

GREENPEACE



Ist eine nukleare Katastrophe im Atomkraftwerk Angra 3 möglich? Welche Szenarien sind denkbar, wenn man die Schwachstellen des geplanten Designs berücksichtigt und die Lehren aus Fukushima zieht?

Francisco Corrêa

28. Februar 2012

Der Autor

Francisco Corrêa

Akademische Laufbahn: Dr. (*) der Nukleartechnik, MIT, USA, 1979 – Diplomingenieur (*) für Nukleartechnik, USP, Brasilien, 1976 – Bachelor in Physik, USP, Brasilien, 1974 – (*), Nebenfachstudiengang Management.

Kompetenzbereiche: Risikomanagement, Stromerzeugung, Kraftwärmekopplung, Kernbrennstoffkreislauf, Energieeinsparung und Effizienz, betriebliche Forschung.

Frühere Erfahrungen (zusammengefasst): Professor für Energiequellen und Energieeinsparung am IEE-USP Institut für Elektrotechnik und Energie an der Universität von São Paulo; Professor für Betriebliche Forschung an der FGV-EAESP School of Business Administration of São Paulo bei der Getulio-Vargas-Stiftung; Professor für Risikoanalyse und Reaktorphysik und Leiter des Seminars für Reaktorphysik am IPEN Institut für Energie und Nukleare Forschung (staatliche Einrichtung, gehört zur USP und wird geleitet von der CNEN – Nationale Kommission für Atomenergie). In der Vergangenheit tätig als: Risiko-Analyst und Berater beim IBAMA – Brasilianisches Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen; Berater für Risikoanalyse für ABS Consulting – Amerikanisches Büro für Schifffahrt, und für ERM – Environmental Research Management; Berater für Energieeinsparung für BUN – Biomass User's Network (Netzwerk für Nutzer von Biomasse); Berater für Kraft-Wärme-Kopplung, Energieeinsparung und globale Erwärmung für Negawatt – Unternehmen für Energieberatung; Angestellt als Experte für Nukleartechnik im konzeptionellen Projekt eines nuklearen Forschungsreaktors bei Microlab – Privatunternehmen; Angestellt als Energieexperte bei CESP – großer brasilianischer Energiekonzern; Berater in den Bereichen Energie und Risikoevaluierung für industrielle, staatliche und private Gruppen durch FCPLAN – seine eigene Unternehmensberatung seit 1991.

1. Zusammenfassung

Im Genehmigungsverfahren von Angra 3 präsentierte Eletronuclear ungeeignete Datensätze und unternahm keine quantitative Analyse von Häufigkeiten, Folgen und Risiken für eine Reihe repräsentativer Unfallabläufe. Diese Analyse ist jedoch notwendig, um zu prüfen, welche realen

Risiken das Projekt birgt und wie für realistische Katastrophenfälle vorgesorgt werden muss.

Außerdem verkörpert Angra 3 ein veraltetes Reaktordesign, welches mehrere moderne Sicherheits- und Reaktorstandards nicht erfüllt, die nach dem Unfall von Three Mile Island und den Anschlägen des 11. September 2001 entwickelt wurden. Angra 3 verwendet nicht die zur Verfügung stehende Technologie, die in Reaktoren der dritten Generation, wie etwa den europäischen Druckwasserreaktor (EPR), eingesetzt wird. Dieser verfügt über neue Sicherheitssysteme mit doppeltem Sicherheitsbehälter, vier redundante aktive Sicherheitssysteme in vier separaten Nebengebäuden, von denen zwei sicher vor Flugzeugabstürzen sind, einen Core Catcher unter dem Druckbehälter sowie weitere Sicherheitsvorkehrungen.

Externe Ereignisse wie Brände, Explosionen, Terroranschläge und Flugzeugabstürze wurden im Projekt nicht berücksichtigt. Dabei könnten Flugzeugabstürze, Sabotage oder Terroranschläge – um nur einige Beispiele zu nennen – zweifelsohne auch Brände oder Explosionen auslösen, die über die Auslegung des Designs von Angra 3 hinausgehen. Die brasilianischen Reaktoren sind nicht für diese Ereignisse ausgelegt und erfüllen weder die deutlich strengeren Anforderungen, die nach den Terroranschlägen vom 11. September 2001 entwickelt wurden, noch die Sicherheitskriterien, die nach dem Unfall 1979 von Three Mile Island formuliert wurden. Angra 3 erfüllt noch nicht einmal alle Sicherheitsbestimmungen seines Referenzreaktors Grafenrheinfeld in Deutschland. So wird der Sicherheitsbehälter von Angra 3 nur halb so dick sein wie der in Grafenrheinfeld und dementsprechend weniger Schutz bieten im Falle einer Wasserstoffexplosion oder eines Flugzeugabsturzes.

Da der ursprüngliche Projektbeginn viele Jahre zurückliegt, musste Eletronuclear große Geldsummen einsetzen, um die bereits importierten Reaktorkomponenten für Angra 3 über einen Zeitraum von über 20 Jahren zu lagern, zu kontrollieren und instand zu halten. Da die für die Kontrolle verwendeten Stichprobenkriterien sich nur auf die Hauptkomponenten beziehen, ist es möglich, dass die nicht kontrollierten Komponenten im Laufe des Lagerprozesses dysfunktional werden. Dadurch wiederum erhöhen sich die Risiken sowohl beim Anfahren der Anlage als auch in der Betriebsphase.

Des Weiteren ist es wichtig festzustellen, dass der Standort Angra dos Reis nicht die Kriterien erfüllt, die Eletronuclear heute an Standorte für zukünftige Atomkraftwerke anlegt. Diese Kriterien schließen alle Standorte aus, in denen Erdbeben vorkommen oder die in der Nähe von dichtbesiedelten Gebieten liegen. Angra 3 hingegen befindet sich in einer Region mit häufigen Erdbeben und in der Nähe der dichtbesiedelten Stadt Angra dos Reis. Die neuen Kriterien der Regierung sind ein unbeabsichtigtes Eingeständnis, dass der Standort Angra für ein Atomkraftwerk nicht geeignet ist.

Während Erdbeben und Tsunamis extrem seltene Ereignisse sind, wird die Region zwischen São Paulo und Rio de Janeiro – dem Standort von Angra – regelmäßig von massiven Erdbeben und Überflutungen heimgesucht. Stromausfälle sind die Folge, außerdem werden Gebäude, Brücken, Straßen und andere Infrastruktur weggeschwemmt und die Regierung muss häufig den Notstand für die betroffene Region ausrufen. Stellt man sich so ein Szenario direkt

am Standort Angra vor, ist es sehr wahrscheinlich, dass die einzige Zugangsstraße zur Region blockiert würde, wodurch es unmöglich wäre, eine schnelle Evakuierung der lokalen Bevölkerung durchzuführen. Ebenso würde der Zugang zum Reaktor für Einsatzkräfte erschwert (siehe auch Studie von Dr. Celio Bermann¹). Würde ein derartiges Ereignis zu einem anhaltenden Stromausfall und der Beschädigung des Dieselgeneratorsystems der Anlage führen, besteht in Angra das Potential für eine Katastrophe, die Fukushima sogar übertreffen könnte, da in Fukushima sowohl der Zugang zu den Reaktoren als auch die Evakuierung einfacher waren.

Die Sicherheitskultur im brasilianischen Atomsektor weist zahlreiche Probleme auf. So herrscht ein Interessenkonflikt aufgrund der Vermischung von Verantwortlichkeiten bei der nationalen Atomaufsichtsbehörde (CNEN). Zudem ist die Überwachung atomarer Anlagen, sowohl bei der Genehmigung als auch bei der Kontrolle von Auflagen, mangelhaft. Die Tatsache, dass Auflagen oft gar nicht oder nur mit deutlicher Verzögerung erfüllt werden, würde mit großer Wahrscheinlichkeit die negativen Folgen eines Unfalls, eines Terroranschlags oder einer Sabotage in den Atomanlagen von Angra verstärken. Um diese Probleme angehen zu können, müssten die brasilianischen Regulierungsbehörden CNEN und IBAMA (Brasilianisches Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen) – oder ihre Vertreter – tatsächlich unabhängig von der brasilianischen Regierung sein und die Regeln, Rollen und Befugnisse der einzelnen Institutionen müssten klar definiert werden.

Beim Unfall in Fukushima spielten viele Faktoren eine Rolle, doch was dort geschah war letztlich eine Folge falscher Annahmen, eines gefährlichen Standortes, veralteter Reaktortechnologie, einer unzureichenden Sicherheitsanalyse und der fehlenden Aufsicht durch eine unabhängige Atomsicherheitsbehörde. Jeder einzelne dieser Risikofaktoren liegt auch im Angra 3 Projekt vor und führt zu dem Schluss, dass ein katastrophales Unfallszenario auch für dieses Kraftwerk eine reelle Möglichkeit ist.

