

NEUBEWERTUNG DER KERNENERGIE IN JAPAN ZU BEGINN DES 21. JAHRHUNDERTS?

Matthias Koch

Abstract: Artificially generated energy is the driving means that powers the whole material living process of a modern society. It cannot be substituted and, because it is constantly consumed, must be made available without interruption. The national energy supply is of permanent concern, because energy resources that are not found domestically must be imported through international business relations that have political implications because of the nature of strategic goods like oil, coal, gas and uranium. Cheap and reliable energy supply is a *conditio sine qua non* for capital accumulation and economic growth.

Taking into account the liberalization and integration of the electricity and energy market in the European Union as a whole, and the decommissioning of all nuclear power plants in Germany, in particular, the following article analyzes the development of nuclear energy in Japan through the second half of the 20th century taking into consideration the new Long-Term Program for Research, Development and Utilization of Nuclear Energy (November 2000) and the possible implications from a series of nuclear accidents that could lead to a reevaluation of the Japanese nuclear energy policy.

1. EINLEITUNG

Dieser Beitrag untersucht die Frage nach einer Neubewertung der Kernenergie in Japan zu Beginn des 21. Jahrhunderts. Das geschieht zum einen vor dem Hintergrund globaler Entwicklungstendenzen der zivilen Nutzung der Kernenergie zu Beginn des 21. Jahrhunderts sowie des „Atomkonsenses“ in Deutschland. Auf dieser Grundlage werden die Ursprünge und die Entwicklung des japanischen zivilen Kernenergieprogramms in den 1950er und 1960er Jahren zusammengefaßt und problemorientiert die im Vergleich zu Deutschland dynamischere Entwicklungs- und Ausbauphase seit den frühen 1970er Jahren skizziert. Dieser Komparativ wird in den 1990er Jahren besonders augenfällig, wenngleich auch in Japan eine deutliche Verlangsamung beim Ausbau der Kernstromerzeugungskapazität sowie Probleme bei der Schließung bzw. Autarkisierung des nationalen Kernbrennstoffkreislaufes und der Realisierung einer lange Zeit als energiepolitisches Ziel postulierten Plutoniumwirtschaft mit dem Schnellen Brutreaktor als „Mainstream“ (*shuryū*) zu beobachten sind. Aus heutiger Sicht ist in der Rückschau zu fragen, ob bzw. wie sich die „Kernenergievi-

sion“ (Tsūshō Sangyōshō 1986: 86) des früheren MITI (*Tsūshō Sangyōshō*) und des früheren Amtes für Wissenschaft und Technik (*Kagaku Gijutsuchō*)¹ gewandelt hat. Das darin enthaltene Zukunftsbild der Kernenergie in Japan ist insofern bemerkenswert, als es von wichtigen staatlichen Akteuren in einer Phase entworfen wurde, als der Leichtwasserreaktor als Mainstream der japanischen Kernenergiewirtschaft gerade erst etabliert worden war, man das vergangene Stadium (1955–1985) als Forschungs- und Entwicklungsphase, die kommende Periode (1986–2010) als Errichtungs- und Reifephase und erst die darauffolgenden beiden Jahrzehnte (2011–2030) als Expansionsphase charakterisierte. Darüber hinaus sollen durch einen Vergleich des alten „Langzeitplanes zur Erforschung, Entwicklung und Nutzung der Kernenergie“ (*Genshiryoku no Kenkyū, Kaihatsu oyobi Riyō ni kansuru Chōki Keikaku*) aus dem Jahr 1994 mit dem neuen Langzeitplan des Jahres 2000 neue programmatische Schwerpunktsetzungen der japanischen Kernenergiepolitik herausgearbeitet werden. Außerdem ist die Diskussion um die Nuklearunfälle und Unregelmäßigkeiten wie illegale Fälschung und Zurückhaltung von Daten in den letzten Jahren zu berücksichtigen und aus der Gesamtschau zu fragen, ob eine Neubewertung der Kernenergie in Japan zur Zeit erfolgt oder zu erwarten ist.

2. ASIEN ALS MOTOR DER ZIVILEN KERNENERGIEENTWICKLUNG

Das Japanische Atomindustrie-Forum (*Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi*) hat Mitte 2001 die Ergebnisse einer weltweit durchgeführten Umfrage bei

¹ In Japan wurde im Januar 2001 eine umfassende Reform der zentralen Regierungsbehörden (*shōchō saihen*) durchgeführt. Dabei verschmolzen das frühere Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Sport und Kultur (*Monbushō*; Ministry of Education, Science, Sports and Culture) und das Amt für Wissenschaft und Technik (*Kagaku Gijutsuchō*, kurz *Kagichō*; Science and Technology Agency, STA) zum Ministerium für Bildung, Kultur, Sport, Wissenschaft und Technologie (*Monbu Kagakushō*, kurz *Monkashō*; Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, MEXT). Darüber hinaus entstand aus dem Transportministerium (*Un'yushō*), dem Bauministerium (*Kensetsushō*), dem Amt für die Entwicklung Hokkaidōs (*Hokkaidō Kaihatsuchō*) und dem Amt für Boden (*Kokudochō*) das Ministerium für Land, Infrastruktur und Transport (*Kokudo Kōtsūshō*; Ministry of Land, Infrastructure and Transport, MLIT). Um auf dem Gebiet der Kernenergie die Unabhängigkeit und die Funktionalität der Atom-sicherheitskommission (*Genshiryoku Anzen Inikai*) zu stärken, wurde diese im Januar 2001 im Rahmen der Verwaltungsreform aus der Obhut des früheren *Kagichō* entlassen und dem neuen Zentrum der politischen Macht unterstellt, dem Kabinettsamt (*Naikakufu*), das unter anderem aus dem früheren Büro des Ministerpräsidenten (*Sōrifu*) hervorgegangen war.

siebzig Kernkraftwerksbetreibern in einunddreißig Ländern vorgelegt, die den gegenwärtigen Stand der Kernenergieentwicklung nach Ländern, Regionen und Kontinenten bis Ende Dezember 2000 vergleichbar macht und die Analyse von Tendenzen der letzten Jahre ermöglicht (Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi 2001).

Japan unterhält zweiundfünfzig Leistungsreaktoren sowie neunzehn Forschungs- und Ausbildungsreaktoren. Mit großem Abstand hinter den USA und Frankreich und weit vor Deutschland und Rußland verfügt Japan über mehr als fünfundvierzig Gigawatt Kernstromerzeugungskapazität, was etwas mehr als zwölf Prozent der globalen Kapazitäten entspricht. Eine Längsschnittanalyse zeigt, daß Japan seinen Anteil an der weltweiten Kernstromerzeugungskapazität in den letzten zwölf Jahren um etwas mehr als zwei Prozentpunkte ausgebaut hat, was um so bemerkenswerter ist, als vierundzwanzig der einunddreißig Kernkraftwerke betreibenden Länder auf der Erde Ende Dezember 2000 nicht planten, ein weiteres Kernkraftwerk zu errichten (Nihon Kankyō Kaigi ‚Ajia Kankyō Hakushō‘ Henshū Iinkai 1997; Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi 1998).

Die meisten Standorte der weltweit im Bau befindlichen bzw. der geplanten Kernkraftwerke befanden sich Ende Dezember 2000 in Asien: in Indien zwei Einheiten im Bau und zehn in Planung, in der VR China acht Einheiten im Bau und zwei in Planung, in Japan fünf Einheiten im Bau und vier in Planung, in Südkorea vier Einheiten im Bau und vier weitere in Planung, in Taiwan und in Nordkorea jeweils zwei Einheiten im Bau. In Europa fällt auf, daß Frankreich, Deutschland und Großbritannien keine neuen Kernkraftwerke planen, aber Rußland – im Gegensatz zur Ukraine, die fünf Kernkraftwerke baut, aber keine neuen plant – neben den drei im Bau befindlichen acht weitere Einheiten plant. Indien und die VR China haben ambitionierte Langzeitpläne im Bereich der Kernstromerzeugung, werden ihren Nachholbedarf in den kommenden beiden Jahrzehnten sukzessive befriedigen und von den aktuellen Rängen Nr. 18 und 20 wahrscheinlich unter die zehn wichtigsten zivilen Kernenergienationen vorstoßen. Die japanische Nuklearindustrie ist in diesem Zusammenhang bemüht, ihre Forschungs- und Entwicklungskosten nicht zuletzt durch eine Forcierung des Exportes zu ökonomisieren (Koch 1992 und 1998; Tsūshō Sangyōshō Shigen Enerugichō 1995; Ajia Keizai Kenkyūjo 1998).

Auf dem Gebiet der Kernenergie ist die Entwicklung im Jahr 2000 in Asien vergleichsweise am dynamischsten verlaufen. Weltweit waren insgesamt 430 Kernkraftwerke mit über 363 Gigawatt Stromerzeugungskapazität in Betrieb, dreiundvierzig Kernkraftwerke mit mehr als dreiundvierzig Gigawatt befanden sich im Bau und einundvierzig Kernkraftwerke mit über einunddreißig Gigawatt in Planung. Im Laufe des Jahres 2000 wurden weltweit acht Kernkraftwerke in Betrieb genommen. Das waren

vier Kernkraftwerke in Indien, zwei Kernkraftwerke in Frankreich und jeweils ein Kernkraftwerk in der Slowakischen Republik und in Pakistan, was nach dem weltweiten Rückgang der letzten fünf Jahre einen leichten Anstieg darstellt.

Darüber hinaus hat man in Asien im Jahr 2000 mit dem Bau von fünf Kernkraftwerken begonnen und Pläne für den Bau von weiteren sechs Kernkraftwerken aufgestellt. Während sich fünf der acht neu in Betrieb genommenen Kernkraftwerke in Asien befinden, ist diese Tendenz bei den im Bau und in Planung befindlichen Kernkraftwerken noch stärker auf diese Region ausgerichtet. Von den fünf Kernkraftwerken, mit deren Bau im Jahr 2000 in Asien begonnen wurde, werden zwei 1.000-Megawatt-Druckwasserreaktoren in Südkorea mit den Mitteln des 1995 gegründeten internationalen Konsortiums KEDO (Korean Peninsula Energy Development Organization), zwei Schwerwasserdruckreaktoren (PHWR, 500 Megawatt) in Indien und ein chinesischer Druckwasserreaktor (1.060 Megawatt) in Tianwan errichtet. Die VR China baut im Rahmen ihres Neunten Fünfjahresplans (1996–2000) acht neue Kernkraftwerke an vier verschiedenen Standorten. Die VR China hatte ursprünglich vor, zwölf neue Kernkraftwerke zu errichten, aber die staatliche China National Nuclear Corporation (CNNC, Zhongguo Hegongye Zonggongsi) will vor einer signifikanten Expansion der Kernstromerzeugungskapazität im Rahmen des Zehnten Fünfjahresplans (2001–2005) die Standardisierung der Reaktortechnik und den Eigenfertigungsanteil so weit vorantreiben, daß ein indigener Druckwasserreaktor der 1.000-Megawatt-Klasse (CNP-1000) in Zukunft möglichst ohne ausländische Lizenzen und Patente in größerer Zahl gebaut werden werden kann. Im Jahr 2000 wurden Pläne für sechs neue Kernkraftwerke in Asien veröffentlicht, davon befinden sich vier Standorte in Südkorea und zwei in Japan. Das sind in Japan der Fortgeschrittene Siedewasserreaktor Shimane 3 (1.373 Megawatt) in der Präfektur Shimane sowie der Druckwasserreaktor Tomari 3 (912 Megawatt) auf Hokkaidō (Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu 2001b; Genshiryoku Anzen linkai 2001).

Außerhalb Asiens sind für das Jahr 2000 die Ausbaupläne Rußlands und die Anlagennutzungszeiten der USA bemerkenswert: Rußland revidierte seine Kernenergiepolitik und veröffentlichte den Plan, vier neue Druckwasserdoppelblockanlagen (VVER-640) und anstelle eines Schnellen Brutreaktors fünf Druckwasserreaktoren sowie einen graphitmoderierten und leichtwassergekühlten Reaktor (LWGR) zu errichten. Obwohl die USA seit den 1980er Jahren keine neuen Kernkraftwerke gebaut haben, stehen sie nach wie vor mit 103 Kernkraftwerken weltweit an der Spitze und verfügen mit mehr als einhundert Gigawatt Kernstromerzeugungskapazität über annähernd soviel Produktionsvermögen wie Frankreich und Japan zusammen. Zugleich haben die amerikanischen Kernkraftwer-

ke hinsichtlich der Arbeitsverfügbarkeit im Jahr 2000 – nicht zuletzt unter dem Druck der Energiekrise – einen neuen Rekord von fast neunzig Prozent Anlagennutzungszeit aufgestellt. Entsprechend positiv haben sich die durchschnittlichen Stromproduktionskosten entwickelt, weshalb in fünf Einzelfällen Genehmigungen erteilt wurden, die Betriebslaufzeiten von vierzig auf sechzig Jahre auszuweiten (Ajia Keizai Kenkyūjo 1998; Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi 2001).

3. DER „ATOMKONSENS“ IN DEUTSCHLAND – (K)EIN MODELL FÜR JAPAN?

Über mehrere Jahrzehnte hinweg lautete ein von verschiedenen deutschen Regierungen und weiten Teilen der Opposition verbreitetes Pro-Argument zur Kernenergie, daß die Importabhängigkeit durch einen ausgeglicheneren Energiemix – „weg vom Öl“ – reduziert werden müsse. Mittlerweile denkt man in Deutschland europäisch und relativiert die früher über die nationale Ölimportquote ermittelte Abhängigkeit von politisch zum Teil als instabil betrachteten Lieferländern durch die Neudefinition des Binnenmarktbeginnes und durch die Schaffung eines Euromarktes durch nationenübergreifende Deregulierung² und Liberalisierung bzw. supranationale Integration (Fabio 1999; Denninger 2000; Berke *et al.* 1992; VDI-Gesellschaft Energietechnik 1999).

Der Ausstieg Deutschlands aus der Kernenergie wird in Japan – insbesondere bei Kernkraftgegnern (Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu 2000a, 2001a; Hangenpatsu Undō Zenkoku Renrakukai 1988, 1992, 1998; *Hangenpatsu Shinbun* 1999; 2000; 2001) – bisweilen als ideale Verbindung von Gesinnungsethik und Verantwortungsethik mit energiepolitischem Modellcharakter gepriesen, häufig jedoch abstrahierend von den realen Bedingungen (geostrategisch, außenpolitisch, energiewirtschaftlich und technisch) der beiden Länder. Wenige Monate nach dem Inkrafttreten des neuen Energiewirtschaftsgesetzes einigte sich die neue rotgrüne Regierung

² Auch in Japan trat am 21. März 2000 eine „partielle Deregulierung“ (*bubun jiyūka*) des Strommarktes für Kunden von Höchstspannung – 2.000 Kilowatt oder 20.000 Volt Strom – in Kraft. Von der Deregulierung waren landesweit 8.300 Großkunden betroffen, die rund siebenundzwanzig Prozent der gesamten Strommenge abnahmen. 6.100 industrielle Großkunden benötigten ihren Strombedarf meist für Fabrikanlagen. Bei den übrigen 2.200 Großkunden handelte es sich um Bürogebäude, Schulen und Krankenhäuser. Rund vierzig Prozent der von der Deregulierung betroffenen Großkunden wurden von den Energieversorgungsunternehmen Tōkyō Denryoku, Kansai Denryoku und Chūbu Denryoku beliefert. Das bedeutet, daß zwei Fünftel der Deregulierung in diesen Regionen erfolgen (Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi 2001: 24).

im Oktober 1998 auf einen Koalitionsvertrag, aus dem im Juni 2000 in Verhandlungen mit der Energiewirtschaft der sogenannte „Atomkonsens“ hervorging.

