiaal, Brief van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag, 9 december 2003.
- 53 Kerncentrale Borssele, Brief van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag, 21 februari 2005.
- 54 Bedrijfseconomische beoordeling van twee CO2-vrije opties voor elektriciteitsproductie voor de middellange termijn - Exploitatieverlenging kerncentrale Borssele en offshore windenergie, M.J.J. Scheepers en B.C.C. van der Zwaan, Energieonderzoek Centrum Nederland, Studie in opdracht van Greenpeace Nederland (ECN-C--02-055), Petten, Juni 2002.
- 55 Referentieramingen energie en emissies 2005-2020, A.W.N. van Dril en H.E. Elzenga (coord.), Energieonderzoek Centrum Nederland en Milieu- en Natuurplanbureau Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Petten/Zeist, Maart 2005.
- 56 Referentieramingen energie en emissies 2005-2020, A.W.N. van Dril en H.E. Elzenga (coord.), Energieonderzoek Centrum Nederland en Milieu- en Natuurplanbureau Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Petten/Zeist, Maart 2005.
- 57 Kerncentrale Borssele, Brief van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag, 21 februari 2005.
- 58 Bedrijfseconomische beoordeling van twee CO2-vrije opties voor elektriciteitsproductie voor de middellange termijn - Exploitatieverlenging kerncentrale Borssele en offshore windenergie, M.J.J. Scheepers en B.C.C. van der Zwaan, Energieonderzoek Centrum Nederland, Studie in opdracht van Greenpeace Nederland (ECN-C--02-055), Petten, Juni 2002.
- 59 Bedrijfseconomische beoordeling van twee CO2-vrije opties voor elektriciteitsproductie voor de middellange termijn - Exploitatieverlenging kerncentrale Borssele en offshore windenergie, M.J.J. Scheepers en B.C.C. van der Zwaan, Energieonderzoek Centrum Nederland, Studie in opdracht van Greenpeace Nederland (ECN-C--02-055), Petten, Juni 2002.
- 60 Jaarverslag 2003, EPZ, Borssele, Mei 2004.
- 61 Jaarverslag 2002, EPZ, Borssele, Mei 2003; Jaarverslag 2003, EPZ, Borssele, Mei 2004.
- 62 Antwoord van staatssecretaris Van Geel (Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer), mede namens de minister van Economische Zaken op vragen van het lid Duyvendak (GroenLinks) over kernenergie, Handelingen van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag, 17 oktober 2002.
- 63 Jaarverslag 2003, EPZ, Borssele, Mei 2004.

- 64 Jaarverslag 2003, EPZ, Borssele, Mei 2004.
- 65 'Kerncentrale Borssele blijft nog tientallen jaren in bedrijf', Peter Baeten, Technisch Weekblad, 8 maart 2000.
- 66 Borssele blijft in top van meest veilige kerncentrales in de wereld, Persbericht EPZ, Borssele, 30 augustus 2004.
- 67 Kerncentrale Borssele verhoogt vermogen, Persbericht EPZ, Borssele, 3 februari 2005.
- 68 Kerncentrale Borssele, Brief van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag, 21 februari 2005.
- 69 Jaarverslag 2003, COVRA N.V., Nieuwdorp, Maart 2004.
- 70 Telefonische informatie Maarten de Vos, financieel medewerker COVRA, Nieuwdorp, 18 maart 2005.
- 71 Website EPZ ([www.epz.nl](http://www.epz.nl)), Bezocht in maart 2005.
- 72 Telefonische informatie Maarten de Vos, financieel medewerker COVRA, Nieuwdorp, 18 maart 2005.
- 73 Jaarverslag 2002, EPZ, Borssele, Mei 2003.
- 74 Jaarverslag 2003, EPZ, Borssele, Mei 2004.
- 75 Het nucleaire landschap - Verkenningen van feiten en meningen over kernenergie, Stephan Slingerland et al., Werkdocument 94, Rathenau Instituut, Den Haag, April 2004.
- 76 Telefonische informatie Maarten de Vos, financieel medewerker COVRA, Nieuwdorp, 18 maart 2005.
