

# **Geschichte der japanischen Kernenergiepolitik**

## 戦後日本における原子力政策史

Matthias Koch

マティアス・コッホ

马蒂亚斯·科赫

[E-Mail: matthias.koch39@gmail.com]

### **Japan's Nuclear Energy Policy in Historical Perspective**

## 战后日本核能政策史

Marburg 1992

[verbesserte, elektronische Auflage 2012]

Förderverein Marburger Japan-Reihe  
Herausgeber (Editor): Erich Pauer

Anmerkung: Das vorliegende Werk ist eine verbesserte, keine erweiterte Auflage der Buchfassung von 1992. Der Herausgeber hat einer durch den Autor verbesserten, im Internet frei zugänglichen Auflage freundlicherweise zugestimmt, weil das Buch ausverkauft ist und nicht mehr nachgedruckt wird. Das Format der konventionellen Buchfassung und das Seitenlayout der 2012 verbesserten, elektronischen Ausgabe sind nicht identisch. Da die Paginierung im Buch und in der PDF-Datei abweichen, sollte bei der Angabe von Seitenzahlen für einen eindeutigen Identitätsnachweis klargestellt werden, aus welcher Auflage zitiert wird, der papierenen (Koch 1992) oder der elektronischen (Koch 1992 [2012]). Zitierempfehlung für die verbesserte, elektronische Auflage von 2012 (Langfassung): Koch, Matthias: *Geschichte der japanischen Kernenergiepolitik*. Marburg: Förderverein Marburger Japan-Reihe (Bd. 6), 1992 [verbesserte, elektronische Auflage 2012]. Zitierempfehlung (Kurzfassung): Koch 1992 [verbess., elektr. Aufl. 2012]. Oder einfach: Koch 1992 [2012].

m j r 6

**Matthias Koch**

**Geschichte  
der japanischen Kernenergiepolitik**



Marburg 1992

## **Inhalt**

<b>Tabellen und Abbildungen</b>	4
<b>Abkürzungen</b>	7
<b>1. Einleitung</b>	9
1.1 Fragestellung	10
1.2 Quellen und bisherige Forschungen	11
1.3 Vorgehensweise	11
<b>2. Voraussetzungen für eine Kernenergieentwicklung in Japan</b>	12
2.1 Historische Voraussetzungen	14
2.2 Gab es ein japanisches Manhattan-Projekt?	17
<b>3. Rechtliche und institutionelle Grundlagen</b>	20
3.1 Das Atomenergiegrundgesetz	20
3.2 Die Kernenergiekommission	22
3.3 Das Büro für Kernenergie	24
3.4 Das Kernforschungsinstitut	25
3.5 Die Gesellschaft für Kernbrennstoffe	27
3.6 Die Kernreaktor- und Kernbrennstoffentwicklungsgesellschaft (Dōnen)	28
3.7 Die Atomsicherheitskommission	29
<b>4. Internationale Abkommen und Verträge</b>	31
4.1 Das japanisch-amerikanische Standardabkommen	31
4.2 Das japanisch-amerikanische Nuklearabkommen	33
4.3 Die japanisch-britischen Nuklearabkommen von 1958 und 1968	35
4.4 Das Hilfsabkommen mit der IAEA von 1959	36
4.5 Das japanisch-amerikanische Nuklearabkommen von 1968	37
4.6 Die japanisch-kanadischen Nuklearabkommen	38
4.7 Die japanisch-australischen Nuklearabkommen von 1972 und 1982	40
4.8 Das japanisch-französische Nuklearabkommen von 1972	43
4.9 Das japanisch-chinesische Nuklearabkommen von 1986	44
4.10 Japan als Lehrmeister	46

<b>5. Das atomrechtliche Genehmigungsverfahren</b>	47
<b>6. Die Langzeitprogramme von 1957 bis 1987</b>	57
6.1 Das Langzeitprogramm von 1957	58
6.1.1 Die Planung	59
6.1.2 Die Durchführung	65
6.2 Das Langzeitprogramm von 1961	69
6.3 Das Langzeitprogramm von 1967	79
6.4 Die „Phase der Anwendung“	87
6.4.1 Das FTR-Projekt	87
6.4.2 Die drei Förderungsgesetze	90
6.5 Das Langzeitprogramm von 1982	96
6.6 Die Schlacht der Pläne	97
6.7 Das Langzeitprogramm von 1987	104
<b>7. Politik zur Schließung des nuklearen Brennstoffzyklus</b>	111
7.1 Das Uranerz	111
7.2 Die Urananreicherung	116
7.3 Die Wiederaufarbeitung	123
7.3.1 Die Tōkai-WAA	124
7.3.2 Die Rokkasho-WAA	128
7.3.3 Die Wiederaufarbeitung im Ausland	131
7.3.4 Die Genehmigungsvorbehalte der USA	133
7.4 Die Abfall-Politik	137
7.4.1 Der niedrigradioaktive Abfall	142
7.4.2 Die Meeresversenkung	144
7.4.3 Der hochradioaktive Abfall	147
<b>8. Ausleitung</b>	152
<b>Anhang</b>	161
<b>Literaturverzeichnis</b>	166