Die Bundesregierung erklärte, das Atomgesetz dahingehend revidieren zu wollen, daß es seinen Förderungscharakter verliert, um einen entschädigungsfreien Ausstieg aus der Kernenergiewirtschaft zu regeln. Das beinhaltet eine Verpflichtung zur Sicherheitsüberprüfung, eine Klarstellung der Beweislastregelung bei begründetem Gefahrenverdacht und eine Erhöhung der Deckungsvorsorge. Außerdem sollen ab dem Jahr 2005 keine abgebrannten Brennelemente mehr wiederaufgearbeitet werden dürfen. Die Regierungskoalition erhöhte durch diese Ankündigung den Druck auf die Energiewirtschaft (RWE, E.ON, EnBW, HEW), sich mit der Bundesregierung in absehbarer Zeit auf einen Kompromiß zu einigen und diesen in Form des „Atomkonsensvertrages“ zu unterschreiben und mitzutragen, was im Juni 2001 in Berlin schließlich vollzogen wurde.

Der Atomkonsensvertrag enthält ein komplexes Rechensystem von Gesamtlaufrzeiten und Reststrommengen und sieht im wesentlichen vor, daß die verbliebenen neunzehn deutschen Kernkraftwerke noch insgesamt 2.600 Terawattstunden (2,6 Billionen Kilowattstunden) Strom produzieren dürfen. Ein festes Datum für die endgültige Abschaltung ist nicht vorgesehen. Rechnerisch ergibt sich eine durchschnittliche Laufzeit von zwei- unddreißig Jahren je Kernkraftwerk und als Zeithorizont das Jahr 2021, bis das letzte deutsche Kernkraftwerk vom Netz gehen wird.

Als Industriestandorte und Handelsnationen sind Deutschland und Japan sehr unterschiedlichen geostrategischen, außen- und energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen unterworfen. Deutschland nimmt im sich rasch liberalisierenden EU-Strombinnenmarkt unter den Aspekten eines diskriminierungsfreien Netzzugangs und eines Höchstmarktöffnungsgrades eine Vorreiterrolle ein, wobei das innerhalb der Europäischen Union geltende Reziprozitätsprinzip für Deutschland gegenüber sich langsamer öffnenden Strommärkten wie eine Schutzklausel wirkt. Obwohl die Entwicklungen auf dem europäischen Strom- und Energiemarkt in Japan genau beobachtet und bei der Planung und Formulierung der eigenen Energiepolitik und des daraus abgeleiteten Energierechts wie selbstverständlich bedacht werden, ist ein direkter Vergleich zwischen Deutschland und Japan kaum möglich, da in Japan bzw. in Asien keine der sich in Deutschland bzw. in der Europäischen Union vollziehenden Liberalisierung des Stromsektors vergleichbare Entwicklung existiert. Mit der Liberalisierung gehen in Europa gewaltige Kooperations-, Konzentrations- und Rationalisierungsprozesse – es bestehen auf seiten der Stromerzeuger etwa dreißig bis fünfzig Gigawatt Überkapazitäten – einher, die mit einem deutlichen Rückgang der Strompreise sowie der Beschäftigung im Elektrizitätssektor verbunden sind

und zum Aufbau von Strombörsen geführt haben. In den 1990er Jahren haben insbesondere die EU-Richtlinie zur Preistransparenz für Strom und Erdgas, die EU-Richtlinie zum Transit von elektrischer Energie und die EU-Richtlinie zum Elektrizitätsbinnenmarkt dazu geführt, daß in Deutschland ein neues Energiewirtschaftsgesetz formuliert wurde, das den nationalen Strommarkt vollständig liberalisiert hat.

Deutschland rückt im Liberalisierungsprozeß des europäischen Strombinnenmarktes auch im Rahmen der Osterweiterung Europas zunehmend ins Zentrum eines grenzüberschreitenden großeuropäischen Strom- und Energiemarktes. Schon vor der Liberalisierung des Strombinnenmarktes der EU hatten der effizientere Einsatz von Brennstoffen bzw. Primärenergie in traditionell als Schornsteinindustrien geltenden Bereichen und die sich im Laufe der Zeit signifikant verringerten Umwandlungsverluste bei der Elektrizitätserzeugung zur Folge, daß der Verbrauch von Primärenergie langsamer anstieg als der Konsum von Endenergie. Nicht zuletzt auch der freie Export und Import von Strom hat Energiepolitikern die Freiheit verschafft, sich mit allen Konsequenzen für oder gegen die Großtechnologie der Kernstromerzeugung aussprechen zu können, auch wenn die Folgen dieser Politik von Experten nach wie vor kontrovers diskutiert und unterschiedlich eingeschätzt werden, weil der Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung mit rund einem Drittel – in Deutschland wie in Japan – relativ hoch ist, ein Anstieg des Kohlendioxidgehalts in der Luft befürchtet wird und eine Reihe von Wissenschaftsdisziplinen sowie Zukunftstechnologien negativ betroffen sein könnten (Grawe/Picaper 2000; Lechner 1999; Fabio 1999; Denninger 2000; Deutsches Atomforum 1999).

4. ANFÄNGE UND ETABLIERUNG DER KERNENERGIE IN JAPAN

Da die kontinuierliche Versorgung mit preiswertem Strom und Brennstoffen eine nationale Wachstumsvoraussetzung ist, entschied sich die japanische Regierung für die Entwicklung und Nutzung der Kernenergie. Dies geschah zu einem Zeitpunkt, als sich die nationale Energieversorgung überwiegend noch auf die Wasser- und die Kohlekraftnutzung stützte und das Erdöl als alternativer Energieträger fortan mehr und mehr an wirtschaftlicher Bedeutung gewinnen sollte. Das heißt, die Kernenergie sollte langfristig als Ergänzung der drei Hauptenergieträger Wasser, Kohle und Erdöl fungieren (Genshiryoku Iinkai 1957, 1962, 1964).

Die wichtigste Bedingung für die Entstehung eines zivilen japanischen Kernenergieprogramms nach dem Zweiten Weltkrieg war die Revision des amerikanischen Atomenergiewetzes im August 1954 (Public Law 83-703; 68 Stat. 919), worin erstmals die Möglichkeit formuliert wurde,

Versuchs- und Leistungsreaktoren zur Stromerzeugung zu exportieren, spaltbares Material und Nebenprodukte zu verkaufen oder zu verpacken. Als Voraussetzung wurde darin das Zustandekommen eines Kooperationsabkommens zwischen den USA und interessierten Regierungen festgelegt (Bundesministerium des Innern 1981: 12–265). Mit der Unterzeichnung des japanisch-amerikanischen Abkommens zur Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Kernenergie wurde 1955 diese Voraussetzung geschaffen. Ähnliche Kooperationsabkommen vereinbarte Japan ein paar Jahre später auch mit Großbritannien und Kanada. In den 1970er Jahren folgten Engagements mit Frankreich und Australien sowie in der zweiten Hälfte der 1980er Jahre schließlich auch mit der VR China, so daß Japan heute auf dem Gebiet der Kernenergie über umfassende Kooperationsabkommen mit sechs Ländern verfügt (Genshiryoku Anzen Iinkai 2001; Koch 1992; The International Law Association of Japan 1987).

Zwischen der Unterzeichnung des japanisch-amerikanischen Kooperationsabkommens im November 1955 und der Unterzeichnung der Gründungsstatuten der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) im Oktober 1956 brachte die japanische Regierung alle wichtigen Gesetze auf den Weg und gründete alle wichtigen Institutionen zur Förderung der Kernenergie. Dazu gehörten als Programmgesetz an erster Stelle das Kernenergiegrundgesetz (*Genshiryoku Kihon-hō*), das Gesetz zur Gründung der Kernenergiekommission (*Genshiryoku Iinkai Setchi-hō*) und das Gesetz zur Gründung des Kernenergiebüros im Amt des Ministerpräsidenten (*Genshiryokukyoku Setchi ni kansuru Hōritsu*). Es folgten in der ersten Jahreshälfte 1956 die Gründung des Japanischen Atomindustrie-Forums (Japan Atomic Industrial Forum, Inc., JAIF; *Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi*), des Japanischen Kernforschungsinstituts (Japan Atomic Energy Research Institute, JAERI; *Nihon Genshiryoku Kenkyūjo*), des Amtes für Wissenschaft und Technik (*Kagaku Gijyutsuchō*) sowie der Gesellschaft für Kernbrennstoffe (*Genshi Nenryō Kōsha*).

Budget und Personal der Gesellschaft für Kernbrennstoffe wuchsen rasch an. Ihre Hauptaufgaben waren Prospektierung, Abbau und Aufbereitung von Ausgangsstoffen, Einfuhr sowie An- und Verkauf von Ausgangsstoffen, Herstellung und Verarbeitung von Kernbrennstoffen, Import und Export, An- und Verkauf und Verpachtung von Kernbrennstoffen sowie die Veräußerung von Nebenprodukten. Wenn die politischen und technischen Voraussetzungen dafür geschaffen wären, in Japan abgebrannte Brennelemente wiederaufzuarbeiten, sollte die Gesellschaft für Kernbrennstoffe alleinverantwortlich dafür sein.

Während das Japanische Kernforschungsinstitut bis heute unter diesem Namen existiert, vom Nuklearbudget des Amtes für Wissenschaft und Technik (*Kagaku Gijyutsuchō*) in der Regel den Löwenanteil erhielt und das

wichtigste Bindeglied zwischen der staatlichen Grundlagen-FuE (Forschung und Entwicklung) und der privaten angewandten FuE der Nuklearindustrie und der regionalen Energieversorgungsunternehmen darstellt, wurde die Gesellschaft für Kernbrennstoffe (*Genshi Nenryō Kōsha*) zweimal reorganisiert. Entsprechend ihrem veränderten Aufgabenbereich wurde sie im Jahr 1967 in Kernreaktor- und Kernbrennstoffentwicklungsgesellschaft (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, PNC; *Dōryokuro Kakunenryō Kaihatsu Jigyōdan*, kurz *Dōnen*) und im Jahr 1998 erneut in Kernbrennstoffkreislauf-Entwicklungsgesellschaft (Japan Nuclear Cycle Development Institute, JNC; *Kakunenryō Saikuru Kaihatsu Kikō*) umbenannt. JNC betreibt an fünf Hauptstandorten mit rund 2.700 Beschäftigten hauptsächlich Forschung und Entwicklung in den Bereichen Schneller Brutreaktor, Wiederaufarbeitung, Mischoxidbrennstoffe und Behandlung und Entsorgung von hochradioaktivem Nuklearmüll.

In den nuklearen Lehrjahren Japans wurde der 26. Oktober zum „Tag der Kernenergie“ (*genshiryoku no hi*) erklärt, weil Japan an diesem Tag im Jahr 1956 der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) beigetreten war und das Japanische Kernforschungsinstitut mit dem JPDR-Testreaktor (Japan Power Demonstration Reactor bzw. *dōryoku shikenro*) am selben Tag im Jahr 1963 zur Demonstration verschiedener Leistungsreaktorfunktionen zum ersten Mal Atomstrom produzierte. Tatsächlich begann die reguläre kommerzielle Nutzung der Kernenergie zum Zweck der großindustriellen Stromerzeugung in Japan erst nach einer mehr als zehnjährigen Forschungs- und Entwicklungsphase im Jahr 1966 mit einem aus Großbritannien importierten gasgekühlten Magnox-Reaktor (Graphit-Gas-Reaktor) im lange Zeit „Kernenergieort“ (*genshiryoku no mura*) genannten Ort Tōkai in der Präfektur Ibaraki (166 Megawatt).³ Das Tōkai-KKW wurde in der Phase

³ In der Bundesrepublik Deutschland begann die zivile Nutzung der Kernenergie im Jahr 1966 mit einem gasgekühlten Reaktor in Niederaichbach in Bayern (100 Megawatt). Es folgten zwischen 1970 und 1990 dreiundzwanzig Kernkraftwerke, wohingegen in den 1990er Jahren kein Energieversorgungsunternehmen einen Bauantrag gestellt hat. Zu Beginn des 21. Jahrhunderts betreibt Deutschland neunzehn kommerzielle Kernkraftwerke sowie neunzehn Forschungs- und Schulungsreaktoren. In der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) begann das zivile Atomzeitalter ebenfalls im Jahr 1966 – mit einem Druckwasserreaktor in Rheinsberg (70 Megawatt). Alle danach gebauten Leistungsreaktoren auf dem Gebiet der früheren DDR (Greifswald, Rheinsberg, Stendal) wurden nach 1989 stillgelegt, da eine als unerlässlich angesehene Anhebung der Atomsicherheit auf westdeutsches Niveau zu teuer oder unmöglich war, und weil es sich um Reaktortypen sowjetischer Bauart handelte, die spätestens seit dem Tschernobyl-Reaktorunfall vom April 1986 schlecht beleumdet sind (Liewers, Abele und Barkleit 2000; Fischer 1994; Müller 1990).

des zweistelligen ökonomischen Hochwachstums errichtet, in der sich Japans Volkswirtschaft massiv von wohlfeilen Erdölimporten abhängig machte und ist zugleich der erste Leistungsreaktor, der Ende März 1998 nach zweiunddreißig Betriebsjahren außer Betrieb genommen wurde. Daß keine weiteren Magnox-Reaktoren gebaut wurden, ist der praktische Beweis, daß dieser Reaktortyp den japanischen Wissenschaftlern und Ingenieuren „viel nützliche Erfahrung“, aber „keinen guten Eindruck“ vermittelt hat (Murata 1967: 3). Die Entsorgung der 16.000 Brennstäbe des Tōkai-Reaktors wird nach Einschätzung der Betreiber voraussichtlich etwa fünfzehn bis zwanzig Jahre in Anspruch nehmen. Im Bereich der Stilllegung von Nuklearanlagen konnte Japan bislang in erster Linie im Zusammenhang mit der Zerlegung des japanischen Testreaktors JPDR (Japan Power Demonstration Reactor bzw. *dōryoku shikenro*) Erfahrungen sammeln.

4.1. Ausbauphase und Probleme der Kernenergie in Japan

Der Ausbau der Kernstromerzeugungskapazität war und ist in Japan ungleich dynamischer verlaufen als in Deutschland. Japan hat in den 1970er Jahren so viele Kernkraftwerke errichtet wie die Bundesrepublik Deutschland in der Hochphase der 1970er und 1980er Jahre zusammengenommen. In Japan kamen in den 1980er Jahren noch einmal siebzehn Kernkraftwerke und in den 1990er Jahren erneut zehn Kernkraftwerke hinzu. Im Jahre 1985 leistete die Kernenergie in Japan zum ersten Mal einen größeren Beitrag zur nationalen Stromversorgung als das Erdöl. Dieser Eindruck eines von Anfang an vergleichsweise dynamischeren japanischen Kernenergieprogramms wird noch durch die Tatsache unterstrichen, daß sich im Jahr 2001 vier weitere Kernkraftwerke im Bau und zwei in Bauvorbereitung befinden. Mit der Errichtung der vier aktuell im Bau befindlichen Kernkraftwerke wurde in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre begonnen. Das sind die beiden Siedewasserreaktoren Onagawa Block 3 in der Präfektur Miyagi und Higashidōri 1 in der Präfektur Aomori sowie die beiden Fortgeschrittenen Siedewassereaktoren Hamaoka 5 in der Präfektur Shizuoka und Shika 2 in der Präfektur Ishikawa. Bei den beiden zur Zeit in Bauvorbereitung befindlichen Kernkraftwerken handelt es sich um den Siedewasserreaktor Maki 1 in der Präfektur Niigata und den Fortgeschrittenen Siedewassereaktor Ōma 1 in der Präfektur Aomori.