2. Mängel im Bewertungs- und Genehmigungsverfahren

Ein wesentlicher Teil des folgenden Kapitels geht auf eine technischen Stellungnahme zurück, die für IBAMA im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für Angra 3 erstellt wurde².

Eletronuclear entwickelte eine partielle probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA) für Angra 3, welche auf den Daten eines ähnlichen Reaktors (Biblis B) basierte, ohne die Unterschiede zwischen diesen beiden Reaktoren zu berücksichtigen. Abgesehen von einer Reihe von Szenarien mit konventionellen Risiken, konzentrierte sich Eletronuclear ausschließlich auf die Auswertung der Eintrittshäufigkeit der schwerwiegendsten Szenarien und verwendete dabei

¹ Celio Bermann, 2012 – “Expert Opinion on Safety Aspects of the Angra 3 Nuclear Project“, Study commissioned by the German NGOs Urgewald and Greenpeace.

² Corrêa, F., 2009 – “Parecer Técnico - Respostas ao Ofício Nº172/2008 COEND/CGENE/DILIC/IBAMA, Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – ANGRA 3 ELETRONUCLEAR Processo IBAMA: Nº 02022.002206/99-28”.

unsachgemäß die Ergebnisse einer Konsequenzanalyse für einen Reaktor in Deutschland statt in Brasilien! Außerdem war das verwendete Ausbreitungsmodell von Radioaktivität im Vergleich zu modernen Berechnungsmethoden veraltet und die Geländetopographie wurde nicht berücksichtigt. Die Studie wurde für 19 in ebener Region gelegene deutsche Standorte durchgeführt und nicht speziell für die bergige Angra dos Reis Region in Brasilien. Alle Windrichtungen wurden als gleich wahrscheinlich vorausgesetzt statt die realen meteorologischen Daten für den Standort Angra zu verwenden. Dieses Vorgehen ist absolut inakzeptabel. Eine PSA ist nicht übertragbar, da lokale Merkmale wie die meteorologischen Bedingungen und die Topographie des Geländes entscheidenden Einfluss auf die Ausbreitung einer radioaktiven Wolke haben; zudem ist die lokale Bevölkerungsverteilung entscheidend für die Abschätzung der sozialen Folgen eines Unfalls; und die lokale Sicherheitskultur (Politiker, Handwerker, Dienstleister, Manager, Arbeiter etc.) ist äußerst relevant für die Entstehung eines katastrophalen Unfalls, da menschliche Faktoren eine der Hauptursachen von Zwischenfällen sind.

Die PSA verwendete generische Daten. Die Analyse wurde nicht speziell für Angra 3 entwickelt und berücksichtigte nicht die betrieblichen Erfahrungen von Angra 2, obwohl es sich um identische Reaktoren handelt, die hinsichtlich Betrieb, Umwelt und eingesetzten Personals dieselben Bedingungen aufweisen. Ebenso wenig berücksichtigte die PSA die Erfahrungen mit Angra 1. Auch wenn dieser Reaktor nicht identisch mit Angra 3 ist, handelt es sich ebenfalls um einen Druckwasserreaktor (DWR), welcher bereits länger in Betrieb ist als Angra 2. So liefert dieser Reaktor Daten über menschliche Faktoren, welche bei Unfällen die wichtigste Rolle spielen. Eletronuclear hat es zudem versäumt, die Risiken auszuwerten, die sich durch den gleichzeitigen Betrieb von drei Reaktoren (Angra 1, 2 und 3) ergeben, obwohl die Erfahrungen in Fukushima gezeigt haben, dass ein gemeinsamer Auslöser in einem solchen Szenario deutlich katastrophalere Unfälle hervorrufen kann.

Eletronuclear entwickelte keine spezielle PSA-Bewertung für Angra 3, um für jeden repräsentativen Unfallablauf die folgenden möglichen Konsequenzen quantitativ auszuwerten: Gesamtmenge an freigesetztem radioaktivem Material; Anzahl der unmittelbaren Todesopfer; Anzahl, Typ und Zeitraum der prognostizierten späteren Todesopfer; Anzahl der Liquidatoren und Personen, die daran beteiligt werden, die Folgen des Unfalls abzumildern, Reinigung, Dekontaminierung, Evakuierung, etc.; Radius und Größe des Sperrgebiets, in dem ein dauerhafter Wohnsitz der Bevölkerung ausgeschlossen bzw. verboten sein wird; festgelegter Zeitraum des Sperrgebiets; Anzahl der aus ihren Wohnungen evakuierten Personen; Radius und Gebiet mit tödlichen Dosen für Flora und Fauna; Gesamtkosten für den Betreiber des Reaktors; prognostizierte Langzeitkosten für alle vom Unfall betroffenen Staaten; Verantwortung für diese Kosten; notwendige Versicherungen. Eine der Lehren aus Fukushima sollte die Durchführung solcher Studien sein.

Um die Risiken von Angra 3 angemessen einschätzen zu können, muss Eletronuclear sowohl die erwarteten als auch die potentiellen Konsequenzen eines repräsentativen Spektrums von Unfallszenarien auswerten. Die Kosten für diese Art der Evaluation liegen bei etwa einem Tausendstel der Investitionskosten für Angra (oder in etwa genauso hoch wie die jährliche Summe, die die brasilianische Regierung ausgibt, um die Folgen der Verstrahlung durch den

Unfall in Goiana abzumildern!³ - 1987 kam es dort zur Verstrahlung von über 1000 Personen, da ausranierte, mit Cäsium-137 verstrahlte Krankenhausgegenstände im lokalen Schrotthandel verkauft wurden. Vier Personen starben; Teile der Stadt sind bis heute radioaktiv belastet, Anm. d.Übers.-). Im Falle von Angra 3 wurde eine Betriebsgenehmigung erteilt, ohne eine vollständige Auswertung der möglichen Folgen eines Reaktorunfalls für Mensch und Umwelt vorzunehmen.

Hinzu kommt, dass nie eine vergleichende Sicherheitsanalyse verschiedener Standorte für die Angra-Reaktoren durchgeführt wurde. Stattdessen wurde der Standort unter militärischen Gesichtspunkten während der letzten Militärdiktatur in Brasilien ausgewählt. Es ist wichtig hervorzuheben, dass der Standort Angra dos Reis zwei der Kriterien, die Eletronuclear heute für die Auswahl von geeigneten Standorten für Atomkraftwerke verwendet, nicht erfüllt. Ein Kriterium schließt alle Standorte aus, die sich an Aquiferen (Grundwasserleitern), in der Nähe von geologischen Bruchlinien oder abrutschgefährdeten Hängen befinden. Das zweite Kriterium schließt Standorte in der Nähe von dichtbesiedelten Gebieten (Städte mit mehr als 50.000 Einwohnern) aus⁴. Durch den Bau eines neuen Reaktors am Standort Angra dos Reis verstößt Eletronuclear gegen seine eigenen Regeln.

Das folgende Zitat von REALNORTE – College für Umweltprobleme an der Nordküste von São Paulo – fasst die Mängel der Standortstudie für Angra 3 zusammen⁵:

„Es ist dennoch berechtigt, nach alternativen Standorten zu Angra zu fragen. Denn die Standortauswahl basiert auf Studien aus dem Jahr 1969, die von der DNAEE erstellt worden sind und die dann am 13.7.1970 die Verordnung Nr. 115 herausgab, die den Bau des Atomkraftwerkes Angra 1 im Distrikt von Cunhambebe in der Kommune Angra dos Reis im Bundesland Rio de Janeiro genehmigte. Diese Genehmigung folgt den „Normen für die Standortauswahl von Reaktoren“, die von der CNEN 1969⁶ niedergeschrieben worden sind. Dies bestätigt, dass diese Kriterien unzeitgemäß und ungeeignet sind, weil sie aus der Zeit vor der Verabschiedung der heute gültigen Verfassung von 1988 stammen. In der Verfassung sind neue Diskussionsprozesse und auch Analyseverfahren für eine Standortsuche sowie darüber hinaus technische Aspekte zur Beurteilung von Risiken und

³ Câmara dos Deputados do Brasil, 2006 – “Relatório do Grupo de Trabalho Fiscalização e Segurança Nuclear”, Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, p. 72.

⁴ Oliveira, F., 2011 – “Angra não teria usina Nuclear hoje”, Ministério da Defesa, Assessoria de Comunicação Social, Resenha Diária do: O GLOBO 15/3/2011, p. 3.

⁵ REALNORTE. 2008 – “Manifestação e requerimentos... sobre o licenciamento do reator Angra 3”, Colegiado de Entidades Ambientalistas do Litoral Norte de São Paulo, p. 3, www.cunhambebe.org.br/media/QUESTOESaoIBAMA_ANGRA3.doc.