## **Tabellen und Abbildungen**

- Tabelle 1: Status quo und Entwicklungsperspektiven der Stromerzeugung bis zur Jahrhundertwende in Prozent ohne die sogenannten neuen Energien (Atomic Energy Bureau, Science and Technology Agency 1988, S. I–24) [Seite 9]
- Tabelle 2: Die regionalen Elektrizitätsgesellschaften Japans nach Kapitalgröße und Stromerzeugungskapazitäten (in 1.000 kW) am 1. Mai 1951 (Gründungstag) (Foreign Affairs Association of Japan 1952: 564) [Seite 20]
- Abbildung 3: Organisationsschema der Kernenergieverwaltung (Genshiryoku Iinkai 1988: 288–289) [Seite 23–24]
- Tabelle 4: Historische Entwicklung des Nuklearbudgets in Japan (Murata 1988, Ref. 4; atw, 11/1988: 544 und 1/1987: 7) [Seite 43–44]
- Abbildung 5: Vereinfachte Darstellung des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens (AIJ, 12/1980: 13, S. von Krosigk 1983: 643) [Seite 50–51]
- Tabelle 6: Die fünf Konsortien der japanischen Nuklearindustrie (AIJ 5/1957: 19–22 und 1/1965: 10–14; Genshiryoku Iinkai 1988: 272; Nuclear Engineering International 5/1969: 404; Samuels 1987: 238) [Seite 60]
- Tabelle 7: Entwicklung der Stromerzeugung in Japan (für die EVU) in Terawattstunden (TWh) und prozentual von 1965 bis 1982 (AIJ 7/1983: 7) [Seite 70–71]
- Tabelle 8: Historische Entwicklung der Anzahl der Forscher im Bereich der Kernenergie (ANARE, MITI 1986: 58) [Seite 78]
- Tabelle 9: Baupläne der japanischen Energieversorgungsunternehmen für Kernkraftwerke bis zum Jahre 1975 (Inbetriebnahme) (KGCGK 1968: 142) [Seite 83–84]
- Tabelle 10: Entwicklungspläne der japanischen Energieversorgungsunternehmen (EVU) im Kernenergiebereich, 1971–1980 (AIJ 12/1972: 44–46) [Seite 88]
- Tabelle 11: Entwicklung der Stromerzeugungskapazität in Japan (für die Energieversorgungsunternehmen) gegen Ende der Fiskaljahre von 1965 bis 1982 in Gigawatt (GW) (AIJ 7/1983: 7) [Seite 95]
- Tabelle 12: MITI-Prognose zur Ausbreitung der Kraftquellen von 1980 bis 1990 in Stromerzeugungskapazität (Megawatt) (AIJ 4/1981: 15) [Seite 98]
- Tabelle 13: Die mittlere Arbeitsausnutzung japanischer Kernkraftwerke [Definition: Verhältnis aus tatsächlich erzeugter Energie zur im betrachteten Zeitraum theoretisch möglichen maximalen Energieerzeugung] (AIJ 8/1983: 8; atw, 3/1987: 107) [Seite 100]
- Tabelle 14: Entwicklung der Brutto-Stromerzeugung aus Kernenergie in Japan von 1970 bis

- 1988 in Gigawattstunden (GWh) (atw, 3/1989: 136) [Seite 102]
- Tabelle 15: Die Kernenergie-Perspektive des MITI von 1985 bis zum Jahre 2030 (ANARE, MITI 1986: 87) [Seite 104]
- Tabelle 16: Status quo der Kernstromerzeugungskapazität zum Zeitpunkt der Verabschiedung des Langzeitprogramms von 1987 (NGSK 1987: 102) [Seite 107]
- Tabelle 17: FuE-Energiebudget im Fiskaljahr 1987 (in Mrd. Yen) (International Energy Agency 1988: 282) [Seite 108]
- Tabelle 18: Quellen der FuE-Gelder für die technische Entwicklung in ausgewählten Industrien (ANARE 1986: 48) [Seite 109]
- Tabelle 19: Schätzungen bzw. Zielmarken der Kernenergiekommission zum Ausbau der Kernstromerzeugungskapazität nach den Langzeitprogrammen zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie in Gigawatt (eigene Zusammenstellung nach: NGSK 1987: 103; NGSK 1982: 1–25; Genshiryoku Iinkai 1978: 31; Kume 1975: 46; KGCGK 1968: 8–11; JAEC 1961: 17; NGSK 1958: 1–35) [Seite 110]
- Tabelle 20: Hinreichend gesicherte Uranressourcen – 1. Januar 1987 (1.000 t U) (OECD, NEA/IAEA 1988: 19) [Seite 112]
- Tabelle 21: Entwicklung der Uranproduktion in Japan im historischen Überblick (in Tonnen Uran) (OECD/NEA, IAEA 1988:47) [Seite 113]
- Tabelle 22: Prognose der Kernenergiekommission für den Bedarf an angereichertem Uran (1975–1990) (Genshiryoku Iinkai 1972: 31, 1973: 58) [Seite 119]
- Tabelle 23: Die Aufarbeitungsleistung der Tōkai-WAA in Tonnen je Jahr (Genshiryoku Iinkai 1988: 101) [Seite 126]
- Tabelle 24: Das japanisch-amerikanische Tauziehen um die Betriebserlaubnis für die Pilot-Wiederaufarbeitungsanlage in Tōkai-mura (Genshiryoku Iinkai 1982: 122) [Seite 135]
- Tabelle 25: Klassifikation radioaktiver Abfälle (Angaben für feste radioaktive Abfälle beziehen sich auf die Oberflächen-Radioaktivität) (Nihon Kagakusha Kaigi 1988: 213) [Seite 137]
- Abbildung 26: Vereinfachte Darstellung des staatlichen Systems der nuklearen Abfallwirtschaft (Yoshimura 1980: 25) [Seite 139]
- Tabelle 27: Staatliches Budget für Maßnahmen zur Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle (in Mio. Yen) (Yoshimura 1980: 25) [Seite 140]
- Tabelle 28: Lagerungsmenge für niedrigradioaktive Abfälle in 200-Liter-Metallfässern, Stand Ende Fiskaljahr 1987 (Genshiryoku Iinkai 1988: 109) [Seite 143]
- Tabelle 29: Geschätzte Produktionsmenge hochradioaktiver Abfälle (HRA) (alle Angaben

sind gerundet; kumulativ, inklusive zurückgenommene Abfälle, x 102 m<sup>3</sup>) (AIJ 7/1980: 18) [Seite 147]

Abbildung 30: Organisationsschema mit Zuständigkeiten im Bereich der Erforschung, Entwicklung und Anwendung der Kernenergie (Shoda 1987: 441) [Seite 150]

Tabelle 31: Die japanischen Kernkraftwerke nach Reaktorherstellern, Reaktortyp, Leistung und Anzahl der Kernkraftwerke (KKW) aufgeschlüsselt – Dezember 1988 (atw, 3/1989: 141) [Seite 153]

Tabelle 32: Aufschlüsselung der Gelder des regulären Haushaltes für das Amt für Wissenschaft und Technik nach Verwendungszwecken im Bereich der Kernenergie-FuE im Fiskaljahr 1988 (Mrd. Yen) (Atomic Energy Bureau, Science and Technology Agency 1988: I-27 und I-28) [Seite 154]

Tabelle 33: Regulärer Haushalt und Sonderhaushalt des Nuklearbudgets im Fiskaljahr 1988 (in Mrd. Yen; die Angaben in Klammern beziehen sich auf das vorangegangene Rechnungsjahr) (Genshiryoku Iinkai 1988: 507) [Seite 155]

Tabelle 34: Das „Co-Location“-Projekt eines nuklearen Brennstoffzyklus-Zentrums im Landkreis Kamikita in der Präfektur Aomori (NGSK 1987: 123) [Seite 158]