Noch bevor der Hauptpfeiler der Kernstromerzeugung in Gestalt von meerwassergekühlten Leichtwasserreaktoren errichtet war, hat man in Japan – sozusagen von Anfang an – begonnen, fortgeschrittene thermische Reaktoren sowie Schnelle Brutreaktoren (SBR) zu entwickeln. Daher sind den obengenannten Ausbautzahlen der 1970er, der 1980er und der 1990er

Jahre drei weitere Projekte hinzuzufügen. Das sind zum einen der 1971 begonnene und 1979 vollendete Prototyp eines Fortgeschrittenen Thermischen Reaktors namens „Fugen“ (*shingata tenkanro genkeiro* oder auch *jūsui gensoku futtōsui reikyakuro*) sowie zum anderen der 1983 vollendete Schnellbrüterversuchsreaktor „Jōyō“ (SBR-Versuchsreaktor, *kōsoku zōshokuro jikkenro*) und der 1991 fertiggestellte Brutreaktorprototyp „Monju“ (*kōsoku zōshoku genkeiro*). Der Zweck von „Jōyō“ war in erster Linie die Bestrahlung von Brennstoffen und Materialien, der 280-Megawatt-Brutreaktorprototyp „Monju“ sollte die Vorstufe für einen SBR-Leistungsreaktor darstellen.

Die großindustrielle Anwendung der Kernenergie zum Zwecke der Stromerzeugung im engeren Sinne erfolgte etwa vier Jahre nach der Inbetriebnahme des gasgekühlten Tōkai-Kernkraftwerkes. Auf das Tōkai-KKW folgten in den Jahren 1970 und 1971 der Siedewasserreaktorblock 1 des Tsuruga-Kernkraftwerkes von Nihon Genshiryoku Hatsuden (Nihon Genden, The Japan Atomic Power Company, JAPCO), der Druckwasserreaktorblock 1 des Mihama-Kernkraftwerkes von Kansai Denryoku sowie der Siedewasserreaktorblock 1 des Fukushima-Daiichi-Kernkraftwerkkomplexes von Tōkyō Denryoku. Alle diese Leichtwasserreaktoren (LWR) beruhten auf importierter Technologie von den US-Unternehmen General Electric und Westinghouse, aber von Anfang an war man in Japan bemüht, die mit den LWR importierten Probleme zu lösen und den Eigenfertigungsanteil (*kokusankaritsu*) rasch zu erhöhen, um eine eigene Nuklearindustrie aufzubauen. Trotz eines stetig wachsenden Eigenfertigungsanteils ergaben sich in der ersten Hälfte der 1970er Jahre so viele Probleme, daß Mitte der 1970er Jahre ein besonderes „Verbesserungs- und Standardisierungsprogramm für Leichtwasserreaktoren“ (*Keisuiro Kairyō Hyōjunka Keikaku*) ins Leben gerufen wurde.

Die Nuklearindustrie und die Energiewirtschaft Japans hat trotz aller Veränderungen ihre grundlegende Organisationsstruktur seit den 1950er Jahren im großen und ganzen bewahrt. Die Energiewirtschaft besteht aus den zehn regional gegliederten, privaten Energieversorgungsunternehmen Hokkaidō Denryoku, Tōhoku Denryoku, Tōkyō Denryoku, Chūbu Denryoku, Hokuiku Denryoku, Kansai Denryoku, Chūbu Denryoku, Shikoku Denryoku, Kyūshū Denryoku, Okinawa Denryoku sowie den beiden Unternehmen Dengen Kaihatsu (Electric Power Development Co., Ltd.) und Nihon Genshiryoku Hatsuden (The Japan Atomic Power Co., Ltd., JAPCO). Die Energieversorgungsunternehmen wurden abgesehen von Okinawa Denryoku, das nur konventionelle Kraftwerke unterhält und jüngeren Datums ist, Anfang der 1950er Jahre gegründet. Die wichtigsten japanischen Energieversorgungsunternehmen auf dem Gebiet der Kernstromerzeugung sind Tōkyō Denryoku, Kansai Denryoku sowie Kyūshū Denryoku. Dengen Kaihatsu ist Eigentum der privaten regiona-

len Energieversorgungsunternehmen und des japanischen Finanzministerium und betreibt rund 65 Wasser- und Wärmekraftwerke, jedoch keine Kernkraftwerke, ist dafür aber zu über neunzig Prozent an Nihon Genshiryoku Hatsuden beteiligt, das einen Siedewasser- und einen Druckwasserreaktor in der Präfektur Fukui betreibt.

Die japanische Nuklearindustrie, die heute einen annähernd einhundertprozentigen Eigenfertigungsanteil vorweisen kann, besteht aus fünf Unternehmensgruppen (*genshiryoku sangyō gurūpu*): Mitsubishi, Tōkyō Genshiryoku, Nihon Genshiryoku, Daiichi Genshiryoku und Sumitomo. Unter der Ägide dieser fünf Nuklearindustriegruppen agieren zwischen 130 und 150 Firmen. An der Spitze der Mitsubishi-Nukleargruppe steht Mitsubishi Jūkōgyō, wichtigstes Unternehmen ist Mitsubishi Denki zusammen mit dem Kernbrennstoffhersteller Mitsubishi Genshi Nenryō, dem Handelshaus Mitsubishi Shōji und dem amerikanischen Partner Westinghouse. Die Nuklearindustriegruppe Tōkyō Genshiryoku wird angeführt von Hitachi Seisakusho, wichtigstes Unternehmen ist Babcock Hitachi in Kooperation mit dem Kernbrennstoffhersteller Nihon Nuclear Fuel, dem Handelshaus Marubeni und dem amerikanischen Partner General Electric. Die Nuklearindustriegruppe Nihon Genshiryoku wird von Tōshiba organisiert, im Zentrum steht Ishikawajima Harima Jūkōgyō. Nihon Genshiryoku teilt sich den Kernbrennstoffhersteller und den amerikanischen Technologielieferanten mit Tōkyō Genshiryoku, ist aber in Fragen des Exportes und des Importes dem Handelshaus Mitsui Bussan verbunden. Die Nuklearindustriegruppe Daiichi Genshiryoku (Daiichi Genshiryoku Sangyō Gurūpu), auch The First Atomic Power Industry Group (FABIG) genannt, wird von Fuji Denki angeführt. Die wichtigsten FABIG-Unternehmen sind Kawasaki Jūkōgyō und Furukawa Denki Kōgyō. Hauptlieferant für Kernbrennstoffe ist Genshi Nenryō Kōgyō, Handelshäuser sind Nisshō Iwai und Itōchū Shōji, überseeischer Kooperationspartner ist seit der Übernahme von Interatom der Siemens-Konzern. An der Spitze der Sumitomo-Nuklearindustriegruppe steht Sumitomo Genshiryoku Kōgyō. Wichtige Unternehmen der Gruppe sind Sumitomo Kinzoku Kōgyō, Sumitomo Kinzoku Kōzan, Sumitomo Jūkikai Kōgyō und Sumitomo Denki Kōgyō mit Sumitomo Shōji als Handelshaus. Der Hersteller für Kernbrennstoffe der Sumitomo-Nuklearindustriegruppe, JCO (offizieller japanischer Firmenname), ist im Zusammenhang mit dem größten Nuklearunfall in Japan, dem Tōkaimura-Kritikalitätsunfall von 1999 (siehe dazu unten), weltbekannt geworden.

4.2. Das Verbesserungs- und Standardisierungsprogramm für Leichtwasserreaktoren

Der Eigenfertigungsanteil belief sich bei den ersten Leichtwasserreaktoren auf etwa drei Fünftel, konnte jedoch schon im Fall des Siedewasserreaktorblocks 1 des Shimane-Kernkraftwerkes von Chūgoku Denryoku im März 1974 auf 93 Prozent angehoben werden. Bis zum Ende der 1970er Jahre etablierte die japanische Atomindustrie ihre eigene, nationale Produktionstechnologie. Besondere Probleme stellten Spannungsrißkorrosion von Rohrleitungssystemen aus nichtrostendem Stahl bei Siedewasserreaktoren und Dampferzeugerrohre von Druckwasserreaktoren dar. Aufgrund dieser physikalisch-technischen Probleme waren die ersten Leistungsreaktoren lange außer Betrieb, so daß die Arbeitsverfügbarkeit zwischen 1975 und 1977 auf relativ niedrigem Niveau zwischen zweiundvierzig und dreiundfünfzig Prozent schwankte.

Die Energieversorgungsunternehmen und Anlagenhersteller haben Gegenmaßnahmen ergriffen, neue Werkstoffe entwickelt und das Anlagen-design modifiziert. Ein strengeres System der Qualitätskontrolle, der Wartung und der Inspektion sowie technische Verbesserungen seitens der Betreiber wurden eingeführt und kontinuierlich weiterentwickelt. Die in den ersten Jahren zwischen vierzig und fünfzig Prozent schwankende jährliche Arbeitsverfügbarkeit bzw. Anlagennutzungszeit konnte bis 1983 auf siebzig Prozent angehoben werden. Danach wurde regelmäßig eine jährliche Arbeitsverfügbarkeit von siebzig Prozent oder höher erzielt. Im Fiskaljahr 1995 wurde sogar eine Arbeitsverfügbarkeit von über achtzig Prozent erreicht. Der Hauptgrund für Ausfallzeiten liegt in der vorgeschriebenen jährlichen Inspektion. Zwangsweise Betriebsstillstandzeiten lagen seit 1984 zwischen 0,2 und 0,6 Mal pro Reaktorjahr. Das letzte Jahr mit einer höheren Ausfallzeitrate als 1,0 war das Jahr 1983.

Auf der Grundlage des Gesetzes über die Kontrolle von Ausgangsstoffen, Kernbrennstoffen sowie Kernreaktoren (*Kakugenryō Busshitsu, Kaku-nenryō Busshitsu oyobi Genshiro no Kisei ni kansuru Hōritsu*, kurz *Genshiro-tō Kisei-hō*) wurden dem bis Anfang 2001 zuständigen MITI-Minister über einen längeren Zeitraum hinweg 0,3 bis 1,0 Vorkommnisse und Störungen (*koshō, toraberu*) je Reaktor und Jahr berichtet. Dieser Wert sank in den letzten Jahren auf durchschnittlich 0,3 Fälle. Die wichtigsten Gründe waren im Fall von Siedewasserreaktoren Spannungsrißkorrosion von Rohrleitungssystemen aus nichtrostendem Stahl, thermische Ermüdung von Kernreaktordruckgefäßdüsen und Schäden an Rezirkulationspumpen. Im Fall von Siedewasserreaktoren waren die wichtigsten Gründe Spannungsrißkorrosion von Stützanschlußstiften in Steuerstabführungsrohren und Dampferzeugerrohrbrüche. Materialermüdung durch Materialbeanspru-

chung, ein in der Natur der Kernstromerzeugung liegendes Phänomen, hat nicht zur Aufgabe dieser Stromerzeugungsart, sondern zu kontinuierlichen FuE-Anstrengungen zur Beherrschbarkeit dieser Großtechnologie geführt und insbesondere auf dem Gebiet der Materialwissenschaften große Fortschritte gezeitigt, um auftretende Probleme berechenbarer und somit beherrschbar zu machen.

In diesem Zusammenhang ist Mitte der 1970er Jahre ein besonderes Programm mit einer Laufzeit von zehn Jahren aufgelegt worden. Im Jahr 1975 begann in Japan das dreistufige „Verbesserungs- und Standardisierungsprogramm für Leichtwasserreaktoren“ (*Keisuiro Kairyō Hyōjunka Keikaku*), um die Zuverlässigkeit und die Zeitverfügbarkeit von Leistungsreaktoren zu erhöhen, die turnusmäßigen Wartungs- und Inspektionszeiten zu verkürzen und die Strahlenbelastung des Betriebspersonals in Nuklearanlagen zu reduzieren. Die Resultate des Programms wurden sowohl in neu konstruierten Kernkraftwerken als auch durch die Verbesserung existierender Kernkraftwerke umgesetzt. In Verlängerung des Verbesserungs- und Standardisierungsprogramms auch nach dessen offiziellem Ende gipfelte die Summe aller Ergebnisse schließlich in fortgeschrittenen Siedewasserreaktoren (FSWR, *kairyōgata futtō suikeiro* oder auch *kairyōgata futtō suikei genshiro*) und fortgeschrittenen Druckwasserreaktoren (FDWR, *kairyōgata ka'atsu suikeiro* oder auch *kairyōgata ka'atsu suikei genshiro*) und erfuhr insbesondere auf dem Gebiet der FSWR ihren vorläufigen Höhepunkt mit der Inbetriebnahme der Blöcke 6 und 7 des Kashiwazaki-Kariwa-Kernkraftwerkes in der Präfektur Niigata von Tōkyō Denryoku in den Jahren 1996 und 1997.

Die erste Phase des Verbesserungs- und Standardisierungsprogramms für Leichtwasserreaktoren dauerte von 1975 bis 1977. Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit von Leistungsreaktoren sollten spannungsrißkorrosionsresistente Stoffe und technisch verbesserte Dampferzeuger entwickelt werden, um die jährliche Arbeitsverfügbarkeit auf etwa siebenzig Prozent zu erhöhen. In der zweiten Phase des Verbesserungs- und Standardisierungsprogramms versuchte man von 1978 bis 1980 die jährliche Arbeitsverfügbarkeit unter anderem durch die Entwicklung von automatischen Austauschern des Steuerstabantriebs und verbesserte Kernbrennstoffe auf etwa fünfundsiebzig Prozent anzuheben. Ein weiterer wichtiger Punkt war zwischen 1975 und 1977 die Verkürzung der turnusmäßigen Inspektionszeiten von neunzig bis einhundert Tagen auf etwa fünfundachtzig Tage und eine erneute Senkung zwischen 1978 und 1980 auf rund siebenzig Tage. Realisiert wurde dieses Ziel durch größere Sicherheitsbehälter, verbesserte Brennelementhandhabungsmaschinen und die Einführung von automatischen Austauschern des Steuerstabantriebs. Eine Senkung der Strahlenexposition innerhalb von fünf Jahren um die Hälfte wurde in er-

ster Linie durch die Verhinderung des Eintritts und die Beseitigung von Fremdstoffen, die automatische Inspektion von Dampferzeugerrohren und einen größeren Anwendungsbereich automatisierter Wiederholungsprüfungen und Wasserqualitätsanalysen erreicht.