⁶ CNEN, 1969 – “Normas para Escolha de Locais para Instalação de Reatores de Potência Resolução CNEN- 09/69, Publicação: D.O.U. de 31/07/69”, Resolução 09/69, Junho/1969, Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Folgewirkungen festgelegt worden, die für eine ernsthafte und demokratischere Analyse in einem Rechtsstaat, in dem wir heute in Brasilien leben, notwendig sind. Fragen zur Standortauswahl sollten darüber hinaus regelmäßig die Studien der UFRJ (Universität von Rio de Janeiro) und hier der UVP, zu den massiven Erdbeben im Zusammenhang mit dem Bau der Anlage sowie der Zugangswege berücksichtigen.“

Insgesamt muss festgehalten werden, dass die Betriebsgenehmigung für Angra 3 auf Grundlage ungeeigneter Daten, einer unvollständigen Konsequenzanalyse und ohne die Durchführung einer vergleichenden Sicherheitsanalyse verschiedener Standorte erteilt wurde.

Dies ist umso gravierender als der Unfall von Fukushima demonstriert hat, dass sich nukleare Katastrophen vom Schweregrad des Tschernobyl-Unfalls⁷ auch in Leichtwasserreaktoren entwickeln können. Dies hatte die westliche Atomindustrie in den letzten zwei Jahrzehnten stets bestritten.

Die Folgen eines katastrophalen Unfalls bei Angra 3 würden nicht nur zur Insolvenz von Eletronuclear führen, sondern auch Kosten verursachen, die sogar die Kapazitäten der brasilianischen Regierung übersteigen würden. Die prognostizierten Kosten von Tschernobyl, beispielsweise, umfassen Hunderte von Milliarden Dollar für jeden der betroffenen Staaten⁸. Zudem kann das permanente Sperrgebiet nach einem Unfall Tausende von Quadratkilometern umfassen. Ähnliche Kosten werden für Fukushima prognostiziert⁹.

3. Der technische Standard des Projekts

Angra 3 ist baugleich mit dem bereits laufenden Reaktor Angra 2, so dass Angra 2 von CNEN als Referenzreaktor für Angra 3 ausgewählt wurde. Die einzige größere geplante technische Änderung bei Angra 3 ist die Umstellung der (analogen) Mess- und Kontrollausrüstung auf ein digitales System¹⁰. Digitale Systeme sind jedoch nicht automatisch sicherer als analoge Systeme. Das hochentwickelte Stuxnet Virus beispielsweise wurde möglicherweise von einem

⁷ World Nuclear Association, 2012 – “Fukushima Accident 2011 – (updated 30 January 2012)”, http://www.world-nuclear.org/info/fukushima_accident_inf129.html.

⁸ IAEA, WHO, UNDP, FAO, UNEP, UN-OCHA, UNSCEAR, WORLDBANK GROUP, BELARUS, THE RUSSIAN FEDERATION, UKRAINE, 2006 - “Chernobyl’s Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine”, The Chernobyl Forum: 2003–2005 Second revised version”.

⁹ World Nuclear Association, 2012 – “Fukushima Accident 2011 – (updated 30 January 2012)”, http://www.world-nuclear.org/info/fukushima_accident_inf129.html.

¹⁰ CNEN, 2011 – “National Report of Brazil for the 4th Review Meeting Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management”, Comissão Nacional de Energia Nuclear, p. 18.

Staat entwickelt, um die atomaren Anlagen im Iran zu zerstören¹¹. Laut CNEN wurden bei Angra 2 alle sicherheitsrelevanten Modifikationen umgesetzt, die beim deutschen Referenzreaktor in Grafenrheinfeld ergänzt wurden, ebenso die meisten Verbesserungsmaßnahmen der KONVOI Reaktor-Serie¹². Unten wird ausgeführt, warum es sich bei Angra 3 trotzdem sowohl um einen überholten technischen Standard als auch ein überholtes Design handelt.

Angra 2 ist dafür ausgelegt den folgenden externen Ereignissen standzuhalten: Erdbeben, Explosionsdruckwellen, TNT-Explosionen, externe Überflutung und hohe Windgeschwindigkeiten. Hingegen wurden externe Ereignisse wie Tornados, Wasserhosen und Hurricane, Tsunamis und Flugzeugabstürze aufgrund ihrer geringen Eintrittswahrscheinlichkeit im Design nicht berücksichtigt¹³. Angra 3 weist allerdings eine Verbesserung im Vergleich zu Angra 2 auf: alle Klasse-1-Strukturen (Strukturen, die für das Herunterfahren eines Kraftwerkes und zur Restwärmeabfuhr erforderlich sind) wurden so entworfen, dass sie den Auswirkungen eines EF3 Tornados standhalten¹⁴ (die Enhanced Fujita Scale reicht von EF0 bis EF5, Anm.d.Üb.).

Obwohl der Referenzreaktor für Angra 2 Grafenrheinfeld in Deutschland ist, verfügt Angra 2 (sowie Angra 3) über einen signifikant dünneren Sicherheitsbehälter als der Reaktor Grafenrheinfeld (60 cm statt 120 cm)¹⁵ und ist somit vor dem Absturz eines kleineren Militärflugzeugs (10 Tonnen Gewicht und 650 km/h Fluggeschwindigkeit) oder einer Boing 707 im Landeflug (90 Tonnen Gewicht und 370 km/h Fluggeschwindigkeit) nicht ausreichend geschützt¹⁶. Eletronuclear hat beim Bau der Angra-Reaktoren die Folgen eines Flugzeugabsturzes nicht berücksichtigt, da der Konzern davon ausgeht, dass dieses Ereignis eine sehr geringe Eintrittswahrscheinlichkeit hat¹⁷. Der Terroranschlag vom 11. September 2001 hat jedoch gezeigt, dass es problematisch ist, das Eintreten solcher Ereignisse auszuschließen. Der ursprüngliche Plan der Terroristen war es, zehn Flugzeuge zu entführen und in

¹¹ Robert McMillan, 2010 – “Was Stuxnet built to attack Iran's nuclear program?”, InfoWorld, September 21, 2010.

¹² CNEN, 2010 – “Fifth National Report of Brazil for the Nuclear Safety Convention”, Comissão Nacional de Energia Nuclear, P. 13.

¹³ CNEN, 2010 – “Fifth National Report of Brazil for the Nuclear Safety Convention”, Comissão Nacional de Energia Nuclear, P. 64.

¹⁴ CNEN, 2010 – “Fifth National Report of Brazil for the Nuclear Safety Convention”, Comissão Nacional de Energia Nuclear, P. 64-67.

¹⁵ Ministério do Meio Ambiente, 2001 – “Expansão da Central Termonuclear Almirante Álvaro Alberto: A Conclusão de Angra Iii - Consultas aos Segmentos Sociais Estratégicos”, p. 24.

¹⁶ Pinguelli Rosa, L. , Estudo da colisão de um avião com a contenção do reator nuclear, Rev. Bras. de Ensino de Física v 2, n.1, p.4, 1980

¹⁷ Eletronuclear, 2011 – “Critérios de segurança adotados para as usinas nucleares Angra 1, Angra 2 e Angra 3”, pp. 15-16.

verschiedene Ziele hineinzufügen, dazu gehörten auch Atomkraftwerke¹⁸. Auch wenn ein Flugzeugabsturzscenario nicht unbedingt wahrscheinlich ist, so ist es doch ein mögliches Szenario für Angra 3. Daher stellt der Sicherheitsbehälter von Angra 3, der deutlich dünner ist als der des deutschen Referenz-Reaktors, eine gravierende Sicherheitslücke dar.

Angra 3 verwendet nicht Technologie, die in Reaktoren der dritten Generation¹⁹, etwa dem europäischen Druckwasserreaktor (EPR), zur Verfügung stehen. Der EPR verfügt über neue Sicherheitssysteme²⁰ wie beispielsweise: einen doppelten Sicherheitsbehälter; vier redundante aktive Sicherheitssysteme in vier separaten Nebengebäuden, von denen zwei gegen Flugzeugabstürze geschützt sind; einen Core Catcher unter dem Druckbehälter; die primäre Notstromversorgung erfolgt mittels Dieselgeneratoren mit Treibstoff für 72 Stunden, die zweite erfolgt über Reservegeneratoren für 24 Stunden und die dritte mittels einer Sicherheits-Batterie mit 12 Stunden Laufzeit. Der Reaktor ist so entworfen, dass er seismischen Bodenbeschleunigungen von 60% der Standardschwerkraft (9,80 m/s²) ohne Sicherheitseinbußen standhalten kann.

Die Angra-Anlage umfasst bisher vier Lager für schwach- und mittelradioaktiven Abfall. Sie wurden zwischen 1981 und 2009 gebaut und das älteste soll im Laufe des Jahres 2012 erneuert werden²¹. Eletronuclear plant ein weiteres Nasslager, um die derzeitige Lagerkapazität für abgebrannte Brennstoffe von Angra 1, 2 und 3 vor Ort auszubauen. Das konzeptionelle Projekt begann 2007, die Inbetriebnahme ist für 2017 geplant. Die Verbringung des abgebrannten Brennstoffs in die neuen Becken soll 2017 für Angra 2 und 2018 für Angra 1 beginnen. Das Projekt ist essentiell, um beide Reaktoren weiter betreiben zu können. Mit der Verlagerung der abgebrannten Brennstäbe von Angra 3 soll 2030 begonnen werden²².