## Abkürzungen

AfE	Amt für Energiequellen (Shigen Enerugichō)
ASK	Atomsicherheitskommission
AWT	Amt für Wissenschaft und Technik (Kagaku Gijutsuchō)
BfK	Büros für Kernenergie im AWT
COGEMA	Compagnie Générale des Matières Nucléaires
DK	Dengen Kaihatsu (Elektrische Energiequellen-Gesellschaft)
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FTR	Fortgeschrittener Thermischer Reaktor
GGR	Gasgekühlter Reaktor
HRA	Hochradioaktiver Abfall
HTR	Hochtemperatur-Reaktor
IAEA	Internationale Atomenergie-Agentur
JAIF	Japanisches Atomindustrie-Forum (Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi)
JAIL	Japanese Annual of International Law
JGFR	Japanische Gesellschaft für Radioisotope (Nihon Hōshasei Dōi Genso Kyōkai)
JNFI	Japan Nuclear Fuels Industries (Nihon Gennen Sangyō)
Keidanren	Keizai Dantai Rengōkai (Vereinigung der Wirtschaftsverbände)
KEEK	Koordinationsrat für die Entwicklung elektrischer Kraftquellen (Dengen Kaihatsu Shingikai)
KeKo	Kernenergie-Kommission (Genshiryoku Iinkai)
KKEG	Kernreaktor- und Kernbrennstoff-Entwicklungsgesellschaft (Dōryokuro Kakunenryō Kaihatsu Jigyōdan, kurz: Dōnen)
LWR	Leichtwasserreaktor
MWh	Megawattstunden
NGH	Nihon Genshiryoku Hatsuden (Japanische Kernstrom-Gesellschaft)
NGSK	Japan Atomic Industrial Forum (Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi)
NIRW	Nationales Institut für Radiologische Wissenschaften
NKK	Nihon Kagakusha Kaigi (Japanischer Wissenschaftsrat)
OECD/NEA	Organization for Economic Co-Operation and Development/Nuclear Energy Agency
NRA	Niedrigradioaktiver Abfall

NUPEC	Nuclear Power Engineering Corporation (Genshiryoku Hatsuden Gijutsu Kikō)
Riken	Rikagaku Kenkyūjo (Physikalisch-Chemisches Forschungsinstitut)
SBR	Schneller Brutreaktor
SGN	Société Générale des Matières Nucléaires
SWR	Siedewasserreaktor
UKAEA	United Kingdom Atomic Energy Authority
USAEC	United States Atomic Energy Commission (US-amerikanische Kernenergiekommission)
USDOE	United States Department of Energy
VdE	Verband der Elektrizitätswirtschaft (Denki Jigyō Rengōkai, Denjiren)
ZeFoSi	Zentrales Forschungsinstitut der Stromindustrie

## 1. Einleitung

Japan betreibt heute, mehr als 33 Jahre nach der Verabschiedung seines Atomenergiegrundgesetzes (19.12.1955, Gesetz Nr. 186), nach den USA und Frankreich mit mehr als 10% der installierten Kernstromerzeugungskapazität das drittgrößte, zivile Kernenergieprogramm der westlichen Welt. Seine Elektrizitätswirtschaft unterhält in Fukushima (Präfektur Fukushima) mit zehn Blöcken (8.815 MW) den größten Kernkraftwerkskomplex der Welt und hat im Jahre 1988 mit insgesamt 36 Blöcken (rd. 28 Gigawatt) rd. 139.290.000 Megawattstunden (MWh) elektrische Arbeit produziert. Kumulativ betrachtet, haben alle Kernkraftwerksblöcke seit ihrer Inbetriebnahme bis zum 31. Dezember 1988 insgesamt rd.1.443.000 Gigawattstunden (GWh, brutto) Strom erzeugt. Im weltweiten Vergleich rangiert Japan in diesem Bereich deutlich hinter den USA (rd. 4.892.000 GWh) und Frankreich (1.779.000 GWh) und vor der Sowjetunion (1.173.000 GWh). Im Jahre 1985 leistete das Atom in Japan zum ersten Mal einen größeren Beitrag zur nationalen Stromversorgung als das Erdöl (siehe Tabelle 1). Seitdem setzt sich diese Tendenz kontinuierlich fort (atw, 3/1988: 112 und 136–138, 7/1988: 321, 11/1988: 509 u. 559, 8–9/1989: 418).

Tabelle 1: Status quo und Entwicklungsperspektiven der Stromerzeugung bis zur Jahrhundertwende in Prozent ohne die sogenannten neuen Energien (Atomic Energy Bureau, Science and Technology Agency 1988: I–24)

Energieträger	1987	1992	1997	2000
Erdöl	24	20	15	11
Wasserkraft	12	13	12	12
Flüssigerdgas	21	22	20	19
Kohle	10	10	12	14
Kernenergie	29	31	37	40

Im Gegensatz zu dem, wenn nicht stagnierenden, so doch zumindest auf einem vergleichsweise höheren Niveau langsamer wachsenden Ausbau der Kernstromerzeugungskapazität in den USA (atw, 6/1989: 305–310) und in Frankreich (Siegele 1989: 40), schreitet der japanische Ausbau stetiger voran und wird seinen Zenit nach einer konservativen Schätzung wahrscheinlich um das Jahr 2020 überschreiten. Ein Indiz für diese Einschätzung liegt darin, daß beispielsweise im Jahre 1988 weltweit nur in Japan mit

dem Bau neuer Kernkraftwerke (KKW) begonnen worden ist: Im Februar 1988 begann die private Elektrizitätsgesellschaft Tōkyō Denryoku mit dem Bau des 1.100-MWe-Siedewasserreaktors (SWR) Kashiwazaki-Kariwa-4. Im Dezember 1988 starteten Hokuriku Denryoku bzw. Chūbu Denryoku mit dem Bau des 540-MWe-SWR Shika-1 (Noto-1) bzw. des 1.137-MWe-SWR (brutto) Hamaoka-4 (atw, 3/1989: 139).