In der dritten Phase des Verbesserungs- und Standardisierungsprogramms für Leichtwasserreaktoren stand zwischen 1981 und 1985 die Entwicklung und Standardisierung von Fortgeschrittenen Leichtwasserreaktoren (*shingata keisuiro* oder auch *kairyōgata keisuiro*), also Fortgeschrittenen Siedewasserreaktoren und Fortgeschrittenen Druckwasserreaktoren, im Vordergrund. Bei Fortgeschrittenen Siedewasserreaktoren betrafen die Verbesserungen in erster Linie reaktorinterne Pumpen, Steuerstabantriebe sowie Hochleistungsbrennstoffe, bei Fortgeschrittenen Druckwasserreaktoren waren es größere Spaltzonen, verbesserte Wasser-Verdrängungsstäbe sowie Hochleistungsbrennstoffe. Neben der Entwicklung von Fortgeschrittenen Leichtwasserreaktoren wurde auch das Leistungsverhalten von konventionellen Leichtwasserreaktoren nach und nach verbessert, wie zum Beispiel das Turbinensystem, das System zur Behandlung radioaktiver Abfallstoffe und die Konstruktionstechnik. Das Standardisierungsprogramm betraf insbesondere die aseismische Auslegung, Lizenzierungsverfahren, Nuklearmüllbehandlungsmethoden und die Einführung von grundlegenden technischen Spezifikationen für Standardanlagen. Hauptobjekte des Verbesserungs- und Standardisierungsprogramms für Leichtwasserreaktoren (*Keisuiro Kairyō Hyōjūka Keikaku*) waren in der ersten Phase zwischen 1975 und 1977 die Kernkraftwerke Fukushima-Daini 2, Hamaoka 3, Sendai 1 und Tsuruga 2. In der zweiten Phase zwischen 1978 und 1980 waren das die Kernkraftwerke Kashiwazaki-Kariwa 2 und 5 sowie Genkai 3 und 4 und in der dritten Phase zwischen 1981 und 1985 die Kernkraftwerke Kashiwazaki-Kariwa 6 und 7. Das Verbesserungs- und Standardisierungsprogramm war alles in allem technisch-organisatorischer Natur und diente der Identifizierung von Fehlerursachen sowie der Indigenisierung und Verbesserung weitgehend amerikanischer Technologie.

4.3. Der verlangsamte Ausbau der Kernstromerzeugungskapazität in den 1990er Jahren

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts stieg der japanische Endenergieverbrauch in etwa um den Faktor zehn und der Primärenergieverbrauch im selben Zeitraum fast um den Faktor neun. Ein mehr oder weniger leichter Rückgang des Stromverbrauchs im Vergleich zum Vorjahreswachstum wurde nur in den Jahren 1954, 1958, 1974/75, 1977 und 1998

verzeichnet, wobei der Rückgang nie signifikant war und im genannten Zeitraum nur in den Jahren 1974/75 zwei Prozent überschritt (Shigen Enerugichō Chōkan Kanbō Sōgō Seisakuka 2001: 368–371).

Obwohl der jährliche Pro-Kopf-Stromverbrauch in Japan mit siebentausend bis achttausend Kilowattstunden in der Regel größer als in (West-) Deutschland mit sechstausend bis siebentausend Kilowattstunden ist, so konsumieren doch beide Länder pro Kopf viel weniger als die USA und weit weniger als die Hälfte der Strommenge von Ländern wie Schweden, Kanada oder Norwegen (Shigen Enerugichō Chōkan Kanbō Sōgō Seisakuka 2001: 374–401). Nichtsdestoweniger entsprechen sich der Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung sowie der Anteil der Kernkraftwerke am Primärenergieverbrauch mit rund einem Drittel bzw. mit zwölf bis dreizehn Prozent in beiden Ländern anteilig. Das japanische Kernenergieprogramm war im Vergleich zu Deutschland in den 1970er und 1980er Jahren dynamischer in der Umsetzung, aber seit den 1990er Jahren häuft sich die Aufgabe von lange vorbereiteten und geplanten Kernkraftwerken in einer ganzen Reihe von Präfekturen. Zu diesen geplanten und später wieder aufgegebenen Kernkraftwerken zählen zum Beispiel das Kernkraftwerk Ashihama in der Präfektur Mie, die Kernkraftwerke Hikigawa und Hidaka bzw. Oura in der Präfektur Wakayama, die Kernkraftwerke Hagi und Hōhoku in der Präfektur Yamaguchi sowie das Kernkraftwerk Kubokawa in der Präfektur Kōchi auf Shikoku (Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu 2001: 51).

Die Umweltbelastung der alten Industrieländer und die Umweltverschmutzung der sich rasch industrialisierenden Länder Asiens, Afrikas und Südamerikas hat ein globales Ausmaß angenommen, so daß in verschiedenen supranationalen Organisationen mittlerweile Einigkeit über die Notwendigkeit von Klimaschutz besteht, aber Streit über Ziele, Methoden, Umfang und Geschwindigkeit zum Beispiel bei der Verminderung bestimmter Treibhausgase herrscht. Auf der UN-Klimakonferenz in Kyōto wurden im Jahr 1997 Treibhausgasreduktionsziele für die Industrieländer vereinbart, die den Ausstoß bis zum Jahr 2012 weltweit um etwas mehr als fünf Prozent unter das Niveau von 1990 senken. Auf der anderen Seite gehörte Japan mit den USA, Australien und Kanada zur sogenannten „Umbrella Group“, die in Verhandlungen dafür sorgte, im Kyōto-Protokoll die Unterminierung seiner Hauptziele unter anderem durch die Formulierung verschiedener Formen des Emissionshandels anzulegen. Mittel- und langfristig ist es durchaus vorstellbar, daß die Klimakonferenzen dazu führen werden, daß sowohl die Entwicklung von erneuerbaren Energien (Sonnen-, Wind-, Wasser- und Biomasseenergie) als auch der Kernenergie im Rahmen der Kernfusion oder des in allen Stadien geschlossenen Kernbrennstoffkreislaufs vorangetrieben wird.

4.4. Der neue Kernenergielangzeitplan vom November 2000

In Japan wurden zwischen dem Jahr 1956 und dem Jahr 2000 neun Langzeitpläne zur Erforschung, Entwicklung und Nutzung der Kernenergie (*Genshiryoku no Kenkyū, Kaihatsu oyobi Riyō ni kansuru Chōki Keikaku*) von der vom Amt für Wissenschaft und Technik (*Kagaku Gijyutsuchō*) eingesetzten Kernenergiekommission (*Genshiryoku Iinkai*) verabschiedet. Die Langzeitprogramme umfaßten in der Regel Zeitabschnitte in der Zukunft von zehn bis zwanzig Jahren, zum Teil auch längere Projektionen. Eine Revision erfolgte alle fünf bis sieben Jahre (1956, 1961, 1967, 1972, 1978, 1982, 1987, 1994, 2000).

Eine Analyse der Langzeitpläne ermöglicht ein Verständnis der Institutionen, der Ziele, der Mittel und der Implementierung der Kernenergiepolitik in Staat und Wirtschaft und weist zudem eventuell auf Richtungsänderungen in Politik und/oder Wirtschaft hin. Der Langzeitplan besitzt keinen verbindlichen planwirtschaftlichen Charakter chinesischer Prägung, sondern eher einen zwanglosen programmatischen Charakter im Rahmen staatlicher Planifikation und deutet zumindest wünschbare Entwicklungen der (Kern-) Energiewirtschaft an, die auch ihren Niederschlag in der (Kern-) Energiepolitik finden (*Genshiryoku Iinkai* 18.12.1957, 08.02.1961, 13.04.1967, 01.06.1972, 12.09.1978, 30.06.1982, 22.06.1986, 24.06.1994a und b, 24.11.2000; Koch 1992).

Im ersten Langzeitplan zur Erforschung, Entwicklung und Nutzung der Kernenergie vom September 1956, der anfänglich Langzeitgrundlagenplan zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie (*Genshiryoku Kaihatsu Riyō Chōki Kihon Keikaku*) hieß, wurde das zivile Programm zur Kernstromerzeugung mit der industriellen Entwicklung, dem Bevölkerungswachstum und der allgemeinen Verbesserung des Lebensstandards sowie der für das Ende des 20. Jahrhunderts vorausgesagten Endlichkeit der fossilen Brennstoffe begründet. Die Energiefrage wurde darin zur zentralen Frage gemacht, die die „Zukunft der menschlichen Zivilisation“ (Vorwort) bestimme. Bis zum Jahr 1975 sollten rund sieben Gigawatt Kernstromerzeugungskapazität errichtet werden. Zur Erreichung dieses Zieles wollte man verschiedene Kernreakortypen inklusive eines Brutreaktors (*zōshokuro*) entwickeln. Betrachtete man den Brutreaktor als eine Art von Endstufe, so sollte die erste Stufe der Entwicklung mit Forschungsreaktoren (*kenkyūro*) und Leistungsdemonstrationsreaktoren (*dōryoku shikenro*) beginnen. Als ersten quantifizierenden Plan veröffentlichte die Kernenergiekommission im Dezember 1957 den Langzeitplan für die Kernreaktorentwicklung zum Zwecke der Stromerzeugung (*Hatsuden-yō Genshiro Kaihatsu no Tame no Chōki Keikaku*).

Inhaltlich wurden neben der Kernstromerzeugung die Entwicklung eines Schiffes mit Kernenergieantrieb, die Ausbildung von Nukleartechnikern und die Anwendung von Radioisotopen angeführt. Die Kernstromerzeugung wurde unter (Entwicklungs-) Kostengesichtspunkten ins Verhältnis zu einem rasch steigenden Energiebedarf und einer damit einhergehenden Energieimportabhängigkeit gesetzt, die ökonomisch nicht notwendigerweise negativ sein muß, aber politisch als unerwünscht bewertet wurde. Der Wunsch nach einer geringen Energieimportabhängigkeit, einer großen Energieliefersicherheit und einer positiven Außenhandelsbilanz führte zu dem politischen Entschluß, die Kernstromerzeugung möglichst rasch auf die Stufe der kommerziellen Anwendung zu heben. Kernstrom sollte langfristig zu einer relativ kostengünstigen und betriebswirtschaftlich konkurrenzfähigen Energiequelle gemacht werden. Darüber hinaus sah man in dem Aufbau einer nationalen Nuklearindustrie nicht nur einen Beitrag zur Energieversorgung und zu einem ausgewogeneren Energiemix, sondern auch den Erwerb von industriell vielfältig verwertbarer Hochtechnologie.

Die Kernenergiekommission hat im Juni 1994 den achten und im November 2000 den neunten Langzeitplan zur Erforschung, Entwicklung und Nutzung der Kernenergie (*Genshiryoku no Kenkyū, Kaihatsu oyobi Riyō ni kansuru Chōki Keikaku*) verabschiedet und vorgestellt. Der Plan von 1994 gab als Zielvorgabe der installierten Kernstromerzeugungskapazität für das Jahr 2000 etwa 45,6 Gigawatt, für das Jahr 2010 etwa 70,5 Gigawatt und das Jahr 2030 rund 100 Gigawatt an. Der neue Langzeitplan gibt erstmals in der Geschichte der zivilen Nutzung der Kernenergie in Japan bewußt keine konkreten Zahlen zur Kapazitätserweiterung an. Es wird ausschließlich die Notwendigkeit betont, ein angemessenes Niveau an Kernstromerzeugungskapazität zu bewahren.

Formulierte der Langzeitplan von 1994 im Bereich Urananreicherung ein Kapazitätsziel von 1.500 Trennarbeitseinheiten bis zum Beginn des 21. Jahrhunderts, so enthält auch der neue Langzeitplan eine Kapazitätserweiterung der Rokkasho-Urananreicherungsfabrik in diesem Bereich. Zur Zwischenlagerung von abgebrannten Brennelementen gab der Langzeitplan von 1994 an, daß die Menge der angefallenen abgebrannten Brennelemente Japans Wiederaufarbeitungskapazität übertrifft und als Energiequelle für Not- und Krisenzeiten vorläufig auf dem Kernkraftwerksgelände zwischengelagert werden soll, während man nach einer langfristigen Lösungsmethode sucht. Nach dem neuen Langzeitplan soll ein privates Unternehmen bis zum Jahr 2010 eine Machbarkeitsstudie für die Zwischenlagerung außerhalb des Betriebsgeländes von Kernkraftwerken erstellen und Lösungsvorschläge erarbeiten.

Die Rokkasho-Wiederaufarbeitungsanlage (WAA) in der Präfektur Aomori sollte nach dem Langzeitplan von 1994 nach dem Jahr 2000 den Betrieb aufnehmen, der neue Langzeitplan sieht für diese im Bau befindliche Fabrik als Datum der Inbetriebnahme das Jahr 2005 vor. Hinsichtlich einer zweiten, privaten Wiederaufarbeitungsanlage sollte dem Langzeitplan von 1994 gemäß um das Jahr 2010 über die Wiederaufarbeitungsmengen und die Wiederaufarbeitungsmethode entschieden werden. Im neuen Langzeitplan heißt es, daß ab dem Jahr 2010 über den Bauplan beraten werden soll.

Das Vorhaben, aus abgebrannten Brennelementen Plutonium zu gewinnen, zu Mischoxidbrennstoff (MOX) zu verarbeiten und erneut in Leichtwasserreaktoren zur Kernstromerzeugung zu nutzen, wird in Japan „PT-Plan“ (*Purusāmaru keikaku* bzw. Plutonium-Thermal Plan) genannt: Laut altem Langzeitplan wollte man in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre damit beginnen, einige wenige Siedewasserreaktoren im Rahmen des „PT“-Planes einzusetzen, bis zum Jahr 2010 deren Zahl auf zehn Einheiten anheben und danach sukzessive erhöhen. Der neue Langzeitplan geht davon aus, daß bis zum Jahr 2010 etwa sechzehn bis achtzehn Kernreaktoren auf der Grundlage des „PT“-Planes betrieben werden. Zur Mischoxidbrennstoffverarbeitung im Rahmen des „PT“-Planes hieß es im Langzeitplan von 1994, daß bis nach dem Jahr 2000 eine Produktionskapazität von etwa einhundert Tonnen erforderlich sei. Der Langzeitplan des Jahres 2000 betont hinsichtlich des Baues der Rokkasho-Wiederaufarbeitungsanlage in Nordjapan die Notwendigkeit, daß der Ausbau der Mischoxidbrennstoff-Produktionskapazität mit dem Betrieb von Kernkraftwerken Schritt halten solle.

Der Schnelle Brutreaktor sollte laut Langzeitplan von 1994 zum „Mainstream“ (*shuryū*) der Kernstromerzeugung werden; der Langzeitplan des Jahres 2000 geht lediglich davon aus, daß der SBR unter den technologischen Optionen das größte Potential besitzt. Der Brutreaktorprototyp „Monju“ sollte laut Langzeitprogramm von 1994 im Jahr 1995 wieder den regulären Betrieb aufnehmen, was im Langzeitplan des Jahres 2000 in möglichst bald umformuliert wurde, damit die FuE für die SBR-Brennstoffkreislauftechnologie als zentraler Baustein der japanischen Kernenergiepolitik fortentwickelt werden kann. Zum Thema SBR-Prototyp- bzw. Demonstrationsreaktor (*kōsoku zōshokuro jisshōro*), Kommerzialisierung eines SBR-Leistungsreaktors (*kōsoku zōshokuro jitsuyōka*) sowie Wiederaufarbeitung von SBR-Brennstoffen (*kōsoku zōshokuro nenryō no saishori*) fehlen im Langzeitplan des Jahres 2000 jegliche Angaben. Demgegenüber sollte gemäß Langzeitplan von 1994 bis Anfang des 21. Jahrhunderts mit dem Bau eines SBR-Demonstrationsreaktors begonnen werden. Für den Bau

eines SBR-Leistungsreaktors sollten bis Anfang der 2030er Jahre alle grundlegenden technischen Probleme gelöst werden.