- 77 Wegbrengen of opslaan, Marieke Aarden, de Volkskrant, Amsterdam, 3 januari 2004.
- 78 Mission d'évaluation économique de la filière nucléaire, J.M. Charpin et al., Commissariat General du Plan, Parijs, 2000.
- 79 Borssele langer open is beter, Harmen van der Werf, Provinciale Zeeuwse Courant, 23 november 2003.
- 80 Bedrijfseconomische beoordeling van twee CO2-vrije opties voor elektriciteitsproductie voor de middellange termijn - Exploitatieverlenging kerncentrale Borssele en offshore windenergie, M.J.J. Scheepers en B.C.C. van der Zwaan, Energieonderzoek Centrum Nederland, Studie in opdracht van Greenpeace Nederland (ECN-C--02-055), Petten, Juni 2002.
- 81 'Kerncentrale Borssele blijft nog tientallen jaren in bedrijf', Peter Baeten, Technisch Weekblad, 8 maart 2000; Een Zeeuws wonder - Hoe de kerncentrale Borssele kan profiteren van een Haagse fout, Karel Knip, NRC Handelsblad, Rotterdam, 15 april 2000.
- 82 Energieproducent EPZ verlengt contract voor opwerken, Persbericht EPZ, Borssele, 1 maart 2004.
- 83 Extension of Dutch Reprocessing: Upholding the Plutonium Industry at Dutch Society's Expenses?, WISE Paris, Parijs, Juni 2004.
- 84 Answer of Secretary of State for Trade and Industry, Mr. Wilson, to a Parliamentary question, House of Commons Hansard Written Answers for 22 October 2001, Londen, Oktober 2001.
- 85 Nuclear Fuel, Vol. 25 n°9, 1 May 2000.
- 86 Telefonische informatie Maarten de Vos, financieel medewerker COVRA, Nieuwdorp, 18 maart 2005.

- 87 Opwerking van radioactief materiaal, Brief van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag, 9 december 2003.
- 88 Terugneembare berging, een begaanbaar pad? - Onderzoek naar de mogelijkheden van terugneembare berging van radioactief afval in Nederland, Commissie Opberging Radioactief Afval, Den Haag, Februari 2001.
- 89 Terugneembare berging, een begaanbaar pad? - Onderzoek naar de mogelijkheden van terugneembare berging van radioactief afval in Nederland, Commissie Opberging Radioactief Afval, Den Haag, Februari 2001.
- 90 Bedrijfseconomische beoordeling van twee CO2-vrije opties voor elektriciteitsproductie voor de middellange termijn - Exploitatieverlenging kerncentrale Borssele en offshore windenergie, M.J.J. Scheepers en B.C.C. van der Zwaan, Energieonderzoek Centrum Nederland, Studie in opdracht van Greenpeace Nederland (ECN-C--02-055), Petten, Juni 2002.
- 91 Website EPZ ([www.epz.nl](http://www.epz.nl)), Bezocht in maart 2005.
- 92 Proposal for a Council (Euratom) Directive Setting out basic obligations and general principles on the safety of nuclear installations and Proposal for a Council Directive (Euratom) on the management of spent nuclear fuel and radioactive waste (COM(2003) 32 final), Europese Commissie, Brussel, 30 januari 2003.
- 93 Amended proposal for a Council Directive (Euratom) laying down basic obligations and general principles on the safety of nuclear installations and Amended proposal for a Council Directive (Euratom) on the safe management of the spent nuclear fuel and radioactive waste (COM(2004) 526 final), Europese Commissie, Brussel, 8 september 2004.
- 94 Een hoger inflatiecijfer heeft slechts heel beperkt invloed op de resultaten, omdat teruggerekend wordt naar de huidige contante waarde.
- 95 Uiteraard geldt ook het omgekeerde: bij een hogere reële rente zal er ruim voldoende gereserveerd. Maar omdat we hier risicofactoren analyseren laten we dat rooskleurige scenario hier buiten beschouwing.