## **1.1 Fragestellung**

Der Ausgangspunkt für eine empirische Durchleuchtung einer „Geschichte der japanischen Kernenergiepolitik“ ist die Motivation der Fragestellung. Die Frage nach dem Inhalt und den Zielen des japanischen Kernenergieprogramms steht in dieser Arbeit im Vordergrund. Ihre Perspektive ist im Rahmen eines mikrohistorischen Ansatzes im Kern auf die Darstellung des komplexen Prozeßverlaufs der Kernenergieentwicklung und -anwendung zur Stromerzeugung eingeeignet und endet mit dem Status quo der technischen und wirtschaftlichen Etablierung dieser Anwendungsart im Jahre 1988/89. Im Rahmen dieser Fragestellung sollen die Ziele und Instrumente gegenstandsrelevanter Institutionen beleuchtet und die Resultate deren Implementierung bilanziert werden. Ein Blick in den historischen Rückspiegel wirft die Frage nach dem historischen Ursprung der Entwicklung und Nutzung der Kernenergie in Japan auf. Dieser Beginn ist datierbar auf das Jahr 1954/1955. In diesem Zeitabschnitt wurde das historisch erste Nuklearbudget und das Atomenergiegrundgesetz (Genshiryoku Kihonhō) verabschiedet, das embryonal und in großen Zügen programmatisch die Ziele, Prinzipien, Institutionen und Instrumente für eine künftige Kernenergieentwicklung in Japan vorstellte bzw. antizipierte (Übersetzung siehe Anhang). An diesen Neuerungen – Japan verfügte im Jahre 1955 weder über einen Forschungsreaktor, geschweige denn über Kernbrennstoffe – orientiert sich der zeitliche Rahmen dieser Arbeit. Über diesen Zeitrahmen hinaus will diese Arbeit, vornehmlich aus der Analyse der internationalen Nuklearabkommen, der japanischen Nukleargesetze und der Kernenergieprogramme sowie einiger Resultate ihrer Implementierung auch einen Blick über den Tellerrand der vergangenen Geschichte der Kernenergiepolitik anbieten. Für diesen (Weit-)Blick dient die Periodisierung und auch die Prognose als ein Instrument der historischen Analyse. Unterstellt, daß nicht nur die nackte Kernstromerzeugung, sondern die Schließung und Kommerzialisierung des japanischen Kernbrennstoffkreislaufs das vorrangige, langfristige Ziel und der Hauptgegenstand der japanischen Kernenergiepolitik war und ist, so läßt sich vorweg in der Retro- wie auch in der Perspektive ihre bisherige und künftige Entwicklungsgeschichte in drei Stadien einteilen:

1. Die Erforschungs- und Entwicklungsphase (1955–1985)
2. Die Errichtungs- und Reifephase (1986–2010)
3. Die Expansionsphase (2011–2030) (ANARE 1986: 5 und 31; Tsūshō Sangyōshō 1986: 86).

Diese allgemeine Einteilung in Entwicklungsstufen erfolgte im Jahre 1985 aus dem jetztzeitlichen Blickwinkel der „Kernenergievision“ des Ministeriums für Internationalen Handel und Industrie (MITI). Es projizierte in diese 30 Jahre der Vergangenheit und 45 Jahre der Zukunft umfassende Periodisierung seine Perspektive einer Verfünffachung der installierten Kernstromerzeugungskapazität und der Kommerzialisierung des nuklearen Brennstoffzyklus von 1985 bis zum Jahr 2030. Wie realistisch bzw. wie utopisch-visionär diese „Perspektive“ ist, kann und will heute wohl niemand annähernd genau einschätzen. Dieser historische Längsschnitt bringt nun zwar eine dynamische Dimension im Zeitkontinuum zur Anschauung, kann aus Gründen der praktischen Darstellung einer mikrohistorischen Analyse der Geschichte der politökonomischen Oberfläche des japanischen Kernenergieprogramms sowie wegen seines globalen Charakters allerdings nur bedingt – als allgemeiner Orientierungsrahmen – gelten; eingeschränkt deswegen, weil diese Periodisierung auf Grund ihres Abstrahierungsgrades zum einen komplexe Sachverhalte schluckt bzw. ihre Kenntnis unterstellt, und sie zum anderen mehr chronologisch denn logisch-systematisch durchdringt. Daraus erhellt, daß die erstere Leistung von einer längsschnittartigen Periodisierung, die letztere Leistung von systematisierenden Querschnitten erbracht werden muß.

## **1.2 Quellen und bisherige Forschungen**

Grundlage für diese Arbeit sind offizielle, halboffizielle und inoffizielle bzw. interpretierende Quellen. Diese Unterscheidung wird sachlich-neutral benutzt, zumal sich der Wert einer Quelle nicht in jedem Fall von vornherein nach ihrem (in-)offiziellen oder offiziellen Charakter bemißt, sondern größtenteils vom erkenntnisleitenden Interesse abhängt.

Diese Arbeit stützt sich im wesentlichen auf die Auswertung von fünf der insgesamt sieben offiziellen Langzeitpläne zur Erforschung, Entwicklung und Nutzung der Kernenergie (*Genshiryoku no kenkyū, kaihatsu oyobi riyō ni kansuru chōki keikaku*), die Jahresberichte (*Genshiryoku nenpō*) der japanischen Kernenergiekommission (KeKo; Genshiryoku Iinkai) sowie die vom Japanischen Atomindustrie-Forum (JAIF; Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi) herausgegebene Zeitschrift *Atoms in Japan* und weitere englisch- und japanischsprachige Publikationen des JAIF sowie der KeKo. Die zitierten Gesetzestexte sind größtenteils der

Gesetzessammlung *Roppō Zensho* (1988) entnommen. Die überwiegende Mehrzahl der Nuklearabkommen ist vollständig in der Zeitschrift (*The*) *Japanese Annual of International Law* abgedruckt.

Die Japan-Forschung bzw. die Politologie hat sich hinsichtlich der Kernenergieentwicklung eher auf Fragen der Nichtweiterverbreitung und der sogenannten nuklearen Option (Endicott 1975; Imai/Rowen 1980; Overholt, Hrsg., 1977; Suttmeier 1981; Williams 1972; Wohlstetter 1979) konzentriert. Die historiographische Studie zur Energie- und Wirtschaftspolitik im Nachkriegs-Japan (1945–1960) von Hein (1986) blendet die Kernenergiepolitik gemäß ihrer Fragestellung mit der Begründung „dreams for the future“ (470) konsequent aus. Huff (1973) untersuchte mittels einer soziologischen Input-Output-Analyse und ausschließlich englischsprachigen Quellen die Entscheidungsflüsse in der japanischen Kernenergiepolitik. Ihm kommt im wesentlichen das Verdienst zu, die Wichtigkeit der kleingruppenzentrierten und informellen Entscheidungsflüsse in der japanischen Kernenergiepolitik hervorgehoben zu haben. Auf Grund einer mehr als fünfzehnjährigen Fortentwicklung der Kernenergienutzung in Japan darf man die Resultate seiner Arbeit aus heutiger Sicht jedoch als relativ veraltet bezeichnen. Aus der stringenten Analyse des japanischen Kernenergieprogramms von Gilinsky und Langer (1967) erhellt, daß der Kernenergienutzung bereits in der zweiten Hälfte der 1960er Jahre, als Japan sich im Energiesektor massiv von billigen Erdölimporten abhängig machte, langfristig im Rahmen einer Diversifizierung der Energieträger eine Hauptrolle zuerkannt wurde. Darüber hinaus liegen Einzeluntersuchungen zu verschiedenen Aspekten im Bereich der Kernenergie vor: Leadtime (Lesbirel 1985), Energie und Bündnispartnerschaft (Pfaltzgraff 1980), Australien und Japan (Harris/Ōshima 1980) und Energiepolitik nach der zweiten Öl(preis)krise (Kohl 1982). Kürzere, nichtsdestominder wichtige Untersuchungen mit historischer Perspektive finden sich in Samuels (1987), Yanaga (1968) und Huttner/Suzuki (1987). Darstellungen über den Kernbrennstoffzyklus erscheinen vergleichsweise peripher (Tamiya 1984; Ōtsuka/Ōgaki 1984; Ōshima 1980). Die wichtigsten Handbücher für diese Arbeit sind das zweibändige *Handbuch der Kernenergie* von Michaelis (Hg., 1986) und der Band *Genshiryoku hatsuden* [Kernstromerzeugung] des Japanischen Wissenschaftsrates (Nihon Kagakusha Kaigi, NKK).