Für die Wiederaufarbeitung von SBR-Brennstoffen sollte um das Jahr 2015 eine Versuchsanlage den Betrieb aufnehmen. Angebot und Nachfrage von Plutonium sollten bis zum Jahr 2010 einigermaßen ausgeglichen sein, wobei im Langzeitplan von 1994 noch konkrete Zahlen angegeben waren. Im Langzeitplan des Jahres 2000 sind Mengenangaben getilgt, aber es wird betont, daß Informationen über überschüssiges Plutonium ohne aktuellem Nutzungszweck (*riyō mokuteki no nai yojō no purotoniumu*) öffentlich zugänglich gemacht und die Plutoniumpolitik insgesamt transparenter werden soll. Obwohl Japan seit 1956 zu den Gründungsmitgliedern und „Musterschülern“ der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) gehört, im Jahr 1970 den Nichtweiterverbreitungsvertrag (NPT) ratifizierte und im Jahr 1996 den Vertrag über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen (Comprehensive Test-Ban Treaty, CTBT) unterzeichnet hat, gibt es Bedenken hinsichtlich möglicher nichtzivilen Verwendungsformen von Plutonium als spaltbares Material in Form des Isotops Pu-239 (Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu 1998; Harrison 1996; Matsuoka 1998; Sōgō Kenkyū Kaihatsu Kikō 1995; Takagi 1999).

Zum staatlichen Nuklearbudget fehlen im Langzeitplan des Jahres 2000 Angaben, die im Langzeitplan von 1994 mit fast zehn Billionen Yen für die Periode 1994 bis 2010 enthalten waren. Von privater Seite waren zwei Billionen Yen für Forschung und Entwicklung sowie rund zehn Billionen Yen für den Bau von Kernkraftwerken vorgesehen. Das könnte ein Signal sein, daß die über Jahrzehnte hinweg von staatlicher Seite geleisteten Vorschüsse für unprofitable, aber notwendige Grundlagen- und Anwendungsforschung in Zukunft nicht mehr in jedem Fall als öffentliche Aufgaben betrachtet werden. Alles in allem bestätigt der neue Langzeitplan des Jahres 2000 allgemein die bisherige Linie der Kernenergiepolitik, verzichtet aber bewußt weitgehend auf die Formulierung von spezifischen Zielen und zeitlichen Vorgaben, um in Zukunft *ad hoc* und flexibel Kurswechsel vornehmen zu können. Diesen Eindruck konnte man schon bei der öffentlichen Diskussion des Langzeitplans zwischen Befürwortern und Gegnern der Kernenergie in den Monaten vor der offiziellen Verabschiedung des Langzeitplanes in Tōkyō – ähnliche Veranstaltungen fanden auch in Aomori und Tsuruga statt – gewinnen (Genshiryoku Iinkai 1994a, 1994b; Genshiryoku Iinkai 24.11.2000; Ajia Keizai Kenkyūjo 1998; Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu 2000b, 2001b).

4.5. Vorkommnisse und Unfälle im Nuklearbereich in Japan

Vorkommnisse und Unfälle im Bereich der Kernenergie führten in Japan schon mehrfach zu Veränderungen der Zuständigkeitsbereiche innerhalb der staatlichen Kernenergieverwaltung sowie zu Maßnahmen zur Verhinderung von Nuklearkatastrophen. Als wichtigste Ereignisse innerhalb Japans gelten die Neutronenleckage des japanischen Nuklearschiffes „Mutsu“ im Jahr 1974 und der Tōkaimura-Kritikalitätsunfall im Jahr 1999. Die wichtigsten Unfälle außerhalb Japans waren die Nuklearunfälle Three Mile Island im März 1979 und Tschernobyl im April 1986.

Für einen Leistungssteigerungstest auf hoher See verließ das einzige mit einem Kernenergieantrieb ausgestattete japanische Schiff „Mutsu“ am 26. August 1974 den Heimathafen auf Nord-Honshū. Das Schiff befand sich am 1. September 1974 im Stillen Ozean, als bei einer Leistungsabgabe von knapp eineinhalb Prozent eine Radioaktivitätsleckage festgestellt wurde. Die Untersuchung ergab, daß aus einem Spalt zwischen dem Reaktorbehälter und dem Primärschild Radioaktivität entwichen und eine Reparatur auf dem offenen Meer nicht möglich war. Nach Verhandlungen mit der Stadtverwaltung von Mutsu durfte das Schiff schließlich sechs Wochen nach dem Unfall in den Heimathafen Ōminato zurückkehren. Als direkter Grund für das Radioaktivitätsleck wurde „Neutronenkanalwirkung“ (*chūseishi sutorīmingu*) genannt. Im Amt des Premierministers (*Sōri-fu*) wurde daraufhin im Oktober 1974 ein Ausschuß zur Untersuchung des Problems der Mutsu-Radioaktivitätsleckage (*„Mutsu“ Hōshasen More Mondai Chōsa Iinkai*) eingerichtet, der den Unfall vom 1. September desselben Jahres dokumentieren und analysieren sollte. Ein direkt dem Premierminister unterstellter informeller Expertenausschuß für Kernenergieverwaltung (*Genshiryoku Gyōsei Kondankai*) wurde anläßlich der Radioaktivitätsleckage ins Leben gerufen, der schließlich im Juli 1976 seinen Bericht vorlegte. Der Bericht des Expertenausschusses führte dazu, daß die Funktionen Entwicklung und Förderung (*kaihatsu shuishin kinō*) sowie die Funktionen Sicherheit und Kontrolle (*anzen kisei*) innerhalb der Kernenergieverwaltung im Oktober 1978 getrennt wurden. Um die Verantwortlichkeiten hinsichtlich der Atomsicherheit zu präzisieren, wurden kommerzielle Leistungsreaktoren (*jitsuyō hatsudenro*) der Zuständigkeit des damaligen MITI (*Tsūshō Sangyōshō*), Test- und Forschungsreaktoren (*shiken kenkyū-yō oyobi kenkyū kaihatsu dankairo*) der FuE-Ebene des damaligen Amtes für Wissenschaft und Technik (*Kagaku Gijutsuchō*) und Schiffantriebsreaktoren (*hakuyōro*) dem damaligen Transportministerium (*Un'yushō*) unterstellt (Genshiryoku Anzen Iinkai 2001: 12–13; Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi 2000c: 54–55).

Die für Atomsicherheit zuständigen Büros des Ministeriums für Wirtschaft, Handel und Industrie (*Keizai Sangyōshō Genshiryoku Hoan'in*) und des Ministeriums für Bildung, Kultur, Sport, Wissenschaft und Technologie (*Monbu Kagakushō Genshiryoku Anzenka Genshiryoku Kiseishitsu*) haben zu Beginn des Fiskaljahres 2001 insgesamt fünfundfünfzig Unfälle und Störfälle (*jiko, koshō*) für das abgelaufene Fiskaljahr (Anfang April 2000 bis Ende März 2001) aufgelistet und veröffentlicht, die auf der Grundlage des Gesetzes über die Kontrolle von Ausgangsstoffen, Kernbrennstoffen sowie Kernreaktoren (*Kakugenryō Busshitsu, Kakunenryō Busshitsu oyobi Genshiro no Kisei ni kansuru hōritsu*, kurz *Genshiro-tō Kisei-hō*) und des Stromversorgungsunternehmensgesetzes (*Denki Jigyō-hō*) meldepflichtig sind. Dabei handelt es sich um Ereignisse, die beim gewöhnlichen Normalbetrieb passiert sind. Auffällig häufig genannt sind Probleme mit Dampferzeugern, Hoch- und Niederdruck-Speisewasservorwärmern sowie Schäden an Wärmetauschern bzw. Wärmeübertragungsrohren und Dampfkondensatoren (Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu Tsūshin Nr. 324, 30.05.2001: 3–5).

Die Energiepolitik, für die zur Rechtfertigung des nuklearen Ausbauprogramms in der Vergangenheit meist der Verweis auf eine neuerliche Ölpreiskrise und das Bild vom rohstoffarmen, hochgradig von Öl- und sonstigen Rohstoffimporten abhängige und somit erpreßbare Japan genügt hatte, ist aufgrund von mehreren ernsten Nuklearunfällen in den letzten Jahren in Erklärungsnöte geraten. Vor allem in den 1990er Jahren häuften sich die negativen Schlagzeilen jenseits der oben genannten normalbetriebsbedingten Störfälle so sehr, daß sich der Leiter der Atomsicherheitskommission, Matsuura Shōjirō, im Vorwort des aktuellen Weißbuches zur Atomsicherheit veranlaßt sah, neben „technischen Ursachen“ (*gijutsu gen'in*) auch einen allgemeinen Mangel an „Gefahrenbewußtsein“ (*risuko ninshiki*) sowie an „ethischer Reife“ (*rinri no ketsujo*) bei den „Zuständigen“ (*genshiryoku kankeisha*) zu monieren (Genshiryoku Anzen Iinkai 2001: 5).

Mit Nuklearunfällen sind hier Ereignisse gemeint, die auf der internationalen Skala zur Bewertung von nuklearen Vorkommnissen (International Nuclear Event Scale, INES) der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) oberhalb von Null angesiedelt sind. Auf dieser Stufenskala von 0 bis 7 rangiert der Tschernobyl-Unfall (Sowjetunion) vom April 1986 als Maßstab für den größten anzunehmenden Unfall (GAU) und zugleich schwersten Unfall der zivilen Nukleargeschichte auf Stufe 7 und der Unfall von Three Mile Island, Harrisburg in Pennsylvania (USA) im Jahr 1979 auf Stufe 5. Im letzteren Fall ist bemerkenswert, daß es letztlich durch menschliches Versagen zu einem schweren Schaden im Druckwasserreaktorkern und zum Austritt von flüchtigen Spaltprodukten aus dem Reak-

torbehälter kam; wegen Kühlwasserverlustes hatte das Sicherheitssystem den Reaktor abgeschaltet, das Notkühlssystem nahm kurze Zeit nach Beginn des Unfalls wie atomicherheitstechnisch vorgesehen seinen Betrieb auf, dann allerdings wurde per Hand irrtümlicherweise das Notkühlssystem abgeschaltet. Nuklearunfälle der Stufe 4 stellen definitionsgemäß keine große Gefahr für Personen außerhalb des Unfallgeländes dar, können aber dennoch schwere Industrieunfälle sein.

Zu den ernstesten nuklearen Unfällen und Vorkommnissen in Japan im obengenannten Zeitraum, über die in den japanischen Medien breit und zum Teil über einen längeren Zeitraum berichtet wurde, gehören der Schaden an einer Rezirkulationspumpe in Block 3 des Fukushima-Daini-Kernkraftwerkkomplexes von Tōkyō Denryoku im Jahr 1989. Es folgte im Jahr 1991 ein Dampferzeugerrohrbruch in Block 2 des Mihama-Kernkraftwerkes von Kansai Denryoku der INES-Stufe 2. Im Dezember 1995 erlitt der staatliche Betreiber Dōnen (*Dōryokuro Kakunenryō Kaihatsu Jigyōdan* oder auch Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation; heute: *Kakunenryō Saikuru Kaihatsu Kikō* oder auch Japan Nuclear Cycle Development Institute, JNC) in der Präfektur Fukui eine Natriumleckage am Brutreaktorprototyp „Monju“. Im März 1997 ereignete sich ein Feuer- und Explosionsunfall in einer Asphaltverfestigungsanlage zur Konditionierung von niedrigradioaktivem Müll in der Tōkai-Wiederaufarbeitungsanlage (*Dōnen Tōkai Jigyōsho Saishori Shisetsu*) von Dōnen. Im September 1997 wurden gefälschte Protokolle zur Ausglühtemperatur von Schweißteilen am Rohrleitungssystem von Kernkraftwerken unter anderem bei Hitachi Seisakusho bekannt. Im Oktober 1998 wurde entdeckt, daß das Unternehmen Genden Kōji Daten über Transportbehälter für Atommüll bzw. abgebrannte Brennelemente gefälscht hatte, und im Juli 1999 ereignete sich eine Kühlmittleckage in Block 2 des Tsuruga-Kernkraftwerkes von Japan Atomic Power Co., Ltd. (JAPCO; *Nihon Genshiryoku Hatsuden*) der INES-Stufe 1.

In dem durch Steuereinnahmen aus dem Kernenergiegeschäft wohlhabend gewordenen Ort Tōkaimura, dem Zentrum der japanischen Kernenergieentwicklung im Norden der Präfektur Ibaraki, ereignete sich am 30. September 1999 in Form einer „verzögerten Kritikalität“ (*chihatsu rinkai*), die nach zwanzig Stunden erfolgreich unterbrochen werden konnte, der bislang schwerste Nuklearunfall Japans der INES-Stufe 4. Auf rund vierzig Quadratkilometern arbeitet rund ein Drittel der 34.000 Einwohner für Nukleareinrichtungen und identifizierte sich jahrzehntelang positiv mit der Kernenergieentwicklung. Wenige Wochen nach dem Tōkaimura-Kritikalitätsunfall, bei dem drei Arbeiter am Unfallort lebensgefährlich verstrahlt und mehr als 150 Personen im Umkreis von 350 Metern um die Fabrik evakuiert wurden und 310.000 Personen im Radius von zehn Kilo-

metern um den Unfallort eineinhalb Tage ihre Wohnungen nicht verlassen sollten, änderte man die am Ortseingang angebrachten Begrüßungsworte „Willkommen in Tōkaimura – Stadt der Kernenergie“ (*Genshiryoku no machi – Tōkai-mura e yōkoso*) in „Willkommen in Tōkaimura“ (*Tōkai-mura e yōkoso*). Zudem wurde erstmals ein Atomgegner als Gemeindevertreter gewählt.