Die abgebrannten Brennstäbe sollen zunächst in Abklingbecken innerhalb des Sicherheitsbehälters von Angra 3 verwahrt werden²³. Nach einiger Zeit, wenn die durchschnittliche Restwärmebelastung 1,0 kW pro Brennelement beträgt (in Fukushima war die

¹⁸ National Commission on Terrorist Attacks Upon the United States, 2004 – “The 9/11 Commission Report”, p. 154.

¹⁹ Eletronuclear, 2012 – “Angra 3 - dados técnicos - Angra 3 é uma usina de última geração?”, <http://www.eletronuclear.gov.br/SaibaMais/Perguntaserespostas/Angra3dadost%C3%A9cnicos.aspx>, page assessed at February 9, 2012.

²⁰ World Nuclear Association, 2012 – “Advanced Nuclear Power Reactors – (Updated February 2012)”, <http://www.world-nuclear.org/info/inf08.html>.

²¹ CNEN, 2011 – “National Report of Brazil for the 4th Review Meeting Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management”, Comissão Nacional de Energia Nuclear, pp. 86-88.

²² Eletronuclear, 2008 – “Estocagem Inicial de Combustível Irradiado”, LAS/ANS, Expo Nuclear Energy Technology Rio 2008.

²³ Eletronuclear, 2011 – “Critérios de segurança adotados para as usinas nucleares Angra 1, Angra 2 e Angra 3”, pp. 15.

Wärmebelastung in den Becken etwas höher, zwischen 1,52 und 2,3 kW pro Brennelement²⁴), sollen die Brennstäbe in externe Becken verlagert werden. Hier können sie unter aktiver Kühlung über einen Zeitraum von 60 Jahren lagern. Die externen Becken werden zwar von einer Beton-Sicherheitshülle geschützt, doch Eletronuclear gibt keine Informationen zu Einzelheiten dieser Sicherheitshülle²⁵. Dies wirft die Frage auf, wie gut diese Becken gegen externe Einflüsse abgesichert sein werden.

Eine der Lehren von Fukushima ist, dass sogenanntes make-up Wasser bereitstehen muss, um im Notfall die Kühlung der abgebrannten Brennelemente zu gewährleisten²⁶. Dieses grundlegende Designkriterium fehlt jedoch bei Angra 3. Wenn es durch ein Leck oder Verkochung zu einem größeren Kühlmittelverlust kommt, kann die Nachzerfallswärme der Brennelemente in den Abklingbecken eine unkontrollierte Kettenreaktion auslösen. Durch die Reaktion zwischen den Zircaloyhüllen der abgebrannten Brennelemente und dem Wasserdampf entsteht Wasserstoff. Dies kann zu einer Explosion führen, so dass der Sicherheitsbehälter zerstört wird und es zu einer massiven Freisetzung von Radioaktivität kommt.

Da der ursprüngliche Projektbeginn viele Jahre zurückliegt, musste Eletronuclear große Geldsummen einsetzen, um die bereits importierten Reaktorkomponenten für Angra 3 über einen Zeitraum von über 20 Jahren zu lagern, zu kontrollieren und instand zu halten. Da die für die Kontrolle verwendeten Stichprobenkriterien sich auf die Hauptkomponenten konzentrieren²⁷, ist es möglich, dass die nicht kontrollierten Komponenten im Laufe des Lagerprozesses dysfunktional werden. Dadurch wiederum erhöhen sich die Risiken sowohl beim Anfahren der Anlage als auch in der Betriebsphase. Menschliches Versagen bei der Wartung von Schlüsselkomponenten können ebenfalls Risiken beim Anfahren und im Betrieb der Anlage verursachen.

Die zwei folgenden Zitate stammen von Sidney Luiz Rabello, Ingenieur und Experte für Genehmigung und Sicherheit von Atomkraftwerken bei der Nationalen Kommission für Atomenergie (CNEN):

- 1) *“Das Projekt Angra 3 ist veraltet. Es berücksichtigt nicht die modernen Prinzipien der Sicherheitstechnik für Atomkraftwerke im frühen 21. Jahrhundert. Es verfügt nicht über die Mittel, um Unfälle wie Three Mile Island (TMI) zu verhindern. Die neuen Designs von Atomkraftwerken in entwickelten Ländern sind deutlich sicherer, Projekte wie Angra 3*

²⁴ World Nuclear Association, 2012 – “Fukushima Accident 2011 – (updated 30 January 2012)”, http://www.world-nuclear.org/info/fukushima_accident_inf129.html.

²⁵ Eletronuclear, 2008 – “Estocagem Inicial de Combustível Irradiado”, LAS/ANS, Expo Nuclear Energy Technology Rio 2008.

²⁶ World Nuclear Association, 2012 – “Fukushima Accident 2011 – (updated 30 January 2012)”, http://www.world-nuclear.org/info/fukushima_accident_inf129.html.

²⁷ IAEA, 2008 – “Restarting Delayed Nuclear Power Plant Projects”, International Atomic Energy Agency, IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-3.4, pp. 71-74.

*werden in den USA und Europa nicht mehr akzeptiert. AREVA selbst, die Entwicklerin von Angra 3, hat in ihrer Produktpalette keine nuklearen Projekte aus den 70er Jahren wie Angra 3.*²⁸

2) *“Die Sicherheitskriterien, wie sie nach TMI entwickelt wurden, erfordern unter anderem ein neues Design für den Bau des Angra 3 Reaktors, mit zusätzlichen Auflagen für den Sicherheitsbehälter, der letzten Hürde gegen die Freisetzung von radioaktivem Material*²⁹.

4. Mögliche Schadensszenarien für Angra 3

4a. Naturkatastrophen

Erdbeben und Tsunamis

Der Reaktor Angra 3 wurde so entworfen, dass er einem Erdbeben mit einer Bodenbeschleunigung von bis zu 0,1 g standhalten kann. Sein 8 m hoher Schutzwall soll ihn vor Meereswellen in Höhe von 4 Metern schützen³⁰.

Das heftige Erdbeben (Stärke 9 auf der Richterskala, 100 km vor der Küste Japans, mit einer Bodenbeschleunigung von 0,37 g am Reaktorstandort³¹) und die darauf folgende 14 m hohe Tsunami-Welle, die Fukushima überrollte, erzeugte einen anhaltenden und umfassenden Stromausfall für die Siedewasserreaktoren (BWR)³². Die Notstrombatterien waren schnell verbraucht und die Notkühlung für den Reaktorkern setzte aus. Die Restwärme im Reaktorkern erhöhte den Kühlwasserdruck, was zur Öffnung des Dampfventils führte. Die Brennstäbe wurden auf diese Weise frei gelegt und überhitzten. Die sehr hohen Temperaturen führten zu einer Reaktion zwischen den Zirkaloyhüllen und dem Dampf. Es entstand Wasserstoff, der zusammen mit radioaktiven Gasen in den sekundären Sicherheitsbehälter gelenkt wurde, wo es irgendwann zur Explosion kam. Die Brennelemente wurden beschädigt und sanken auf den Grund des Druckbehälters, durchbrachen diesen und sammelten sich im primären

²⁸ Rabello, Sidney L., 2010 - “O anacronismo de Angra 3”, *Jornal do Brasil*, 5 de fevereiro de 2010.

²⁹ Rabello, Sidney L., 2010 - “Angra 3 realmente é um projeto obsoleto”, *Jornal do Brasil*, 30 de março de 2010.

³⁰ Eletronuclear, 2011 – “Critérios de segurança adotados para as usinas nucleares Angra 1, Angra 2 e Angra 3”, pp. 9-12.

³¹ ENS, 2011 – “High Scientific Council position paper: The accident at Fukushima”, <http://www.euronuclear.org/e-news/e-news-34/hsc-print.htm>.

³² Lobscheid, C. 2011 – “What Happened In Fukushima - A Technical Perspective - The Nuclear Accidents at the Mark 1 Boiling Water Reactors (BWR) at Fukushima Daiichi Units 1 – 4 and Implications for American BWR”, Lawrence Berkeley National Laboratory's Environmental Energy Technologies Division.

Sicherheitsbehälter an³³.