### **1.3 Vorgehensweise**

Von der sozialwissenschaftlich-historisch orientierten Japan-Forschung bislang mit erstaunlich geringem Interesse bedacht, bezieht diese „Geschichte der japanischen

Kernenergiepolitik“ ihre Relevanz zum einen aus dem relativ hohen Tempo der Realisierung des japanischen Kernenergieprogramms auch und gerade in den ausgehenden 1980er Jahren und zum anderen aus dem oben aufgelisteten Forschungsstand, der sie rechtfertigt. Sie will den als Lücke empfundenen Umstand korrigieren, daß offensichtlich keine japanwissenschaftliche Untersuchung vorliegt, die den historischen Prozeßverlauf der japanischen Kernenergiepolitik und ihren zentralen Gegenstand, die Anwendung der Kernenergie zur Stromerzeugung und die Schaffung eines nationalen Brennstoffzyklus, darstellt. Der Weg zur Aufarbeitung dieses Forschungsdesiderates führt über die Verbindung einer historisch-genetischen mit einer logisch-systematischen Analyse; dies nicht etwa additiv, sondern im logischen Zusammenhang.

Aus diesem Vordgedanken folgen im zweiten Schritt die Fragen, mit denen die praktische Strukturierung und die Reihenfolge der Gliederung erarbeitet wird: Mit welchen Maßnahmen leitete der Gesetzgeber die Kernenergieentwicklung und -nutzung in Japan ein? Welchen politisch-administrativen Rahmen schuf er dafür? Mit Hilfe welcher Forschungs- und Entwicklungsorgane (FuE) initiierte der japanische Staat als ideeller Gesamtnutzenkalkulator das nationale Kernenergieprogramm und förderte die Herausbildung einer eigenen Nuklearindustrie als neuem Industriezweig seiner Volkswirtschaft? Mit welchen Staaten und zu welchen Bedingungen schloß die japanische Regierung Nuklearabkommen über den Transfer von Nuklearanlagen, -ausrüstungen und -materialien etc. und was folgte aus ihnen?

Besondere Aufmerksamkeit kommt im Nuklearbereich dem Verhältnis USA-Japan zu. Waren mit der Formulierung des politökonomischen Zieles, einen inländischen, geschlossenen Kernbrennstoffzyklus mit partieller Autarkie in allen Stadien zu schaffen, Kontroversen mit der US-Regierung quasi vorprogrammiert oder gestalteten sich die zwischenstaatlichen, *politischen* Geschäftsbeziehungen zur beiderseitigen Zufriedenheit?

Wie ist das atomrechtliche Genehmigungsverfahren in Japan geregelt? Wer ist daran beteiligt? Wie wird es umgesetzt? Aus dem Spannungsverhältnis zwischen der staatlichen Aufgabe der Definition von (Sicherheits-)Kriterien für den Import, den Bau und den Betrieb von Forschungs- und Leistungsreaktoren und der Überwachung ihrer Einhaltung einerseits sowie dem politischen Wille zur Stärkung der Konkurrenzfähigkeit der Kernstromerzeugung andererseits soll der Förderungscharakter des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens herausgearbeitet werden.

Was ist der Inhalt „des“ japanischen Langzeitprogramms? Welche politisch, ökonomisch oder technisch motivierten Brüche weist „das“ Kernenergieprogramm auf? Die Darstellung des Langzeitplanes zur Erforschung, Entwicklung und Nutzung der Kernenergie (*genshiryoku*

*no kenkyū, kaihatsu oyobi riyō ni kansuru chōki keikaku*, auch *genshiryoku kaihatsu riyō chōki keikaku*) und seiner in der Regel fünf- bis sechsjährigen Revisionen gewinnt ihre Relevanz aus seinem offiziellen Charakter. Alle Kernenergieprogramme wurden von der Kernenergiekommission (KeKo, *Genshiryoku Iinkai*) verabschiedet und mußten in letzter Instanz das Plazet des Premierministers erhalten. Ihre Kenntnis ermöglicht es, neue Prioritäten in der FuE, politisch, technisch und/oder wirtschaftlich motivierte Richtungsänderungen und jeweils aktuelle (Neu-)Einschätzungen hinsichtlich des Entwicklungstempos und des -umfangs sowie der Zukunft der Kernenergienutzung überhaupt nachvollziehen und einschätzen zu können.

Am Schluß wird der Versuch unternommen, das politische Kernstück und langfristige Endziel der Zusammenarbeit von Politik, Nuklearindustrie und Wissenschaft, der nach und nach zusammenwachsende inländische Kernbrennstoffzyklus, darzustellen. Die Benutzung des Begriffs Nuklearindustrie folgt, wo nicht anders kenntlich gemacht, einer restriktiven Auslegung und meint die neun regionalen Elektrizitätsgesellschaften, die Nuklearhersteller, die sich in etwa mit den fünf japanischen Nuklearkonsortien decken, sowie die ihnen zugehörigen Handelshäuser. Wiederholungen sind vorkommendenfalls der Natur einer Verbindung von historischen Längsschnitten mit systematisierenden Querschnitten geschuldet.

Diese Arbeit versteht sich als ein Versuch, mit Hilfe eines mikrohistorischen Ansatzes Vorarbeiten zu leisten für makrohistorische Untersuchungen, die spätestens ab der Jahrhundertwende zunehmend an Relevanz gewinnen werden. Insbesondere dann, wenn die von führenden Vertretern der japanischen Nuklearpolitik und der Nuklearwirtschaft – keineswegs unrealistisch – prognostizierte vollständige Kommerzialisierung eines zu hohen Graden autarken Kernbrennstoffkreislaufs in den Stadien der Konversion und der Brennelementfertigung, der Urananreicherung und der Wiederaufarbeitung, der Abfallrecycling und -beseitigung etc. Realität werden wird.