Die japanische Firma JCO, ein hundertprozentiges Tochterunternehmen von Sumitomo Kinzoku (Sumitomo Metal Mining Company Ltd.), nutzte die Tōkai-Urankonversionsanlage (*JCO uran kakō kōjō no tenkan shikentō*) jährlich kumulativ etwa zwei Monate, meist *ad hoc* kurzfristig für geringe Losgrößen zwischen dreißig und zweihundert Kilogramm. Durchschnittlich waren das etwa einhundert Kilogramm Kernbrennstoffe für den Schnellbrüterversuchsreaktor „Jōyō“. Dieser Unfall galt als sehr unwahrscheinlich, weil die Lizenzvergabebedingungen vom Juni 1984 und die Sicherheitsbestimmungen eine kritikalitätssichere Geometrie, das heißt eine Mengenbegrenzung für bestimmte Urananreicherungsgrade vorgesehen hatten. Der Hauptgrund für den Unfall lag in einer sicherheitswidrigen, aber rentabilitätsfördernden Abkürzung des Arbeitsprozesses. Aus einer Reihe von komplizierten Umwandlungen entstand Uranylнитrat, ein Vorprodukt des durch Konversion zu gewinnenden Uranhexafluorid, das wiederum nach Anreicherung und Überführung in Urandioxyd als Kernbrennstoff in Brennelemente eingesetzt wird. Im November 1996 wurde bei JCO ohne Genehmigung der Aufsichtsbehörden der Produktionsprozeß modifiziert: Triuranoktoxid wurde seitdem in Eimern aus rostfreiem Stahl durch mechanisches Rühren in einem Fällungstank ohne Mengenkontrollvorrichtung aufgelöst. Uranylнитratlösung, die durch das Auflösen von Triuranoktoxid in Salpetersäure hergestellt wurde, füllte man also direkt aus Stahleimern in einen Fällungstank, der nicht mit einer kritikalitätsverhindernden Geometrie ausgelegt war, was eine weitere Abweichung vom behördlich genehmigten Produktionsverfahren ist. Rund sechsundzwanzig Liter der Lösung mit auf 18,8% angereichertem Uran-235 wurden am Morgen des 29. September 1999 in vier Ladungen in den Fällungstank gegossen. Am Morgen des 30. September gaben die Arbeiter zur Vorbereitung von Uranylнитratlösung weitere drei Ladungen in den Fällungstank. Als die Lösung im Fällungstank etwa vierzig Liter erreichte, was rund sechzehn Kilogramm Uran entsprach, wurde eine kritische Masse erreicht. Als die kritische Masse eine sich selbsterhaltende Kettenreaktion in Gang setzte – das Kühlwasser im Mantel um den Fällungstank wirkte dabei als Moderator und als Neutronenreflektor –, wurde starke Gamma- und Neutronenstrahlung emittiert. JCO-Beschäftigte wichen also in einer Anlage, wo normalerweise niedrigangereichertes Uran (drei bis vier Prozent) verarbeitet wurde, vom vorgeschriebenen

Verfahren ab und hielten sich zudem nicht an die vorgeschriebenen Mengen und Konzentrationen. Im Dezember 1999 und im April 2000 verstarben die beiden am stärksten verstrahlten Arbeiter (Genshiryoku Anzen Inkai 2000, 2001; JCO Rinkai Jiko Sōgō Hyōka Kaigi 2000; Kakujiko Kinkyū Shuzaihan 2000; Shimizu und Noguchi 2000; International Atomic Energy Agency 1999).

Im Rahmen der Unfallursachenforschung und zum Zwecke der Verhinderung zukünftiger Nuklearunfälle revidierte die japanische Regierung auf Empfehlung des von der Atomsicherheitskommission (*Genshiryoku Anzen Inkai*) eingesetzten Untersuchungsausschusses (*Uran Kakō Kōjō Rinkai Jiko Chōsa Inkai*) das Gesetz über die Kontrolle von Ausgangsstoffen, Kernbrennstoffen sowie Kernreaktoren (*Kakugenryō Busshitsu, Kaku-nenryō Busshitsu oyobi Genshiro no Kisei ni kansuru Hōritsu*, kurz *Genshiro-tō Kisei-hō*), verabschiedete ein Antikatastrophenmaßnahmen-Grundgesetz (*Saigai Taisaku Kihon-hō*) und veranschlagte im Rahmen des zweiten Ergänzungshaushaltes dreizehn Milliarden Yen für Atomsicherheit und Maßnahmen der Katastrophenverhütung (*genshiryoku anzen, bōsai taisaku yosan*). Das offenkundige Verletzen von grundlegenden Sicherheitsvorschriften wurde von seiten staatlicher Akteure als direkte Unfallursache identifiziert, zugleich wurde jedoch selbstkritisch von der Atomsicherheitskommission problematisiert, daß Fabrikbesichtigungen „unregelmäßig“ (*futeiki*) und Sicherheitskontrollen während des Betriebs gar nicht durchgeführt wurden. Darüber hinaus waren die Befugnisse und die Verantwortlichkeiten zwischen der Atomsicherheitskommission (*Genshiryoku Anzen Inkai*), den Aufsichtsbehörden (*Kisei Gyōseichō*) und den Unternehmen nicht präzise geregelt.

Zur Verbesserung der „Sicherheitskultur“ (*anzen bunka*) rief die japanische Nuklearindustrie am Anfang Dezember 1999 das sogenannte „NS Network“ (*NS Netto* oder *nyūkuria seifutei nettowāku* bzw. Nuclear Safety Network) ins Leben. Das Atomsicherheitsnetzwerk besteht aus rund fünfunddreißig Organisationen, Energieversorgungsunternehmen, Kernbrennstoffe verarbeitenden Fabriken, Anlagenherstellern sowie Forschungsinstituten, die untereinander Informationen und Daten austauschen.

Im gleichen Monat veröffentlichte der Kernenergiefachausschuß zur umfassenden Untersuchung der Energiesituation (*Sōgō Enerugi Chōsakai Genshiryoku Bukai*) des MITI den Kilowattpreis nach Stromerzeugungsquellen. Demnach war der Kilowattpreis inklusive Abfallbeseitigung für Kernenergie mit 5,9 Yen noch niedriger als der für Flüssigerdgas (LNG) mit 6,4 Yen. Für Steinkohle lag der errechnete Kilowattpreis bei 6,5 Yen, für Erdöl bei 10,2 Yen und für Wasserkraft bei 13,6 Yen (jahreszeitlich bedingte Arbeitsverfügbarkeit von fünfundvierzig Prozent). Der Fachausschuß des Amtes für Energiequellen im MITI hat seinen Berechnungen für

Kernkraftwerke eine Betriebsdauer von vierzig Jahren und eine durchschnittliche Arbeitsverfügbarkeit von achtzig Prozent zugrundegelegt. Im Gegensatz zu den Berechnungen des Jahres 1994, wo der Kernstromerzeugungspreis je Kilowattstunde mit neun Yen kalkuliert wurde, ist im Rahmen der Berechnungen von 1999 die Behandlung und die Endlagerung von hochradioaktivem Nuklearmüll mitenthalten. Der Stromerzeugungselbstkostenpreis teilte sich in Kapitalkosten, Brennstoffkosten und Betriebskosten und zeigte vor allem die Wirtschaftlichkeit der neuen Stromerzeugungsanlagen. Bei einer früheren Berechnung wurden nur sechzehn Betriebsjahre (bei Wärmekraftwerken fünfzehn Jahre) und eine Arbeitsverfügbarkeit von siebzig Prozent zugrundegelegt. Die 5,9 Yen je Kilowattstunde Atomstrom verteilen sich zu 2,3 Yen auf Kapitalkosten, zu 1,9 Yen auf Betriebskosten und zu 1,7 Yen auf Brennstoffkosten. Die Zusammensetzung der Brennstoffkosten umfaßt 0,74 Yen für das „Front End“, 0,63 Yen für die Wiederaufarbeitung und 0,29 Yen für die Zwischenlagerung, die Nuklearmüllentsorgung und die Endlagerung (Back End) (Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi 2000: 82).

Die genannten Energiearten ergänzen sich wechselseitig und besitzen je spezifische technische, wirtschaftliche, politische und ökologische Vor- und Nachteile, die von der Energiewirtschaft und der Energiepolitik abgewogen und aus unterschiedlichen Blickwinkeln bewertet werden. Ein hoher oder niedriger Erzeugungspreis je Kilowattstunde Kernstrom – sei er real oder konstruiert – war für sich genommen nie ein Argument für oder gegen die Kernenergie, die ja erst durch jahrzehntelange Förderung rentabel gemacht worden ist, was sich je nach zugrundegelegten Berechnungsparametern und Schwerpunktsetzungen durchaus ändern kann.

Ebenfalls noch im Dezember 1999 wurde als direkte Folge des Tōkaimura-Kritikalitätsunfalls die obere Versicherungsdeckungsgrenze für einen Unfall in einer Kernbrennstoffe verarbeitenden Fabrik, die bis dahin gesetzlich bei einer Milliarde Yen lag, auf der Grundlage des Nuklearschädigungsgesetzes für hochangereichertes Uran verarbeitende Anlagen auf zwölf Milliarden Yen und für niedrigangereichertes Uran verarbeitende Anlagen auf zwei Milliarden Yen nach oben revidiert. Gleichzeitig erließ die japanische Regierung das Sondermaßnahmengesetz für Vorkehrungen gegen nukleare Katastrophen (*Genshiryoku Saigai Taisaku Tokubetsu Sochi-hō*), das im Juni 2000 in Kraft trat und seitdem zu häufigeren und größer angelegten Katastrophenschutzübungen geführt hat. Auch die Infrastruktur zur Bekämpfung von nuklearen Katastrophen wird in Japan derzeit stark ausgebaut, was ebenfalls eine unmittelbare Folge des Tōkaimura-Kritikalitätsunfalls ist. Das betrifft nicht nur die Energiewirtschaft, also die Großindustrie im engeren Sinne, sondern auch alle Einrichtungen, die Radioisotope mit einer mehr oder weniger kurzen Halbwertszeit

erzeugen oder anwenden, wofür eine große Zahl von Strahlenbeauftragten rekrutiert bzw. weitergebildet wird.

Um die Unabhängigkeit und die Funktionalität der Atomsicherheitskommission (*Genshiryoku Anzen Inkaï*) zu stärken, wurde am 1. April 2000 festgelegt, ihre Verwaltungsfunktionen ab Anfang Januar 2001 vom Amt für Wissenschaft und Technik auf das Amt des Premierministers zu übertragen. Atomsicherheit und Nichtweiterverbreitung (Nonproliferation) bilden auch die einzig wirklich neuen Sachpunkte in den bilateralen japanischen Nuklearabkommen, wie zum Beispiel das japanisch-englische Nuklearabkommen des Jahres 1998 zeigt, das nach dreißig Jahren Laufzeit im Oktober desselben Jahres erneuert wurde.

Bis zum Jahr 1999/2000 wurde in Japan von offizieller Seite der „sogenannte Kernenergie-, Sicherheitsmythos“ (*iwayuru genshiryoku „anzen shinwa“*) verbreitet. Mittlerweile wird dieser auch von staatlicher Seite so beim Namen genannt und offen kritisiert. So beginnt zum Beispiel das aktuelle „Weißbuch zur Atomsicherheit“ mit dem Satz, daß keine Rede davon sein könne, daß Kernenergie absolut sicher sei (*Genshiryoku Anzen Inkaï* 2001: 1). Man nimmt Abstand von der früher geübten Rhetorik, die Möglichkeit eines Nuklearunfalls mathematisch in eine Unwahrscheinlichkeit zu verwandeln und diese sodann für nichtig oder sozialadäquat zu erklären. Entgegen der früheren Beschwichtigungspolitik im Rahmen der Atomsicherheitsphilosophie lautet der heutige Tenor offensiv: Ein Nuklearunfall ist unwahrscheinlich, aber möglich, und wenn er denn eintritt, müssen die Zuständigkeiten klar geregelt und die Durchführung angemessener Gegenmaßnahmen vorbereitet sein.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Die Atomwirtschaft diene zunächst der technologischen Umsetzung des Wissens über den radioaktiven Zerfall und dessen Anwendung als überlegene militärische Waffe gegen feindliche Nationen. Die friedliche Nutzung der Kernenergie ist eine Waffe der zivilen Konkurrenz, dient der kontinuierlichen Sicherung der nationalen Energieversorgung und verdankt ihre Existenz dem staatlichen Ideal der Autarkie bzw. der Zielsetzung der Verringerung der Importabhängigkeit. Was das nationale Territorium an natürlichen Ressourcen und Energiequellen nicht bereithält, muß auf dem Weltmarkt zu denjenigen Geschäftsbedingungen beschafft werden, die permanent Gegenstand internationalen Konkurrierens und Kooperierens sind. In dem Bemühen, knappe Importrohstoffe durch Kapital und technisches Wissen zu ersetzen, sind Energielieferungen ein neuralgischer Punkt des internationalen Geschäfts, weshalb die Energie-

politik – ähnlich wie die Verteidigungspolitik – stets von nationalem Krisendenken beeinflusst wird.

Kernenergie besitzt als nationaler Brennstoffkreislauf mit einer Plutoniumwirtschaft die Qualität einer zusätzlichen eigenen Energiequelle, wobei die militärische nukleare Option als hochtechnologische Möglichkeit ebenfalls inhärent ist. Dabei ging es von Anfang an nicht darum, ob Kernenergie im Vergleich zu Kohle, Öl und Gas *rentabel ist*, ob also Bau-, Transport-, Lager-, Rohstoff-, laufende Betriebs- und Entsorgungskosten wirklich geringer ausfallen. Von seiten des Staates ging es um das politökonomische Programm, Kernkraftwerke im Vergleich zu konventionellen Energiequellen *rentabel zu machen*. Allgemeinwohl mißt der Staat als ideeller Gesamtnutzenkalkulator nicht einfach in Stückkosten je Kilowattstunde, sondern in einem Zuwachs an Unabhängigkeit von wenigen Lieferländern, das heißt in der Senkung des Risikos, durch auswärtige Regierungs- und Kurswechsel von Kohle, Öl, Gas und Uran exportierenden Ländern erpreßt werden zu können. Unter der Aufsicht und besonderen Förderung des Staates sollte die Wirtschaft in Gestalt der Energieversorgungsunternehmen und der Nuklearindustrie die Kernenergienutzung als eine neue, nach privaten Rentabilitätskriterien wirtschaftende Industrie mit der langfristigen Perspektive aufbauen, auch für den Export werthaltige hochtechnologische Produkte bereitzustellen.

Im Reaktorkern durch Kernspaltung Wärme zu produzieren, Wasser zu erhitzen, mit dem Dampfturbinen anzutreiben und durch diese Umwandlungsprozesse Strom zu erzeugen funktioniert seit Jahrzehnten. Wenn in Kauf genommene Nebenwirkungen beim störungsfreien Normalbetrieb von der Strahlenschutzmedizin zu einem vernachlässigbaren Gesundheitsrisiko und der Übergang zu Stör- und Unfällen von der Judikative zu einem sozialadäquaten Restrisiko bestimmt werden, kommt die Wahrscheinlichkeitsrechnung zu ihrem Recht und die Abwägung Volksgesundheit contra Konkurrenzfähigkeit sowie Rentabilität contra Sicherheit praktisch zur Anwendung. Der Verschleiß, den Radioaktivität an Kühlmittelleitungen, Druckkesseln, Pumpen und Ventilen anrichtet, konterkariert das Bemühen um ein hundertprozentiges Gelingen aller Teilfunktionen von Mensch und Maschine. Fehlentscheidungen der Bedienungs-mannschaft und auf der Grundlage von Empirie und Statistik unpräzise vorausberechnete Verspödungen von Material machen den Bau und den Betrieb eines Kernkraftwerkes zu einem Großprojekt zur Vermeidung eintretender Störfälle und zu einem Dauerexperiment mit Sicherheitssystemen, die mit dem größten anzunehmenden Unfall kalkulieren, um ihn zu verhindern.