Im Falle eines Erdbebens oder einer Tsunami-Welle dieser Stärke hätten Druckwasserreaktoren (PWR) ein wenig länger standhalten können als die Siedewasserreaktoren (BWR) von Fukushima. Denn sie verfügen über einige Eigenschaften, die die Ereigniskette verzögert hätten. Im Gegensatz zu Siedewasserreaktoren besitzen sie einen sekundären Kühlkreislauf mit nicht-radioaktivem Wasser, welches verdampft, während es die im Reaktorkern durch den Primärkreislauf erzeugte Restwärme absorbiert. Dies verschafft etwas mehr zeitlichen Spielraum, bevor die Dinge sich so entwickeln wie in den Siedewasserreaktoren von Fukushima. Zudem sind Wasserstoffexplosionen in einem Druckwassereaktor weniger wahrscheinlich, da der Sicherheitsbehälter über Zündvorrichtungen und Katalysatoren verfügt, die sobald Wasserstoff entsteht, diesen verbrennen oder ihn in Wasser zurücküberführen. Außerdem verschafft das größere Volumen des Sicherheitsbehälters des PWRs etwas mehr Zeit bevor Radioaktivität freigesetzt wird. Der Boden des Reaktorbehälters eines PWR wird auch nicht wie bei einem BWR von den Steuerstäben durchstoßen, so dass es bei einer Kernschmelze länger dauert bis er perforiert wird. Trotz der etwas größeren Sicherheitsmarge muss jedoch betont werden, dass ein Ereignis wie in Fukushima auch bei Druckwasserreaktoren letztlich zu einem ähnlichen Resultat geführt hätte³⁴.

Generell kann man feststellen, dass Brasilien eine eher geringe seismische Aktivität aufweist. Das kommt daher, dass das Land in der Mitte und nicht am Rand einer tektonischen Platte liegt. Jene Länder, die sich am Rand einer tektonischen Platte befinden, wie beispielsweise Chile, sind durch die Interaktionen mit benachbarten Platten viel eher großen Erdbeben ausgesetzt³⁵. Das bedeutet jedoch nicht, dass es in Brasilien zu keinem größeren Erdbeben kommen kann. Der östliche Teil des USA befindet sich ebenfalls in der Mitte einer tektonischen Platte, doch von den fünfzehn größten Erdbeben in den Vereinigten Staaten, fanden allein vier im Osten des Landes statt³⁶. Erdbeben in Meeresregionen erzeugen in der Regel Tsunamis. Obwohl es als ein sehr seltenes Ereignis gilt, könnte im Fall eines starken Erdbebens im Meer in der Nähe des Standorts von Angra 3 dessen Schutzwall von einer Tsunamiwelle überschwemmt werden, und es könnte Ähnliches wie in Fukushima passieren. Hinzu kommt, dass ein Tsunami auch von anderen Ereignissen ausgelöst werden kann, wie beispielsweise durch den Absturz eines Meteoriten³⁷, durch Vulkanausbrüche und Erdrutsche, welche sowohl über als auch unter der

³³ NIRS, 2011 – “Chronological Fact Sheet On 2011 Crisis at Fukushima Nuclear Power Plant”, Nuclear Information and Resource Service, <http://www.nirs.org/reactorwatch/accidents/Fukushimafactsheet.pdf>.

³⁴ ENS, 2011 – “High Scientific Council position paper: The accident at Fukushima”, <http://www.euronuclear.org/e-news/e-news-34/hsc-print.htm>.

³⁵ USGS, 2012 A – “Seismicity of the Earth 1900-2010”, United States Geological Survey, http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/seismicity_maps/.

³⁶ USGS, 2012 B – “Largest Earthquakes in the United States – 48 States”, United States Geological Survey, http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/states/10_largest_us.php

³⁷ Steven N. Ward and Erik Asphaug, 2003 – “Asteroid impact tsunami of 2880 March 16”, *Geophys. J. Int.* (2003) 153, F6–F10.

Meeresoberfläche vorkommen können³⁸. Einen der höchsten Tsunamis, der je beobachtet wurde, gab es in der Lituya Bay in Alaska, wo ein starker Erdbeben eine 500 Meter hohe Welle verursachte³⁹. Dieses Ereignis zeigt, wie in einer Bucht sogar ein sehr gefährlicher örtlicher Tsunami entstehen kann.

Tornados und Wasserhosen

Obgleich Klasse-1-Strukturen bei Angra 3 so entworfen worden, dass der Reaktor den Auswirkungen eines mittelschweren EF3 (Enhanced Fujita Skala) Tornados standhalten soll⁴⁰, werden Wasserhosen in der Projektdokumentation gar nicht erwähnt. Auch wenn es in Brasilien erst seit Kurzem Studien zu Tornados und Wasserhosen gibt, so zeigen diese, dass der Südosten des Landes (wo auch der Standort von Angra liegt) keineswegs gegen diese beiden Naturgewalten immun ist.

In den vergangenen Jahren hat es an der Küste von Rio de Janeiro vier Fälle von massiven Wasserhosen gegeben: am 24. Mai 2001, am 20. Februar 2005, am 3. April 2006 und zuletzt am 27. April 2009⁴¹. Zwischen 1957 und 2007 wurden allein im Bundesstaat São Paulo etwa 50 Tornados und Wasserhosen registriert. Manche von ihnen hatten eine Windgeschwindigkeit von über 300 km/h (F3 Tornado), was mehr ist als die Windgeschwindigkeit von 45 m/s, die als Basis für das Design von Angra 3 verwandt wurde⁴², und verursachten einen Schaden von über 50 Mio. US-\$⁴³. Wenn ein Tornado, der über die Kategorie EF3 hinaus geht, auf Angra 3 treffen würde, könnte dies ein ähnliches Ereignis wie in Fukushima auslösen.

Hurrikane

Aufgrund ihrer sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeit wurden Hurrikane beim Entwurf von

³⁸ Steven N. Ward, 2001 – "Landslide tsunami", Journal OF Geophysical Research, Vol. 106, No. B6, pp. 11,201-11,215, 2001.

³⁹ Tim Folger, "The Calm Before the Wave - Where and when will the next tsunami hit?", National Geographic, February 2012.

⁴⁰ CNEN, 2010 – "Fifth National Report of Brazil for the Nuclear Safety Convention", Comissão Nacional de Energia Nuclear, P. 64-67.

⁴¹ Cardoso, L.F.N., Costa, R.M.A. e Menezes, W.F., 2010 – "Trombas D'água no Rio De Janeiro: Condições Atmosféricas Favoráveis", Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ – Instituto de Geociências – Departamento de Meteorologia, http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/166_91084.pdf.

⁴² CNEN, 2010 – "Fifth National Report of Brazil for the Nuclear Safety Convention", Comissão Nacional de Energia Nuclear, P. 64-67.

⁴³ Candido, D.H., Nunes, L.H. and Held, G., 2009 – "Impact of Two Severe Storm Systems over Sao Paulo State, Brazil", 5th European Conference on Severe Storms, 12-16 October 2009, Landshut, Germany.

Angra 3 nicht berücksichtigt⁴⁴. Am 28. März 2004 jedoch wurde Brasilien von einem Hurrikan der Stärke 1-2 überrascht. Dieser fegte über die Küste des Bundesstaates Santa Catarina hinweg⁴⁵ mit einer Oberflächenwindgeschwindigkeit von bis zu 44 m/s (und erreichte damit fast die maximale Windgeschwindigkeit, der Angra 3 standhalten könnte) und verursachte Schäden von geschätzten 425 Mio. US-\$⁴⁶. Dieser Hurrikan Catarina, wie er genannt wurde, verursachte Überflutungen und Erdbeben, einige Todesfälle und enorme wirtschaftliche Verluste in der Region⁴⁷. Es war zwar das erste Mal, dass ein Hurrikan im Südatlantik dokumentiert wurde, doch Wissenschaftler gehen davon aus, dass Brasilien durch die globale Erwärmung in der Zukunft weiteren Hurrikane ausgesetzt sein wird⁴⁸. Würde ein Hurrikan dieser Stärke auf Angra 3 treffen, könnte er möglicherweise einen Unfall wie in Fukushima auslösen.

Erdbeben

Während Erdbeben und Tsunamis extrem selten auftretende Ereignisse sind, wird die Region zwischen São Paulo und Rio de Janeiro – dem Standort von Angra – regelmäßig von massiven Erdbeben und Überschwemmungen heimgesucht. Jedes Jahr während der Regenzeit führen Schlammlawinen und Überflutungen zu Stromausfällen, es werden Gebäude, Brücken, Straßen und weitere Infrastruktur weggeschwemmt und zerstört. Oft muss die Regierung für die betroffene Region den Notstand ausrufen. Stellt man sich ein solches Szenario direkt am Standort von Angra vor (und es scheint nur eine Frage der Zeit bis dies eintritt), ist es sehr wahrscheinlich, dass die einzige Zugangsstraße zum Atomkraftwerk blockiert würde, wodurch eine schnelle Evakuierung der lokalen Bevölkerung unmöglich würde. Auch der Zugang zum Reaktor für die Einsatzkräfte würde beeinträchtigt (siehe Studie von Dr. Celio Bermann⁴⁹). Wenn ein solches Ereignis zu einem anhaltenden Stromausfall und zu einer Beschädigung des Dieselgeneratorsystems von Angra führt, besteht das Potential für eine Katastrophe, die Fukushima sogar noch übertreffen könnte, da dort sowohl die Evakuierung als auch der Zugang zu den Reaktoren einfacher waren als in Angra.

⁴⁴ CNEN, 2010 – “Fifth National Report of Brazil for the Nuclear Safety Convention”, Comissão Nacional de Energia Nuclear, pp. 64-67.