- 96 Jaarverslag 2003, EPZ, Borssele, Mei 2004.
- 97 Communication from the Commission to the European Parliament and the Council - Report on the use of financial resources earmarked for the decommissioning of nuclear power plants (COM(2004) 719 final), European Commission, Brussels, 26 October 2004.
- 98 Communication from the Commission to the European Parliament and the Council - Report on the use of financial resources earmarked for the decommissioning of nuclear power plants (COM(2004) 719 final), European Commission, Brussels, 26 October 2004.
- 99 Vaststelling van de begrotingsstaten van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (XI) voor het jaar 2005 Nr. 10 Verslag Houdende Een Lijst Van Vragen En Antwoorden (Kamerstuk 29 800 XI, nr. 10), Den Haag, 11 november 2004, pag. 94; Antwoord van staatssecretaris Van Geel (Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer), mede namens de ministers van Justitie en van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties op vragen van de leden Halsema en Duyvendak (beiden GroenLinks) over de veiligheid van kerncentrale Borssele, Den Haag, 25 februari 2005.
- 100 COVRA ontvangt hoogradioactief afval kerncentrale Borssele, Persbericht EPZ, Borssele, 29 september 2004; Second retour de résidus vitrifiés vers les Pays-Bas, Persbericht Cogema, La Hague, 6 april 2005.
- 101 Antwoord van staatssecretaris Van Geel (Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer), mede namens de ministers van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en van Buitenlandse Zaken. op vragen van het lid Duyvendak (GroenLinks) over het zoekraken van 30 kilo plutonium in Sellafeld, Den Haag, 25 februari 2005.



- 102 Antwoord van staatssecretaris Van Geel (Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer), mede namens de ministers van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en van Buitenlandse Zaken. op vragen van het lid Duyvendak (GroenLinks) over het zoekraken van 30 kilo plutonium in Sellafeld, Den Haag, 25 februari 2005.
- 103 Revised Nuclear Third Party Liability Conventions Improve Victims' Rights to Compensation, Persbericht Nuclear Energy Agency (NEA), Parijs, 12 februari 2004.
- 104 Wet van 17 maart 1979, houdende regelen inzake aansprakelijkheid voor schade door kernongevallen (Wet aansprakelijkheid kernongevallen), Website Overheid.nl, 23 maart 2005.
- 105 Revised Nuclear Third Party Liability Conventions Improve Victims' Rights to Compensation, Persbericht Nuclear Energy Agency (NEA), Parijs, 12 februari 2004.
- 106 E-mail William Lelieveldt, Woordvoerder Generale Thesaurie Centrale Directie Voorlichting Ministerie van Financiën, Den Haag, 31 maart 2005.
- 107 Telefonische informatie dhr. Van Dijl, manager van het Bureau van de Nederlandse Pool voor Verzekering van Atoomrisico's B.V., Amsterdam, 24 maart 2005.
- 108 Nuclear Regulation - NRC's Liability Insurance Requirements for Nuclear Power Plants Owned by Limited Liability Companies (GAO-04-654), United States General Accounting Office, Washington, Mei 2004, p. 7.
- 109 E-mail William Lelieveldt, Woordvoerder Generale Thesaurie Centrale Directie Voorlichting Ministerie van Financiën, Den Haag, 31 maart 2005.
- 110 Website International Chernobyl Research and Information Network ([www.chernobyl.info](http://www.chernobyl.info)), Bezocht in maart 2005.
- 111 Annual Report 2003, EMANI S.A., Brussel, Juni 2004.
- 112 Indexcijfer inkopen industrie, CBS Statline ([statline.cbs.nl](http://statline.cbs.nl)), Bezocht in maart 2005.
- 113 Jaarverslag 2003, EPZ, Borssele, Mei 2004; Kerncentrale Borssele verhoogt vermogen, Persbericht EPZ, Borssele, 3 februari 2005.
- 114 Kerncentrale Borssele, Brief van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag, 21 februari 2005.
- 115 Opwerking van radioactief materiaal, Brief van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Den Haag, 9 december 2003.