Japanische Energiepolitiker bekamen im Februar 2000 die Verletzlichkeit ihrer Volkswirtschaft erneut vor Augen geführt, als die von der japa-

nischen Regierung unterstützte Arabian Oil Company ihre vierzig Jahre alten Bohrrechte im Khafji-Ölfeld verlor. Die Deregulierung des japanischen Strommarktes (*denryoku shijō no jiyūka*), die verstärkte Förderung erneuerbarer Energien (*shin enerugī kaihatsu*) und die Ankündigung des größten japanischen Energieversorgungsunternehmens, Tōkyō Denryoku, ab April 2001 den Bau von vierzehn Kraftwerken für fünf Jahre einzufrieren, da in den letzten vier Jahren keine Probleme während der Spitzenlastzeiten im Sommer entstanden waren (*Nihon Keizai Shinbun* 03.03.2001: 24), sind keine hinreichende Bedingung, die Kernenergieentwicklung grundsätzlich neu zu bewerten oder in Frage zu stellen, weil Japan sich zu stark von Atomstrom abhängig gemacht hat und Alternativen (noch) nicht in Sicht sind. Seit dem Tōkaimura-Kritikalitätsunfall bläst der „Gegenwind“ (*gyakufū*) stärker, aber um das auf der Klimakonferenz der Vereinten Nationen aufgestellte Ziel zu erreichen, bis zum Jahr 2012 die Emission von Treibhausgasen um sechs Prozent unter das Niveau von 1990 zu reduzieren, erscheint Kernenergie als eine unerläßliche Option.

In den Medien regelmäßig zitierte Konflikte zwischen der Zentralregierung in Tōkyō, den Energieversorgungsunternehmen und den Selbstverwaltungskörperschaften (*jichitai*) reichen ebenfalls nicht für eine Revision der Kernenergiepolitik, auch wenn die Kernenergiegegner den Widerstand der Präfektur Fukushima gegen den „PT“-Plan im Februar 2001 und den Vorbehalt der Präfektur Kagoshima gegen den Bericht über die Auswirkungen auf die Umwelt durch den Ausbau des Sendai-Kernkraftwerkes 3 von Kyūshū Denryoku im April 2001 wie den Sieg gegen die verhaßte Hochtechnologie feiern. Symptomatisch dafür steht das Kaminoseki-Kernkraftwerksprojekt in der Präfektur Yamaguchi. Das Energieversorgungsunternehmen Chūgoku Denryoku mit Zentrale in Hiroshima hat nach dem Tōkaimura-Kritikalitätsunfall landesweit den ersten Plan für den Bau eines neuen Kernkraftwerkes aufgestellt. Dabei handelte es sich um den Standort Kaminoseki für einen Fortgeschrittenen Siedewasserreaktor in der Präfektur Yamaguchi. Der Gouverneur der Präfektur Yamaguchi und das Amt für Bodenschätze und Energie des Ministeriums für Wirtschaft, Handel und Industrie (*Keizai Sangyōshō Shigen Enerugīchō*) haben dem Bauplan ihre Zustimmung nicht versagt, aber unter zwei Städten und sechs Dörfern soll sich laut Umfrage nur die Bevölkerung des unmittelbaren Standortes Kaminoseki mehrheitlich für den Bauplan ausgesprochen haben (*Asahi Shinbun* 04.05.2001: 9).

Ob sich Japan für oder gegen den Ausbau der Kernenergienutzung entscheidet, macht die neue Regierung Koizumi gewiß nicht davon abhängig, ob Deutschland sich von der Stromerzeugung durch Kernenergie verabschiedet oder die USA, die seit dem Kühlwasserverlustunfall im Druckwasserreaktor von Three Mile Island im März 1979 kein neues Kernkraft-

werk mehr gebaut haben, aber seit der Energiekrise wieder darüber nachdenken, fortgeschrittene Reaktoren, wie zum Beispiel den gasgekühlten Kugelbettmodulreaktor (PBMR) zu errichten, eine Variante des deutschen gasgekühlten Hochtemperaturreaktors (HTGR). Vermutlich werden sich weder der amerikanische Präsident George Bush noch die japanische Regierung unter Koizumi Jun'ichirō von Umfrageergebnissen leiten lassen, sondern umgekehrt diese als Rechtfertigung ihrer Politik benutzen (*Asahi Shinbun* 18.05.2001: 2).

Welchen Weg die japanische Regierung im neuen Jahrhundert im Bereich der Kernenergie zu beschreiten gedenkt, welche langfristigen Verpflichtungen sie auch international einzugehen bereit ist, wird sich im Laufe des Jahres 2001 im Zusammenhang mit der Bewerbung um den Standort für den internationalen Fusionsversuchsreaktor (ITER, International Thermonuclear Experimental Reactor bzw. *Kokusai Netsukaku Yūgō Jikkenro*) zeigen. Das Standortland wird die Hälfte der Kosten für die 500 Milliarden Yen teure Hauptmaschine tragen (*Nihon Keizai Shinbun* 19.03.2001: 25; *Nikkei Sangyō Shinbun* 15.03.2001: 10). International konkurriert Japan hier zur Zeit mit Frankreich und Kanada, innerhalb Japans bewerben sich die drei Präfekturen Hokkaidō, Aomori und Ibaraki um die Ansiedlung des ITER-Fusionsprojektes.

LITERATURVERZEICHNIS

- Agency of Natural Resources and Energy, Ministry of International Trade and Industry (1986): *Nuclear energy vision. Perspectives of nuclear energy for the 21st century*. Tōkyō: Sanyō.
- Ajia Keizai Kenkyūjo (1998): *Ajia dōkō nenpō 1998 nenban* [Tendenzen in Asien 1998]. Tōkyō: Ajia Keizai Shuppankai.
- Akashi, Shōjirō (1990): *Rokkasho kakunen-mura sonchōsen – sonmin o sentaku shita no ka!?* [Die Bürgermeisterwahl des Kernbrennstoffzyklus-Dorfes Rokkasho – Haben die Dorfbewohner ihre Wahl getroffen!?!]. Tōkyō: Shinsensha.
- Asahi Shinbun* (03.03.1996): Genpatsu daijiko ,fuan' ga 73%. Jōhō kōkai ni fushin. *Asahi Shinbunsha seron chōsa* [73% empfinden Unbehagen wegen eines möglichen großen Nuklearunfalls. Mißtrauen in die Informationspolitik laut einer Umfrage der Asahi Shinbun], S. 1.
- Asahi Shinbun* (29.05.1996): Kaigai shinshutsu, kichi ka? kyō ka? Denryoku – gasu kaisha ga honkaku kentō [Strom- und Gasversorgungsunternehmen untersuchen die Frage: Ist die Markterschließung in Übersee ein Fluch oder ein Segen?], S. 11.

- Asahi Shinbun* (04.05.2001): Jūmin no sanpi mapputatsu, juyō mitōshi mo futōmei – Yamaguchi Kaminoseki genpatsu keikaku [Die Bevölkerung ist in Pro und Contra gespalten – die Entwicklung der Stromnachfrage ist auch nicht transparent: Kaminoseki-KKW-Plan in der Präfektur Yamaguchi]. S. 9, Morgenausgabe.
- Asahi Shinbun* (18.05.2001): Shingata genpatsu no kensetsu shinsei e – Bei denryoku saiōte no Ekuseron [Bauantrag für fortgeschrittene KKW durch den amerikanischen Stromriesen Exelon]. S. 2, Morgenausgabe.
- Berke, Claus, Herbert von Bose und Heinz Lichtenberg (1992): *Stromversorgung auf dem Weg ins nächste Jahrtausend. Die Rolle der Kernenergie*. Bonn: Inforum.
- Bundesministerium des Innern (Hg.) (1981): *Kernenergierecht USA*. (Schriftenreihe des Bundesministeriums des Innern; 14) Stuttgart: Kohlhammer.
- Denki Jigyō Kōza Henshū Inkaikai (Hg.) (1996): *Denki jigyō hattatsushi* [Die Entwicklungsgeschichte der Stromunternehmen] (Denki jigyō kōza; 3). Tōkyō: Denryoku Shinpōsha.
- Denki Jigyō Kōza Henshū Inkaikai (Hg.) (1997): *Denki jigyō kankei hōrei* [Gesetze und Verordnungen zu den Stromunternehmen] (Denki jigyō kōza; 4). Tōkyō: Denryoku Shinpōsha.
- Denki Jigyō Kōza Henshū Inkaikai (Hg.) (1997): *Genshiryoku hatsuden* [Die Atomstromerzeugung] (Denki jigyō kōza; 9). Tōkyō: Denryoku Shinpōsha.
- Denki Jigyō Kōza Henshū Inkaikai (Hg.) (1996): *Denki jigyō to nenryō* [Das Stromgeschäft und der Brennstoff] (Denki jigyō kōza; 11). Tōkyō: Denryoku Shinpōsha.
- Denki Jigyō Kōza Henshū Inkaikai (Hg.) (1997): *Genshi nenryō saikuru* [Der Kernbrennstoffkreislauf] (Denki jigyō kōza; 12). Tōkyō: Denryoku Shinpōsha.
- Denki Jigyō Kōza Henshū Inkaikai (Hg.) (1997): *Denki jigyō to gijutsu kaihatsu* [Die Stromunternehmen und die technische Entwicklung] (Denki jigyō kōza; 13). Tōkyō: Denryoku Shinpōsha.
- Denki Shinbun* 31.10.1997: Bei-Chū genshiryoku kyōtei tōketsu kaijo, kokunai mēkā ni oikaze [Das eingefrorene amerikanisch-chinesische Nuklearabkommen wird aufgetaut. Rückenwind für inländische Hersteller], S. 1.
- Denki Shinbun* (28.04.1997): Ei kokunai jūden kiki seizō jōkyō, karyoku kiki, nokinami kako saikō [Die Situation der japanischen Starkstrommaschinenhersteller laut des Berichts des Nihon Denryoku Chōsa Inkaikai. Nachfrage nach Maschinen und Anlagen für Wärmekraftwerke so hoch wie nie zuvor], S. 7.

- DCKGJS Denryoku Chūō Kenkyūjo Genshiryoku Jōhō Sentā (1997): *Nihon genshiryoku hatsudensho* [Kernkraftwerke in Japan]. Tōkyō: Denryoku Chūō Kenkyūjo Genshiryoku Jōhō Sentā.
- Denninger, Erhard (2000): *Verfassungsrechtliche Fragen des Ausstiegs aus der Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung*. (Forum Energierecht; 2). Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.
- Denryoku Nenpōinkai (1997): *Denki jigyō no genjō 1997 nenban* [Der Status quo der Elektrizitätswirtschaft 1997]. Tōkyō: Nihon Denki Kyōkai.
- Deutsches Atomforum (Hg.) (1999): *Kernenergie. Der Schritt ins nächste Jahrtausend*. Bonn: Inforum.
- Fabio, Udo di (1999): *Der Ausstieg aus der wirtschaftlichen Nutzung der Kernenergie. Europarechtliche und verfassungsrechtliche Vorgaben* (Recht, Technik, Wirtschaft; 79). Köln: Carl Heymanns Verlag.
- Fischer, Peter (1994): *Atomenergie und staatliches Interesse: Die Anfänge der Atompolitik in der Bundesrepublik Deutschland 1949–1955*. (Internationale Politik und Sicherheit; Bd. 30). Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.
- Fujii, Yōichirō (1997): *Jishin to genshiryoku hatsudensho* [Erdbeben und Kernkraftwerke]. Tōkyō: Shin Nihon Shuppansha.
- Genshiryoku Anzen Inkai (1981–2001): *Genshiryoku anzen hakusho* [Weißbuch zur Atomsicherheit]. Tōkyō: Zaimushō Insatsukyoku. Das Weißbuch zur Atomsicherheit erscheint seit 1981 in der Regel jährlich. Für die Jahrgänge 1982 (Shōwa 57 nenban) und 1996 (Heisei 8 nenban) wurde kein Weißbuch zur Atomsicherheit veröffentlicht. Bis zum Jahr 2000 vom Ōkurashō Insatsukyoku, ab 2001 vom Zaimushō Insatsukyoku verlegt.
- Genshiryoku Inkai (1957–): *Genshiryoku hakusho* [Weißbuch zur Kernenergie]. Tōkyō: Tsūshō Sangyō Kenkyūsha. Die ersten sieben Weißbücher zur Kernenergie erschienen zwischen 1957 (Shōwa 32 nenban) und 1963 (Shōwa 38) bei Tsūshō Sangyō Kenkyūsha, danach durchgehend beim Ōkurashō Insatsukyoku. Für die Jahrgänge 1964 (Shōwa 39 nenban) und 1997 (Heisei 9 nenban) wurde kein Weißbuch zur Kernenergie veröffentlicht.
- Genshiryoku Inkai (18.12.1957): *Hatsuden'yō genshiro kaihatsu no tame no chōki keikaku* [Langzeitplan für die Kernreaktorentwicklung zum Zwecke der Stromerzeugung]. Tōkyō: Genshiryoku inkai.
- Genshiryoku Inkai (08.02.1961): *Genshiryoku kaihatsu riyō chōki keikaku* [Langzeitplan für die Entwicklung und Nutzung der Kernenergie]. Tōkyō: Genshiryoku inkai.
- Genshiryoku Inkai (13.04.1967): *Genshiryoku kaihatsu riyō chōki keikaku* [Langzeitplan für die Entwicklung und Nutzung der Kernenergie]. Tōkyō: Genshiryoku inkai.

- Genshiryoku Iinkai (01.06.1972): *Genshiryoku kaihatsu riyō chōki keikaku* [Langzeitplan für die Entwicklung und Nutzung der Kernenergie]. Tōkyō: Genshiryoku Iinkai.
- Genshiryoku Iinkai (12.09.1978): *Genshiryoku kenkyū kaihatsu riyō chōki keikaku* [Langzeitplan zur Erforschung, Entwicklung und Nutzung der Kernenergie]. Tōkyō: Genshiryoku Iinkai.
- Genshiryoku Iinkai (30.06.1982): *Genshiryoku kaihatsu riyō chōki keikaku* [Langzeitplan für die Entwicklung und Nutzung der Kernenergie]. Tōkyō: Genshiryoku Iinkai.
- Genshiryoku Iinkai (22.06.1986): *Genshiryoku kaihatsu riyō chōki keikaku* [Langzeitplan für die Entwicklung und Nutzung der Kernenergie]. Tōkyō: Genshiryoku Iinkai.
- Genshiryoku Iinkai (1994a): *Genshiryoku no kenkyū, kaihatsu oyobi riyō ni kansuru chōki keikaku* [Langzeitplan zur Erforschung, Entwicklung und Nutzung der Kernenergie]. Tōkyō: Genshiryoku Iinkai.
- Genshiryoku Iinkai (1994b): *Chōki keikaku kaitei ni kansuru go iken e no taiō ni tsuite* [Zur Übereinstimmung der Meinungen über die Revision des Langzeitplanes zur Erforschung, Entwicklung und Nutzung der Kernenergie]. Tōkyō: Genshiryoku Iinkai.
- Genshiryoku Iinkai (1997): *Genshiryoku hakusho heisei 8 nenban* [Kernenergieweißbuch für das Fiskaljahr 1996]. Tōkyō: Genshiryoku Iinkai.
- Genshiryoku Iinkai (24.11.2000): *Genshiryoku no kenkyū, kaihatsu oyobi riyō ni kansuru chōki keikaku* [Langzeitplan zur Erforschung, Entwicklung und Nutzung der Kernenergie]. Tōkyō: Genshiryoku Iinkai.
- Genshiryoku Jiten Henshū Iinkai (Hg.) (1995): *Genshiryoku jiten* [Dictionary of nuclear science and technology]. Tōkyō: Nikkan Kōgyō Shinbunsha.
- Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu (1998): *Genshiryoku shimin nenkan '98* [Bürger-Jahrbuch zur Kernenergie 1998]. Tōkyō: Nanatsu Mori Shokan.
- Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu (Hg.) (1999): *Genshiryoku shimin nenkan '99* [Bürger-Jahrbuch zur Kernenergie 1999]. Tōkyō: Nanatsu Mori Shokan.
- Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu (Hg.) (2000a): *Genshiryoku shiryō jōhōshitsu tsūshin* [Nachrichten aus dem Citizens' Nuclear Information Center]. Tōkyō: Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu.
- Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu (Hg.) (2000b): *Genshiryoku shimin nenkan 2000* [Bürger-Jahrbuch zur Kernenergie 2000]. Tōkyō: Nanatsu Mori Shokan.
- Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu (Hg.) (2001a): *Genshiryoku shiryō jōhōshitsu tsūshin* [Nachrichten aus dem Citizens' Nuclear Information Center]. Tōkyō: Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu.