## **2. Voraussetzungen für eine Kernenergieentwicklung in Japan**

### **2.1 Historische Voraussetzungen**

Vor 200 Jahren, am 24. September 1789 berichtete der Berliner Apotheker und Chemiker Martin Heinrich Klaproth (1743–1817) vor der Königlich Preußischen Akademie zu Berlin über die Entdeckung eines neuen, 18. Metalls, dem er den Namen „Uranium“ gegeben hat. In

der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts fanden Uranverbindungen hauptsächlich in der Glas- und Porzellanmalerei sowie auch in noch geringerem Umfang in der Metallurgie Verwendung. Bis ihre Giftigkeit wissenschaftlich nachgewiesen und die Kenntnis davon allgemein verbreitet worden war, wurde Urannitrat beispielsweise in Großbritannien und in Nordamerika auch als Heilmittel gegen menschliche Diabetes sowie in Frankreich als Weinzusatz etc. verwandt. Henry Becquerel erkannte am 1. März 1896 seine Strahlung. Die Physiker Curie, die das wichtigste Element aus seiner Zerfallsreihe als Radium identifizierten, verliehen diesem Naturphänomen etwa zwei Jahre später die Bezeichnung „Radioaktivität“ (Kirchheimer 1963: 9–20, 27–33 und 255–302).

Im Dezember 1938 entdeckten Otto Hahn und Fritz Straßmann die Spaltbarkeit des Atomkerns. Im Jahre 1940 wurden wissenschaftliche Beiträge über die sich daraus ergebenden energetischen Aspekte zunächst in den USA, dann auch im Deutschen Reich als geheime Verschlusssache behandelt bzw. zensiert. Am 2. September 1942 setzte Enrico Fermi (1901–1954) mit Hilfe seiner Mitarbeiter in Chicago den ersten Reaktor mit einer selbsterhaltenden Kettenreaktion in Gang. Am 16. Juli 1945 gegen 5.30 Uhr begann in der Wüste von New Mexico in den USA schließlich das militärische „Atomzeitalter“.

Die „Geburtsstunde“ der zivilen Nutzung der Kernenergie leitete der Präsident der USA, Dwight D. Eisenhower, mit seiner Rede vor den Delegierten der Vereinten Nationen am 8. Dezember 1953 ein. Mit der Bezeichnung „Atome-für-den-Frieden“-Rede, den ihr die US-amerikanische Weltpresse verliehen hat, ging sie in die Geschichte ein. Präsident Eisenhower listete in seiner Tagebucheintragung vom 18. Januar 1954 die Hauptleistungen seiner Politik des verstrichenen Jahres auf und nannte an 12. Stelle, daß „a plan to harness atomic energy to the peaceful service of mankind (...) has been proposed to the world“ (Ferrell 1981: 268). In seiner Rede hatte er vorgeschlagen, eine internationale „Bank für spaltbare Materialien“ zu gründen. Eine zu schaffende Internationale Atomenergiebehörde sollte unter der Ägide der Vereinten Nationen US-amerikanisches, britisches, sowjetisches etc. spaltbares Material verwalten und Methoden zu seiner Verteilung ausarbeiten.

In seinen Memoiren nannte der ehemalige Präsident Eisenhower zehn Jahre später drei Ziele seiner Rede vom 8. Dezember 1953. Die ersten beiden Ziele hatten einen eher propagandistischen Appell-Charakter. Ihre Adressaten waren die politischen Führer der Sowjetunion und die Weltöffentlichkeit: Jene mögen doch die Kernforschung von „zerstörerischen auf friedliche Ziele umlenken“ (Eisenhower 1963: 254) und im wohlverstandenen Eigeninteresse aus Schwertern Pflugschare schmieden. Abgesehen von Interpretationen, die je nach dem politischen Standpunkt „Verhandlungs- und

Kooperationsbereitschaft“ von seiten der USA bzw. eine „Drohgebärde“ konstatierten, folgte aus diesem Appell nichts weiter. Das dritte Ziel ist von größerer Relevanz für das spätere japanische Kernenergieprogramm. Eisenhower bot der Welt an, die Kernenergie für die Landwirtschaft, die Medizin und andere zivile Zwecke nutzbar zu machen. Konkreter wurde Präsident Eisenhower schließlich in seiner weniger bekanntgewordenen Rede vom 11. Juni 1955:

„Wir schlagen erstens vor, Forschungsreaktoren denjenigen Völkern freier Nationen anzubieten, die in der Lage sind diese wirksam für den Erwerb technischer Fähigkeiten und theoretischen Verständnisses zu verwerten, beides Voraussetzungen für eine friedliche Nutzbarmachung der Atomenergie. Die Vereinigten Staaten werden in dem sie inspirierenden Geist der Partnerschaft die Hälfte der Kosten tragen. Sie werden darüber hinaus den Empfängerländern das zum Betrieb der Reaktoren notwendige spaltbare Material zur Verfügung stellen.

Im Rahmen wohlabgewogener Sicherheitsüberlegungen schlagen wir zweitens vor, Völkern befreundeter Nationen, die bereit sind, eigene Beiträge für Reaktoren zur Energiegewinnung zu investieren, Zugang zu und Ausbildung in den technischen Prozessen der Konstruktion und Unterweisung in der Handhabung von Kernreaktoren für friedliche Zwecke zu gewähren“ (atw, 12/1983: 618).

Die letzte wichtige materiale historische Voraussetzung und Rahmenbedingung für die Genese eines japanischen Kernenergieprogramms wurde im US-amerikanischen Atomenergiegesetz von 1954 manifest. War das Atomenergiegesetz von 1946 (*Public Law 585, 79th Congress, 60 Stat. 755–775*) Ausdruck des Willens der US-Regierung, den Austausch wissenschaftlich-technischer Daten, die über die Stufe der Grundlagenforschung im Nuklearbereich hinausgingen, auch und gerade gegenüber engen Verbündeten wie Großbritannien und Kanada der Geheimhaltung zu unterwerfen (Acheson 1969: 166), so formulierte das neue Atomenergiegesetz vom 30. August 1954 (*Public Law 83–703; 68 Stat. 919*) Bedingungen, unter denen die USA sich bereit erklärten, an interessierte und ausgewählte Länder Versuchs- und Leistungsreaktoren zur Stromerzeugung zu verkaufen. Das schloß den Verkauf bzw. die Verpachtung von spaltbarem Material mit ein. Es definierte Kriterien und Verfahren für die Nuklearausfuhr (§§ 127, 128) der USA und die Zuteilung von Ausgangsstoffen (§ 64) und Nebenprodukten (§ 82) im Ausland. Als Hauptbedingung war in ihm das Zustandekommen eines Zusammenarbeitsabkommens (§ 123) mit interessierten Regierungen festgelegt worden (Bundesministerium des Innern 1981: 12–265).