⁴⁵ NASA, page assessed in February 12, 2012 – “The Nameless Hurricane”, NASA SCIENCE – Science News, National Aeronautics and Space Administration, USA, http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2004/02apr_hurricane/.

⁴⁶ Ron McTaggart-Cowan et alii, 2006 – “Analysis of Hurricane Catarina (2004)”, Monthly Weather Review, Volume 134, American Meteorological Society, p. 3030, November 2006.

⁴⁷ Jose A. Marengo, 2009 “Mudanças Climáticas, Condições Meteorológicas Extremas e Eventos Climáticos no Brasil”, P. 5, sponsored by Lloyds.

⁴⁸ Alexandre Bernardes Pezza and Ian Simmonds, 2005 – “The first South Atlantic hurricane: Unprecedented blocking, low shear and climate change”, Geophysical Research Letters, Vol. 32, L15712, 5 PP., 2005.

⁴⁹ Celio Bermann, 2012 – “Expert Opinion on Safety Aspects of the Angra 3 Nuclear Project“, Study commissioned by the German NGOs Urgewald and Greenpeace.

Es muss betont werden, dass der Standort Angra wegen der hohen Wahrscheinlichkeit von Erdbeben und den damit verbundenen Risiken für ein Atomkraftwerk ungeeignet ist. Letztlich hat dies, wenn auch unbeabsichtigt, die brasilianische Regierung anerkannt, in den Kriterien für die Standortbestimmung neuer Atomreaktoren, die sie entwickelt hat.

4b. Andere externe Ereignisse: Brände, Explosionen, Terroranschläge, Flugzeugabstürze

Die Designkriterien für Angra 3 erfordern, dass alle Klasse-1-Strukturen der Explosion eines mit TNT beladenen LKW auf einer Straße in der Nähe des Reaktors standhalten können. Ein Flugzeugabsturz auf das Reaktorgelände hingegen wurde beim Design aufgrund der sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeit nicht berücksichtigt⁵⁰.

Externe Ereignisse wie Brände, Explosionen, Terroranschläge und Flugzeugabstürze dürfen jedoch als Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden. Ein Flugzeugabsturz, Sabotage oder Terrorismus, beispielsweise, könnten zweifelsohne Brände und Explosionen einer Größenordnung verursachen, für die Angra 3 nicht ausgelegt ist. Die brasilianischen Reaktoren sind für derartige Ereignisse nicht gewappnet und erfüllen nicht die deutlich strengeren Anforderungen, die z.B. in den USA nach den Terroranschlägen vom 11. September 2001 entwickelt wurden⁵¹.

In Hinblick auf Flugzeugabstürze großer Maschinen hat die US-Atomaufsichtsbehörde (Nuclear Regulatory Commission -NRC) ein neues Gesetz eingeführt⁵², welches spezielle Anforderungen für alle neuen Reaktoren bezüglich ihres Designs beinhaltet:

“Jeder Antragsteller auf den diese Sektion zutrifft, muss eine designspezifische Beurteilung der Auswirkungen auf die Anlagen durch den Aufprall eines großen, kommerziellen Verkehrsflugzeuges erbringen. Der Antragsteller muss mit Hilfe von realistischen Analysen jene Merkmale und Funktionsweisen identifizieren und in das Design integrieren, die auch bei reduzierter Personalmannschaft garantieren können: (A) dass der Reaktorkern weiterhin gekühlt wird und der Sicherheitsbehälter intakt bleibt und (B) die Kühlung der abgebrannten Brennstoffe oder die Unversehrtheit des Brennelementebeckens gewährleistet sind.”

NRC hat angeordnet, dass alle Atomkraftwerksbetreiber Strategien entwickeln müssen, um die Auswirkungen von Großbränden und Explosionen als Folge von Flugzeugabstürzen o.ä.

⁵⁰ CNEN, 2010 – “Fifth National Report of Brazil for the Nuclear Safety Convention”, Comissão Nacional de Energia Nuclear, pp. 64-67.

⁵¹ Mark Holt and Anthony Andrews, 2010 – “Nuclear Power Plant Security and Vulnerabilities”, CRS Report for Congress, Prepared for Members and Committees of Congress, Congressional Research Service 7-5700 RL34331.

⁵² Nuclear Regulatory Commission, 2009 – “Consideration of Aircraft Impacts for New Nuclear Power Reactors”, Final Rule, 74 Federal Register 28111, June 12, 2009. This provision is codified at 10 CFR 50.150.

einздämmen. Eine Schlüsselbestimmung des neuen Gesetzes besagt⁵³: *“jeder Lizenznehmer muss Handlungshilfen und Strategien entwickeln und umsetzen, um die Kühlung des Reaktorkerns, den Sicherheitsbehälter und die Funktionsfähigkeit des Abklingbecken-Kühlsystems aufrecht zu erhalten bzw. wiederherzustellen, wenn es durch Explosion oder Brand zu beträchtlichen Schäden am Reaktor kommt. Die Strategien müssen folgende Bereiche abdecken: (I) Brandbekämpfung; (ii) Handlungen zur Eindämmung von Brennstoffschäden; und (iii) Aktivitäten zur Minimierung der Freisetzung radioaktiver Stoffe.”*

Außerdem verlangt die NRC, dass die Auslegungsbedrohung (Design Basis Threat – DBT) den allgemeinen Merkmalen möglicher Gefahren entspricht, gegen die Atomkraftwerke und Kernbrennstoffkreisläufe geschützt werden müssen, um einer radiologischer Sabotage und dem Diebstahl von strategischem nuklearem Material vorzubeugen⁵⁴.

5. Die Nukleare Sicherheitskultur in Brasilien

Das brasilianische Nuklearprogramm umfasst unter dem brasilianischen Präsident (siehe Abbildung 1) den Entwicklungsausschuss für das Nuklearprogramm und fünf Ministerien: Wissenschaft und Technologie (MCT), Bergbau und Energie (MME), Verteidigung (MD), Bildung (MEC) und das Auswärtige Amt (MRE). CNEN (Kommission für Atomenergie), INB (Brasilianische Nuklearindustrien) und NUCLEP (Schwerindustrie zur Anlagenherstellung) unterstehen dem Ministerium für Wissenschaft und Technologie. Eletronuclear, Betreiber der kommerziellen Atomreaktoren in Brasilien, untersteht dem Ministerium für Bergbau und Energie. Das militärische Nuklearprogramm zur Entwicklung von Atom-U-Booten untersteht dem Verteidigungsministerium⁵⁵.

Das brasilianische Regierungsmonopol zum Abbau radioaktiven Materials und zur Produktion und Handel mit nuklearem Material wird von CNEN ausgeübt. CNEN stellt nicht nur Standards für Strahlenschutz auf; sie reguliert, genehmigt, überwacht und kontrolliert alle nuklearen Aktivitäten in Brasilien. CNEN betreibt ebenfalls Forschung zur Nutzung nuklearer Technologien. Der selbst formulierte Auftrag der CNEN lautet: *“Die Gewährleistung einer sicheren und friedvollen Nutzung atomarer Energie, die Entwicklung und Bereitstellung nuklearer und verwandter Technologien zum Wohl der Bevölkerung”*.

INB, das faktisch zur CNEN gehört (siehe Abbildung 1), ist für die Uran- Produktionskette zuständig, vom Uranabbau bis zur Herstellung des Brennstoffs mit dem die brasilianischen

⁵³ Nuclear Regulatory Commission, 2009 – “Power Reactor Security Requirements”, Final Rule, 74 Federal Register 13925, March 27, 2009.

⁵⁴ Mark Holt and Anthony Andrews, 2010 – “Nuclear Power Plant Security and Vulnerabilities”, CRS Report for Congress, Prepared for Members and Committees of Congress, Congressional Research Service 7-5700 RL34331.

⁵⁵ CNEN, 2010 – “Programa Nuclear Brasileiro – Informações gerais”, <http://www.cnen.gov.br/acnen/pnb/Palestra1-Programa-Nuclear-Brasileiro.pdf>.

Atomreaktoren betrieben werden. Dies hat zur Folge, dass CNEN als Brennstofflieferant kommerzielle Interessen verfolgt für dieselben Reaktoren, die sie reguliert und an deren Betreiber (Eletronuclear) sie Lizenzen vergibt. Dieser rechtliche Interessenkonflikt erlaubt es CNEN, das brasilianische Gesetz zu umgehen. So sind beispielsweise die Forschungseinrichtungen von CNEN (siehe Abbildung 1) oft beauftragt, Studien und Forschungsarbeiten zur Unfallanalyse für kommerzielle Atomanlagen bei INB oder Eletronuclear durchzuführen. Anschließend werden diese Studien von der CNEN verifiziert, um Betriebsgenehmigungen zu vergeben. CNEN vergab beispielsweise 2010 die Betriebsgenehmigung für das Uran-Bergwerk in Caetité und entzog diese später nicht, obwohl CNEN gravierende Probleme im Bergwerk öffentlich eingestehen musste⁵⁶. NUCLEP, ein Unternehmen, welches schwere Geräte für die Atomindustrie herstellt, gehört ebenfalls zur CNEN-Infrastruktur (siehe Abbildung 1).