- Genshiryoku Shiryō Jōhōshitsu (Hg.) (2001b): *Genshiryoku shimin nenkan 2001* [Bürger-Jahrbuch zur Kernenergie 2001]. Tōkyō: Nanatsu Mori Shokan.
- Genshiryoku Yōgo Jiten Henshū Inkaikai (Hg.) (1981): *Genshiryoku yōgo jiten* [Termini technici zur Kernenergie]. Tōkyō: Koronasha.
- Grawe, Joachim und Jean-Paul Picaper (2000): *Streit ums Atom. Deutsche, Franzosen und die Zukunft der Kernenergie*. München, Zürich: Piper.
- Gurūpu Tekuno – Runessansu (1997): *Nihon no genshiryoku hatsuden koko ga ronten – entaku kaigi gijiroku kara* [Die Hauptstreitpunkte der japanischen Kernstromerzeugung – aus den Protokollen der Konferenzen am runden Tisch]. Tōkyō: Nikkan Kōgyō Shinbunsha.
- Hangenpatsu Undō Zenkoku Renrakukai (1988): *Hangenpatsu Shinbun. Shukusatsu-ban* [Anti-AKW-Zeitung. Verkleinerter Nachdruck der Nummern 1–100]. Tōkyō: Nogusasha.
- Hangenpatsu Undō Zenkoku Renrakukai (1992): *Hangenpatsu Shinbun. Shukusatsu-ban* [Anti-AKW-Zeitung. Verkleinerter Nachdruck der Nummern 101–160]. Tōkyō: Nogusasha.
- Hangenpatsu Undō Zenkoku Renrakukai (Hg.) (1998): *Hangenpatsu Shinbun. Shukusatsu-ban* [Anti-AKW-Zeitung. Verkleinerter Nachdruck der Nummern 161–240]. Tōkyō: Hangenpatsu Undō Zenkoku Renrakukai.
- Hangenpatsu Undō Zenkoku Renrakukai (Hg.) (1999–): *Hangenpatsu Shinbun* [Anti-AKW-Zeitung]. (Erscheinungsweise monatlich) Tōkyō: Hangenpatsu Undō Zenkoku Renrakukai.
- Harrison, Selig S. (Hg.) (1996): *Japan's nuclear future. The plutonium debate and East Asian security*. Washington, D.C.: Carnegie Endowment for International Peace.
- Hayashi Yoshihito (Hg.) / Yamazaki Tomoyoshi (Hg.) (2000): *Genpatsu, kakujiko o sonaero* [Bereitet euch auf einen nuklearen Unfall vor] (Gakken Eco-Books; 4). Tōkyō: Gakushū Kenkyūsha.
- Hirano, Ryōichi und Nishio Baku (1996): *Kaku no gomi ga naze Rokkashomura ni: Genshiryoku hatsuden no umidasu mono* [Warum den Atommüll nach Rokkashomura: Was alles bei der Atomstromerzeugung anfällt]. Tōkyō: Sōshisha.
- Hirose, Takashi und Fujita Yūkō (2000): *Genshiryoku hatsuden de hontō ni watashitachi ga shiritai 120 no kiso chishiki* [Hundertzwanzig Punkte Basiswissen über Atomkraftwerke, die wir wirklich wissen wollen]. Tōkyō: Tōkyō Shoseki.
- International Atomic Energy Agency (Hg.) (1999): *Report on the preliminary fact finding mission following the accident at the nuclear fuel processing facility in Tokaimura, Japan*. Wien: International Atomic Energy Agency.
- Ishikawa, Kinya (1994): *Shin-genshiryoku seisaku to 21 seiki* [Die neue Kernenergiepolitik und das 21. Jahrhundert]. Tōkyō: Denryoku Shinpōsha.

- Ishikawa, Kinya (1998): *Tenkanki – 21 seiki e no genshiryoku seisaku* [Der Wendepunkt – Kernenergiepolitik für das 21. Jahrhundert]. Tōkyō: Denryoku Shinpōsha.
- Itō, Takashi (2000): *Taiwan e no genpatsu yushutsu* [Der KKW-Export nach Taiwan] (Fūbaisha Bukkuretto; 2). Nagoya: Fūbaisha.
- JCO Rinkai Jiko Sōgō Hyōka Kaigi (Hg.) (2000): *JCO rinkai jiko to Nihon no genshiryoku gyōsei. Anzen seisaku e no teigen* [Der JCO-Kritikalitätsunfall und die japanische Kernenergieverwaltung. Vorschlag für eine Sicherheitspolitik]. Tōkyō: Nanatsu Mori Shokan.
- Kagaku Gijutsuchō Genshiryokukyoku (1968): *Genshiryoku kaihatsu riyō chōki keikaku* [Langzeitplan zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie vom 13.04.1967]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Kakujiko Kinkyū Shuzaihan / Kishimoto Yasushi (2000): „*Rinkai*“ 19 jikan no kyōkun. *Kenshō Dokyumento* [Die Lehren aus 19 Stunden „Kritikalität“: Eine Tatort-Dokumentation] (Shōgakukan Bunko; 495). Tōkyō: Shōgakukan.
- Koch, Matthias (1992): *Geschichte der japanischen Kernenergiepolitik*. Marburg: Förderverein Marburger Japan-Reihe.
- Koch, Matthias (1998): Japans Rolle als führende zivile Kernenergienation in Asien. In: *Japanstudien* 10, 1998, S. 303–333.
- Lechner, Herbert: „Der liberalisierte europäische Energiemarkt: Stand in den EU-Ländern“. Zusammenfassung des Vortrags anlässlich der 2. IIR-Konferenz für die Schweizer Energiewirtschaft, Zürich, 16. und 17. März 1999, S. 1–16.
- Liewers, Peter, Johannes Abele und Gerhard Barkleit (2000): *Zur Geschichte der Kernenergie in der DDR*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Matsuoka, Osamu (1998): *Purutoniumu monogatari. Purusāmaru o megutte* [Plutonium-Geschichte. Zur Plutoniumrückführung]. Tōkyō: Mioshin Shuppan.
- Müller, Wolfgang D. (1990): *Geschichte der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland. Anfänge und Weichenstellungen*. Stuttgart: Schäffer Verlag für Wirtschaft und Steuern GmbH.
- Murata, Hiroshi (1967): Nuclear energy: the next 10 years. In: *New Scientist* 36, Japanese Supplement, 16 November 1967, London, S. 3–4.
- Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi (1982): *Genshiryoku kaihatsu riyō chōki keikaku* [Langzeitprogramm zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie]. In: *Genshiryoku Shiryō* 138, S. 1–25.
- Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi (1987): *Genshiryoku kaihatsu riyō chōki keikaku. Kaihatsu no genjō to kongo no keikaku* [Langzeitplan zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie. Programm für die gegenwärtige und die künftige Entwicklung]. Tōkyō: Tōtai.

- Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi (1997): *Dai 30-kai gensan nenji taikai* [30. Jahreskonferenz der Nuklearindustrie]. Tōkyō: Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi.
- Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi (1998): *Sekai no genshiryoku hatsuden kai-hatsu no dōkō. 1997 nenji hōkoku. Shiryōhen: genshiryoku hatsudensho ichiranhyō* [Tendenzen der weltweiten Kernenergieentwicklung. Jahresbericht 1997. Materialsammlung: Liste der Kernkraftwerke]. Tōkyō: Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi.
- Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi (2000a): *Genshiryoku pokettobukku 2000 nenban* [Kernenergie-Taschenbuch für das Jahr 2000]. Tōkyō: Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi.
- Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi (2000b): *Genshiryoku nenkan 2000/2001 nenban* [Ausgabe 2000/2001 des Jahrbuchs für Kernenergie]. Tōkyō: Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi.
- Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi (2000c): *Genshiryoku no ayumi. Genshiryoku nenkan 2000/2001 nenban, bessatsu* [Der Fortschritt der Kernenergie. Beiheft zur Ausgabe 2000/2001 des Jahrbuchs für Kernenergie]. Tōkyō: Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi.
- Nihon Kankyō Kaigi ‚Ajia Kankyō Hakusho‘ Henshū Iinkai (1997): *Ajia kankyō hakusho 1997/98* [Umweltweißbuch für Asien 1997/98]. Tōkyō: Tōyō Keizai Shinpōsha.
- Nihon Keizai Shinbun* (03.03.2001): Fukushima-ken, Dengen kaihatsu no tōketsu keikaku, ‚kenmin ni fushinkan‘ kyōchō [Stop des Ausbaus der Kernstromerzeugungskapazität in der Präfektur Fukushima – Gewachsenes Mißtrauen in der Bevölkerung]. S. 24, Morgenausgabe.
- Nihon Keizai Shinbun* (19.03.2001): Netsukaku yūgōro no Nihon yūchi – Kokumin ni setsumeī gimū hatase [Ansiedlung eines Fusionsreaktors in Japan – Erfüllt Eure Informationspflicht gegenüber der Bevölkerung]. S. 25, Morgenausgabe.
- Nikkei Sangyō Shinbun* (15.03.2001): Genshiryoku Ikondankai, netsukaku yūgō jikkenro, natsu made kōhochi sentei – Nihon yūchi o suishin [Ein Expertenausschuß der Kernenergiekommission wählt bis zum Sommer einen japanischen Ansiedlungsstandort für den internationalen Fusionsversuchsreaktor aus]. S. 10.
- Ōkurashō Zaisei Kin’yū Kenkyūjo (1998): *Ajia no jizokuteki seichō wa kanō ka* [Ist nachhaltiges Wachstum in Asien möglich?]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Shigen Enerugichō (1995): *Genshiryoku hatsuden no anzen kakuho ni mukete. Kinrin Ajia chiiki no kokusai kyōchō* [Für ein internationale Zusammenarbeit zwischen asiatischen Ländern zum Zwecke der Kernenergiesicherheit]. Tōkyō: ERC Shuppan.

- Shigen Enerugīchō Chōkan Kanbō Sōgō Seisakuka (Hg.) / Nihon Enerugī Keizai Kenkyūjo Keiryō Bunsekibu (erstellt in Kooperation mit) (2001): *Sōgō enerugī tōkei (Heisei 12 nenban)* [Gesamtenergiestatistik für das Fiskaljahr 2000 (Heisei 12)]. Tōkyō: Tsūshō Sangyō Kenkyūsha.
- Shimizu, Shūji und Noguchi Kunikazu (2000): *Rinkai hibaku no shōgeki – ima aratamete tou genshiryoku* [Der Schock des Kritikalitätsblitzes stellt die Kernkraft jetzt erneut in Frage]. Tōkyō: Riberuta Shuppan.
- Sogō Kenkyū Kaihatsu Kikō (Hg.) (1995): *Genshi nenryō o torimaku kadai ni kansuru sōgōteki kenkyū* [A strategic analysis on Plutonium beyond 1995]. (NIRA Kenkyū Hōkokusho; No. 940056) Tōkyō: Sogō Kenkyū Kaihatsu Kikō.
- Sumita, Kenji (2000): *Genshiryoku to dō tsukiau ka* [Wie sollen wir mit der Kernkraft umgehen?]. Tōkyō: Chikuma Shobō.
- Takagi, Jinzaburō (1991): *Shimokita hantō Rokkasho-mura kakunenryō saikuru shisetsu hihan* [Kritik der Anlagen für den Kernbrennstoffkreislauf auf der Shimokita-Halbinsel bei Rokkashomura]. Tōkyō: Nanatsu Mori Shokan.
- Takagi, Jinzaburō (1999): *Purutoniumu no kyōfu* [Die Furcht vor dem Plutonium] (Iwanami Shinsho; 173). Tōkyō: Iwanami Shoten.
- Takagi, Jinzaburō (2000a): *Genshiryoku shinwa kara no kaihō. Nihon o horobosu kokonotsu no jubaku* [Befreiung von den Mythen der Atomkraft. Neun Banne, die Japan zugrunderichten]. Tōkyō: Kōbunsha.
- Takagi, Jinzaburō (2000b): *Shōgen. Kakunenryō saikuru shisetsu no mirai wa* [Zeugenaussage. Die Zukunft der Kernbrennstoffkreislaufanlagen]. Tōkyō: Nanatsu Mori Shokan.
- Tanaka, Yasumasa (2000): *Genshiryoku no shakaigaku* [Soziologie der Kernenergie]. Tōkyō: Denryoku Shinpōsha.
- The International Law Association of Japan (1987): Agreement between the Government of Japan and the Government of the People's Republic of China for Cooperation in the Peaceful Uses of Nuclear Energy. Signed at Tōkyō, July 31, 1985, Entered into Force, July 10, 1986. In: *Japanese Annual of International Law* 30, S. 225–231.
- Tsūshō Sangyōshō (1986): *21 seiki no genshiryoku o kangaeru* [Überlegungen zur Kernenergie im 21. Jahrhundert]. Tōkyō: Kōsaidō.
- Tsūshō Sangyōshō Shigen Enerugīchō (1995): *Ajia – enerugī bijon. Sōgō enerugī chōsakai kokusai enerugī bukai chūkan hōkoku* [Asien – Energievision. Zwischenbericht des Fachausschusses für internationale Energie des Energieuntersuchungskomitees]. Tōkyō: Tsūshō Sangyōshō Shigen Enerugīchō Kikaku Chōsaka.
- Tsūshō Sangyōshō Shigen Enerugīchō (1997): *Enerugī: mirai kara no keishō – 21 seiki ni mukete wareware wa nani o sentaku subeki ka* [Energie: die

- Alarmglocke aus der Zukunft – was sollen wir für das 21. Jahrhundert auswählen?]. Tōkyō: Tsūshō Sangyō Chōsakai Shuppanbu.
- U.S.-Japan Study Group on Arms Control and Non-Proliferation After the Cold War (1995): *The United States, Japan, and the future of nuclear weapons*. Washington, D.C.: Carnegie Endowment for International Peace.
- VDI-Gesellschaft Energietechnik (Hg.) (1999): *Ist der Ausstieg aus der Kernenergie verantwortbar?* (VDI-Berichte; 1493) Düsseldorf: VDI.
- Watanabe, Tsuyoshi (2001): *Shinseiki ni chōsen suru – Chūbu Denryoku* [Herausforderung an das neue Jahrhundert – Chūbu Denryoku]. Tōkyō: Sankei Shinbunsha.