## 2.2 Gab es ein japanisches Manhattan-Projekt?

Jein. Die Frage ist rhetorisch, aber berechtigt. Die Antwort ist erläuterungsbedürftig, zumal die sogenannten Enthüller eines solchen Projektes noch nicht ausgestorben sind.

Bevor die Wissenschaft im Auftrag der Politik und der Industrie Anwendungen der Kernenergie zur Stromerzeugung, zur Messung der Sandwanderung an Meeresküsten, zur Bestrahlung von Lebensmitteln zur Erhöhung ihrer Haltbarkeit oder für Schiffsantriebe etc. erforschte und entwickelte, war die Erforschung der Anwendung der Kernenergie als Sprengkörper zum Zwecke der Vernichtung menschlichen Lebens und sachlichen Reichtums ein Mittel zur Revolutionierung der Kriegführung zwischen befeindeten Nationen. Läßt man die moralische Entrüstung einmal beiseite und verteilt auch keine nationalistischen Plus- und Minuszeichen, so läßt sich konstatieren, daß die USA und Großbritannien, die Sowjetunion und das Deutsche Reich, Frankreich und auch das japanische Kaiserreich *natürlich* ihre Möglichkeiten sondierten, einen Kernsprengkörper zu entwickeln und zu bauen. Den USA (1945) und später auch der Sowjetunion (1949), Großbritannien (1952), Frankreich (1960), der VR China (1964) und Indien (1974) ist der Bombenbau auch durchaus gelungen. Ein quantitativer Vergleich zwischen dem Einsatz von Humankapital und Finanzmitteln in den USA, im Deutschen Reich und in Japan zeigt jedoch, daß es ein japanisches Manhattan-Projekt erstens nie gab und zweitens ein solches von den späteren Siegermächten des Zweiten Weltkrieges im Grunde auch nicht befürchtet worden war: Waren in den USA direkt oder indirekt rund 150.000 Personen und 2 Mrd. Dollar in den Bau einer Nuklearwaffe involviert, so arbeiteten im Deutschen Reich weniger als 100 Forscher mit einem Etat von ca. 10 Mio. Dollar an diesem Vorhaben (Kramish 1959: 56; Dower 1978: 46–47; Yanaga 1949: 618). Worin das sogenannte japanische Manhattan-Projekt bestand, soll im folgenden kurz skizziert werden.

Das sogenannte japanische Manhattan-Projekt kann in vier, sich zum Teil überlappende Phasen eingeteilt werden: a) Sporadische Voruntersuchungen der Militärs (1940–1942), b) die Bewertung der Durchführbarkeit eines Entwicklungsprojektes unter der Ägide der Marine (Juli 1942–März 1943), c) das „Ni-Projekt“ in Tōkyō (Ende 1942–April 1945) und d) das „F-Projekt“ in Kyōto (ab Mitte 1943).

Im April 1940 gab der Leiter des Forschungsinstitutes für militärische Flugtechnik, General Yasuda, Oberst Suzuki den Auftrag, die Entwicklungsmöglichkeiten einer Nuklearwaffe für Japan zu untersuchen. Den 20-Seiten-Bericht, der ab Oktober 1940 ohne besondere Geheimhaltungsstufe in militärischen, akademischen und industriellen Kreisen

zirkulierte, hatte Oberst Suzuki nach Beratung mit Sagane Ryūichi, seinem früheren Professor an der Kaiserlichen Universität Tōkyō, fertiggestellt. Im April 1941 trat General Yasuda über Oberst Suzuki an den Leiter des Physikalisch-Chemischen Forschungsinstitutes (Rikagaku Kenkyūjo, kurz: Riken), Ōkōchi, heran und erfragte formell dessen Rat. Ōkōchi gab das Problem an Nishina Yoshio, den Leiter des späteren Ni-Projektes, weiter. Seine Antwort war nach den Aussagen von Oberst Suzuki wenig differenziert und informell (Yomiuri Shimbunsha 1968:78–81). Im Jahre 1942 förderte die Marine mit relativ bescheidenen 2.000 Yen die Einsetzung eines aus elf renommierten Wissenschaftlern bestehenden Forschungsausschusses zur Anwendung der Kernphysik (Kakubutsuri Ōyō Kenkyū Iinkai). Eine Folge von zehn Zusammenkünften schloß am 6. März 1943. Der Marineoffizier Itō Yōji publizierte im Jahre 1953 eine Zusammenfassung der Schlußfolgerungen dieses Sachverständigenausschusses:

„a) Unverkennbar besteht die Möglichkeit, eine Atombombe herzustellen. Die Frage hängt einfach davon ab, ob b) die USA und England in dem jetzigen Krieg dies zu bewerkstelligen in der Lage sind, und ob Japan ihnen zuvorkommen kann (...). Und c) verfügt Japan über keine Ausgangsstoffe (*genkōseki*) (...). In den japanisch besetzten Gebieten stellt sich Burma als das vielversprechendste (Gebiet mit Uranvorkommen) dar (...). In dem Ausschuß diskutierte man Fragen der Kernspaltung, der kritischen Masse für eine Kettenreaktion und befaßte sich mit der Entsendung einer Prospektorengruppe nach burmesischem Erz. Aber die allgemeine Linie schlußfolgerte, daß d) die USA im jetzigen Krieg wahrscheinlich große Schwierigkeiten haben werden, die Anwendung der Kernenergie zu verwirklichen“ (Yomiuri Shimbunsha 1968: 180–181).

Das Forschungsinstitut für Marinetechnik gewann schließlich die Überzeugung, daß die ohnehin knappen Ressourcen in erfolgversprechenderen Feldern, wie zum Beispiel der Radarforschung, besser angelegt waren.

Um die Jahreswende 1942/43 lief mit der Unterstützung des Heeres das Projekt an, das man – in monokausaler Interpretation der Fakten – als japanisches Manhattan-Projekt bezeichnen könnte, das sogenannte Ni-Projekt (*Ni-gō kenkyū*). Im Rahmen dieses Forschungsprojektes entschied Nishina Yoshio am 17. März 1943, sich aus technischen, finanziellen und personellen Gründen hinsichtlich des grundlegenden Problems der U-235-Isotopentrennung auf die Methode der Thermodiffusion (*netchū kakusan*) zu konzentrieren. Bis März 1944 ruhte das Projekt hauptsächlich auf den Schultern zweier Wissenschaftler. Als das Ni-Projekt, das in zwei Stockwerken des Gebäudes Nr. 49 auf dem Gelände des Riken-Komplexes untergebracht war, am 13. April 1945 im wahren Sinne des

Wortes zerbombt wurde, arbeiteten daran weniger als 15 Vollzeitkräfte, darunter nicht ein reiner Kernphysiker. Nach einem Jahr gewann der Forscher Kigoshi Kumihiko Anfang 1944 ein Kristall Uranhexafluorid von der Größe eines Reiskorns. Die Versuche, Uran-235 zu separieren, mißlingen. Im Mai 1945 wurde das Team aufgelöst (Yomiuri Shimbunsha 1968: 156–164).