Die Verwaltungsstruktur von CNEN spiegelt nicht die regulatorische Unabhängigkeit wider, wie sie von der Internationalen Konvention für Atomare Sicherheit (Convention on Nuclear Safety - CNS) verlangt wird. Die CNS wurde 1998 vom nationalen Kongress in Brasilien (Decreto legislativo 4 de 22/01/1997 e decreto 2648 de 01/07/1998) verabschiedet. Artikel 8 der Konvention besagt, dass jeder unterzeichnende Staat Folgendes erfüllen muss:

“Artikel 8 – Regulierungsbehörde; Punkt 2: Jeder Vertragspartner muss geeignete Schritte unternehmen, um eine effektive Trennung zwischen den Aufgaben der Regulierungsbehörde und den Aufgaben jeder anderen Behörde oder Organisation, die mit der Förderung oder Nutzung von atomarer Energie beschäftigt ist, zu gewährleisten”. Obwohl Brasilien am 20. September 1994 die Konvention für Atomare Sicherheit unterzeichnete⁵⁷, hat die Regierung es bisher versäumt, dieses Problem anzugehen. Die Brasilianische Gesellschaft für Physik hat diesen Zustand kritisiert und fordert eine unabhängige Agentur zur Überwachung des Atomprogramms⁵⁸.

All die staatlichen Agenturen und regierungseigenen Firmen unterliegen einer politischen Einmischung, nicht zuletzt durch die Besetzung ihrer Führungskräfte. So ist beispielsweise der CNEN-Vorsitzende immer gleichzeitig auch Präsident des Verwaltungsrats der INB⁵⁹. Die politische Gier nimmt zu, so werden auch immer mehr untere Führungspositionen von politischen Schützlingen besetzt. Diese Entwicklung hat dazu geführt, dass viele seriöse

⁵⁶ Sérgio Rezende, 2011 – “O caso CNEN, por Sérgio Rezende”, Luis Nassif Online, <http://www.advivo.com.br/blog/luisnassif/o-caso-cnem-por-sergio-rezende>.

⁵⁷ IAEA, page assessed in February 20, 2012 – “Convention on Nuclear Safety”, <http://www-ns.iaea.org/conventions/nuclear-safety.asp>.

⁵⁸ Sociedade Brasileira de Física, page assessed in February 20, 2012, “Comissão quer agência independente para fiscalizar programa nuclear”, http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=312:comissao-de-fisicos-quer-agencia-independente-para-fiscalizar-programa-nuclear&catid=93:junho-2011&Itemid=270.

⁵⁹ INB, Page assessed in February 23, 2012 – “Organizational Structure”, Nuclear Brazilian Industries, http://www.inb.gov.br/inb_eng/WebForms/Interna2.aspx?secao_id=6.

Wissenschaftler und Ingenieure, die für diese Institutionen und Unternehmen arbeiten, Sicherheitseinbußen wahrnehmen.

Als Resultat ist die Sicherheitskultur im brasilianischen Atomsektor alles andere als zufriedenstellend wie die folgenden Beispiele verdeutlichen:

- Mangelnde Transparenz: Eletronuclear verheimlichte das Auslaufen von 22.000 Litern radioaktiven Wassers aus dem Reaktor Angra 1 im Mai 2001 vor der Presse und der Öffentlichkeit⁶⁰.
- Mangelnde Transparenz: Seit CNEN die endgültige Betriebserlaubnis für das Uranbergwerk Caetité erteilt hat, gab es mehrere Störfälle in der Anlage, die von INB nicht an CNEN gemeldet wurden, wie z.B. eine Überschwemmung mit Lösungsmitteln und Rohrbrüche, die zum Auslaufen von uranhaltiger Flüssigkeit führten sowie der Einsturz von Abhängen des Tagebaus. Die Vorfälle wurde erst von ortsansässigen CNEN-Kontrolleuren oder von der lokalen Bevölkerung aufgedeckt⁶¹.
- Nichteinhaltung der Vorschriften: INB nutzte im Uranbergwerk Caetité Schlammteiche, die von CNEN verboten sind⁶².
- Nichteinhaltung der Vorschriften: INB ist nicht in der Lage, das jährliche Umweltmonitoring im Uranbergwerk Caetité durchzuführen⁶³.
- Nichteinhaltung der Vorschriften: zehn Jahre lief der Reaktor Angra 2 ohne eine dauerhafte Betriebsgenehmigung^{64 65}.
- Mangelnde Sicherheitskultur: Eletronuclear weigerte sich - wie vom Bürgermeister der Stadt Angra dos Reis am 3. Januar 2010 erbeten - die Atomreaktoren Angra 1 und 2 herunterzufahren, obwohl Schlammlawinen den Hauptfluchtweg im Falle eines Atomunfalls blockierten.

Die wichtigste Maßnahme, die vielen Mängel in der Sicherheitskultur im brasilianischen Atomsektor zu beseitigen, liegt in der Gründung einer von der brasilianischen Regierung und den Politikern tatsächlich unabhängigen Regulierungsbehörde. Es gab in der Vergangenheit zwar Pläne zur Schaffung einer neuen unabhängigen Aufsichtsbehörde, doch sind diese seit

⁶⁰ O Estado de São Paulo, 2001 – “Prefeito não foi avisado sobre vazamento na usina Angra I”, 24 de Setembro de 2001, <http://www.estadao.com.br/arquivo/cidades/2001/not20010924p20967.htm>.

⁶¹ Sérgio Rezende, 2011 – “O caso CNEN, por Sérgio Rezende”, Luis Nassif Online, <http://www.advivo.com.br/blog/luisnassif/o-caso-cnem-por-sergio-rezende>.

⁶² Sérgio Rezende, 2011 – “O caso CNEN, por Sérgio Rezende”, Luis Nassif Online, <http://www.advivo.com.br/blog/luisnassif/o-caso-cnem-por-sergio-rezende>.

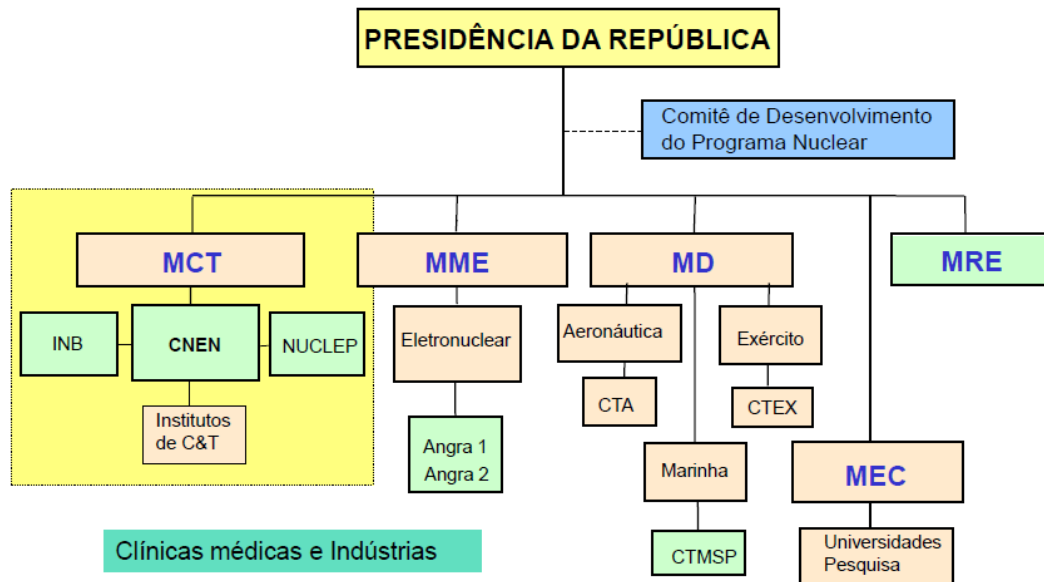
⁶³ Sérgio Rezende, 2011 – “O caso CNEN, por Sérgio Rezende”, Luis Nassif Online, <http://www.advivo.com.br/blog/luisnassif/o-caso-cnem-por-sergio-rezende>.

⁶⁴ Alexandre Gaspari e Rodrigo Polito, 2012 – “Técnica versus política”, Brasil Energia, Fevereiro de 2012.

⁶⁵ Sérgio Rezende, 2011 – “O caso CNEN, por Sérgio Rezende”, Luis Nassif Online, <http://www.advivo.com.br/blog/luisnassif/o-caso-cnem-por-sergio-rezende>.

Jahren auf Eis gelegt⁶⁶.

A ÁREA NUCLEAR BRASILEIRA



Ministério da
Ciência e Tecnologia



Abbildung 1 Struktur des Nuklearbereichs in Brasilien⁶⁷

6. Die Wirksamkeit von Auflagen zur Begegnung von Sicherheitsrisiken

Die Gesetzgebung in Brasilien ist eindeutig: *“Die Genehmigung von Einrichtungen, die der Herstellung von nuklearem Material oder der Nutzung von Atomenergie dienen sowie ihre Anwendung unterliegen der Nationalen Kommission für Atomenergie (CNEN), auf Empfehlung von IBAMA, und unter Berücksichtigung der für die Umweltkontrolle zuständigen staatlichen oder lokalen Organe”*. IBAMA ist das Brasilianische Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen. Es handelt sich um eine staatliche Agentur, die an das Umweltministerium gekoppelt ist. Es herrscht allerdings eine gewisse Doppeldeutigkeit bei der Genehmigung atomarer Anlagen, da CNEN die Betriebsgenehmigungen vergibt und dabei die Empfehlung von IBAMA berücksichtigt, wie es im Dekret 99274/00 formuliert ist. Gleichzeitig jedoch erteilt auch IBAMA Betriebsgenehmigungen, mit Empfehlung von CNEN, gemäß der Resolution CONAMA 237/97⁶⁸.

⁶⁶ Câmara dos Deputados do Brasil, 2006 – “Relatório do Grupo de Trabalho Fiscalização e Segurança Nuclear”, Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, pp. 45-91.

⁶⁷ CNEN, 2010 – “Programa Nuclear Brasileiro – Informações gerais”, <http://www.cnen.gov.br/acnen/pnb/Palestra1-Programa-Nuclear-Brasileiro.pdf>.

⁶⁸ Câmara dos Deputados do Brasil, 2006 – “Relatório do Grupo de Trabalho Fiscalização e Segurança Nuclear”, Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, pp. 90-91.

Die Lizenz für den Bau des Reaktors Angra 3 wurde von IBAMA am 4. März 2009 mit 44 Auflagen⁶⁹ und von CNEN am 31. Mai 2010 mit 30 Auflagen erteilt⁷⁰. Auf die Erfüllung der Auflagen wird man jedoch lange warten müssen. Einige der wichtigsten Auflagen sind: Die Überprüfung der in Kapitel 2 beschriebenen Studie zur Risikoanalyse; die Fortsetzung der Studie zu Hangstabilität und Geländeauffüllung auf dem Angra-Gelände; die Überwachung der Verkehrsbedingungen auf der BR-101 und die Forderung nach der notwendigen Wartung dieser bei der zuständigen Bundesagentur; die Einführung eines Luft Monitoring Systems auf dem Gelände; Einleitung des Genehmigungsverfahrens bei CNEN für ein Atommülllager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle vor Inbetriebnahme von Angra 3; Design und Beginn der Umsetzung des durch die Umweltagentur zugelassenen Projekts zur Lagerung hochradioaktiven Abfalls vor Inbetriebnahme von Angra 3; Integration aller Erkenntnisse aus dem Monitoring von Flora und Fauna rund um Angra 1 und 2 und anschließende Analyse der aktuellen Lage der betroffenen Ökosysteme und Prognose eines Zukunftsszenarios dieser Ökosysteme mit dem Bau (und Betrieb) von Reaktor 3; Einstellung eines von Electronuclear unabhängigen, akkreditierten Labors unter ISO 17.025 zur Überwachung der Umwelt.

Obwohl das Umweltministerium die Baugenehmigung nur unter "strengen" Auflagen vergab und ankündigte die Umsetzung strikt kontrollieren zu wollen, so zeigt die Praxis, dass die Beaufsichtigung der Atomanlagen in Angra völlig unzureichend ist.

Dem IBAMA-Präsidenten, Curt Trennepohl⁷¹, und dem ehemaligen CNEN-Präsidenten, Odair Dias Gonçalves, zufolge⁷² lief Angra 2 zehn Jahre lang nur mit vorläufiger Betriebsgenehmigung, da ein "Term of Adjustment of Conduct" (TAC) galt. IBAMA und CNEN konnten keine endgültige Betriebsgenehmigung erteilen, solange nicht alle Auflagen erfüllt werden. Offen waren beispielsweise die Anpassung des Fluchtwegs BR-101, Evakuierungspläne für den Radius 3-5 km sowie die Ausweitung des internen Atommülllagers für Angra 2 etc.⁷³.

Obwohl IBAMA behauptet, dass alle Behörden, CNEN eingeschlossen, sich einig sind, dass sämtliche Auflagen für Angra 2 bereits seit 2006 erfüllt wurden, gibt die Staatsanwaltschaft an, dass bisher keine Dokumente vorliegen, die belegen, dass bestimmte Auflagen erfüllt sind, wie z.B. eine angemessene Dimensionierung und Instandsetzung des prekären Fluchtwegs (BR-101). Der Staatsanwaltschaft zufolge wurden auch weitere Auflagen nicht erfüllt: etwa die

⁶⁹ Lorenna Rodrigues, 2009 – "Ibama concede licença de instalação para Angra 3, mas impõe 44 condições", Folha Online, March 4, 2009.

⁷⁰ Mônica Ciarelli, 2010 - "CNEN: licença a Angra 3 permite início de obras", Agência Estado, 31 de maio de 2010.

⁷¹ Alexandre Gaspari e Rodrigo Polito, 2012 – "Técnica versus política", Brasil Energia, Fevereiro de 2012.

⁷² Sérgio Rezende, 2011 – "O caso CNEN, por Sérgio Rezende", Luis Nassif Online, <http://www.advivo.com.br/blog/luisnassif/o-caso-cnen-por-sergio-rezende>.

⁷³ ANDRE AMARAL, 2009 – "Financing Brazilian Nuclear Programme: A Risky Investment", October 2009.

Umsetzung des Umweltüberwachungsprogramms für industrielle und sanitäre Abwässer sowie für Abluft; Programm zur Sanierung von Umweltschäden für die Gemeinde Mambucaba; Umweltschutzprogramm für die Mangroven-Küstenstreifen; Errichtung eines Zentrums für Umweltstudien; Wiederherstellung degradierter Gebiete, die durch Baumaßnahmen auf dem Gelände beeinträchtigt wurden⁷⁴.

Der Vize-Bundesgeneralstaatsanwalt und Koordinator des 4. Rats für Koordination und Prüfung der Staatsanwaltschafts, Mário José Gisi, hat in der Debatte um die Erteilung einer dauerhaften Betriebsgenehmigung für Angra 2 die folgenden Anmerkungen gemacht: a) *"Darf das Atomkraftwerk unter diesen Bedingungen (ohne angemessene Fluchtwege) im Betrieb sein? Meiner Meinung nach darf es das nicht. Wenn Eletronuclear angibt, keine Verantwortung für die BR-101 zu haben, und die Bundesregierung gleichzeitig keine geeignete Instandsetzung durchführt, dann sollte der Reaktor abgeschaltet werden, solange, bis es möglich ist, über die Straße aus diesem Ort zu fliehen";* und b) *"Kann man eine dauerhafte Betriebsgenehmigung gewähren, wenn es keine eindeutige Festlegung für die Lagerung atomaren Abfalls gibt?"*⁷⁵

In der nuklearen Sicherheitskultur Brasiliens werden Auflagen formuliert, um die Illusion von Sicherheit zu geben, doch sobald die Genehmigung für den Bau oder Betrieb einer Anlage erteilt ist, werden diese Sicherheitsauflagen verzögert, ignoriert oder einfach vergessen. Obwohl es gegen die brasilianischen nuklearen Sicherheitsregeln verstößt, ist es längst zur allgemeinen Praxis geworden, dass vorläufige Betriebsgenehmigungen von den Behörden Mal um Mal verlängert werden. So wird den Betreibern die Umgehung von Sicherheitsauflagen ermöglicht. Im Falle von Angra könnte dies zu einer Tragödie führen: Wenn zum Beispiel im Notfall eine Evakuierung durchgeführt werden müsste, hat das Fehlen einer angemessenen Fluchtroute zur Folge, dass eine große Anzahl an Einwohnern nuklearer Bestrahlung ausgesetzt sein wird.

Fazit

Der tragische Unfall in Fukushima war nicht unvermeidbar. Er kann als Folge falscher Annahmen, eines gefährlichen Standortes, veralteter Reaktortechnologie, einer unzureichenden Sicherheitsanalyse sowie einer mangelnden nuklearen Sicherheitskultur und lascher Aufsicht gesehen werden. Nach derzeitigem Planungsstand beherzigt Angra 3 nicht die Lehren aus Fukushima. Vielmehr birgt dieses Projekt zahlreiche Risikofaktoren, die es unmöglich machen, den Eintritt eines Fukushima ähnlichen Unfalls in dieser Anlage auszuschließen.

⁷⁴ Câmara dos Deputados do Brasil, 2011 – "Debate sobre a segurança do programa nuclear brasileiro", Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

⁷⁵ Câmara dos Deputados do Brasil, 2011 – "Debate sobre a segurança do programa nuclear brasileiro", Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.