Unter der Leitung eines Riken-Forschers für seltene Elemente, Iimori Satosayu, ließen Armeestellen in der Ishikawa-Mine (Präfektur Okayama), in Korea, in China und in Burma nach Uranerz suchen. Als man schließlich in Korea den begehrten „schwarzen Sand“ gefunden hatte, stellte sich heraus, daß sein Urangehalt weniger als 0,1% betrug. Anfang 1945 plante man, thoriumhaltigen Monazit von China nach Japan zu verbringen. Seine Lagerstätten befanden sich jedoch in Gebieten, wo der anti-japanische Widerstand relativ stark war, so daß der Krieg endete, ehe der Plan verwirklicht werden konnte.

Das zweite, von der Kriegsmarine im Mai 1943 initiierte und geförderte, sogenannte „F-Projekt“ (*F-gō kenkyū*), F steht für „fission“, wurde von einer Handvoll Forschern um Prof. Arakatsu Bunsaku von der Kaiserlichen Universität Kyōto betrieben. Drehte sich das vom Heer geförderte Ni-Projekt um die Isotopentrennung durch Thermoeffusion, so verfolgte die Kyōto-Gruppe dasselbe Ziel mit einer anderen Methode. Sie arbeitete an der Entwicklung einer sogenannten Ultrazentrifuge, die mindestens 150.000 Umdrehungen bewältigte. Die Geschwindigkeit in Japan vorhandener Maschinen betrug damals etwa ein Viertel bis ein Fünftel dieser Geschwindigkeit. Der Entwurf für eine solche Superzentrifuge wurde im Juli 1945 fertiggestellt, die Maschine jedoch nie gebaut. Als Resümee des F-Projektes kann festgehalten werden: Neben verschiedenen theoretischen Papieren erreichte Okada Takuzo, der in der Ingenieurabteilung an der Gewinnung metallischen Urans für die Herstellung einer A-Bombe arbeitete, einen Teilerfolg. Es gelang ihm, zum ersten Mal in Japan eine stabile Probe von reinem metallischen Uran herzustellen. Sie hatte etwa die Größe einer Briefmarke, drei mal drei Zentimeter Fläche und einen Millimeter Dicke (Yomiuri Shimbunsha 1968: 191, 201–203, 228).

Das Ni-Projekt absorbierte eine Summe von rd. 2 Mio. Yen, wovon ein Viertel auf Grund des Kriegsendes nicht mehr ausgezahlt wurde. Die Kyōto-Gruppe erhielt zwischen Mai 1943 und der japanischen Kapitulation zwei Tranchen von insgesamt 600.000 Yen. Ob man diese Summen groß oder klein nennt, hängt vom Vergleichsmaßstab ab: „Die runde Summe von 2,6 Mio. Yen entspricht zum Beispiel einem Viertel der gesamten Forschungsausgaben der Japanischen Gesellschaft für die Förderung Wissenschaftlicher Forschung von 1942 bis 1945. Andererseits beläuft sie sich auf weniger als ein halbes Prozent der gesamten

Forschungsausgaben in Heer und Kriegsmarine von 1942 bis 1945“ (Dower 1978: 51).

### 3. Rechtliche und institutionelle Grundlagen

#### 3.1 Das Atomenergiegrundgesetz

Das Jahr 1955 kann als das Geburtsjahr des japanischen Kernenergieprogramms bezeichnet werden. Am 19. Dezember 1955 wurde im japanischen Parlament das Atomenergiegrundgesetz (Übersetzung siehe Anhang) als Gesetz Nr. 186 verabschiedet. Es ist ein sogenanntes „Programmgesetz“ (Grote 1968:10), in dem die Regierung die Ziele (§ 1) und die Prinzipien (§ 2) ihrer zukünftigen Kernenergiepolitik programmatisch zusammenfaßte. Da die kontinuierliche Versorgung mit billigem 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 in den Händen der neun regional gegliederten Elektrizitätsgesellschaften (siehe Tabelle 2) als Ergänzung der drei Hauptenergieträger Wasser, Kohle und Erdöl fungieren.

Tabelle 2: Die regionalen Elektrizitätsgesellschaften Japans nach Kapitalgröße und Stromerzeugungskapazitäten (in 1.000 kW) am 1. Mai 1951 (Gründungstag) (Foreign Affairs Association of Japan 1952: 564)

Energieversorgungsunternehmen	Kapital (Mio.¥)	Stromerzeugung	Wasserkraft	Wärmeleistung
Hokkaidō	330	288	231	56
Tōhoku	900	816	808	8
Tōkyō	1.460	1.760	1.406	353
Chūbu	750	992	699	293
Hokuriku	370	346	336	10
Kansai	1.690	2.415	1.254	1.160
Chūgoku	540	582	328	264
Shikoku	400	287	206	80
Kyūshū	760	1.035	481	553
Insgesamt	7.200	8.525	5.744	2.780

Die sogenannten drei Prinzipien der friedlichen Nutzung der Kernenergie (*genshiryoku heiwa riyō sangensoku*, kurz: sangensoku) wurden als nationaler consensus communis in das

Atomenergie-Grundgesetz aufgenommen: „Die Erforschung, die Entwicklung und die Nutzung der Kernenergie ist auf friedliche Ziele begrenzt, diese sollen unter einer demokratischen Verwaltung unabhängig erfüllt, die Resultate öffentlich gemacht werden und zudem zur internationalen Zusammenarbeit beitragen“ (§ 2). Der Geist und der historische Hintergrund der drei Prinzipien *jishu* (Selbständigkeit), *minshu* (Demokratie) und *kōkai* (Öffentlichkeit) gehen auf Verlautbarungen des Japanischen Wissenschaftsrates (Nihon Gakujutsu Kaigi) zurück. Dieser entstand im Jahre 1949 durch eine demokratische Wahl von 210 der renommiertesten Wissenschaftler Japans. Seine erste Äußerung zur Frage der Kernenergie veröffentlichte er im Herbst seines Gründungsjahres in einer kurzen Erklärung: „Der Japanische Wissenschaftsrat liebt den Frieden heiß und innig. In Anbetracht des Status quo der internationalen Lage bitten unsere Wissenschaftler, die Augenzeuge der Verwüstungen durch die Atombombe waren, nachdrücklich um die Festlegung einer rechtsgültigen internationalen Kontrolle der Kernenergie“ (Nakajima 1980: 213). Das Hauptziel der drei Prinzipien der friedlichen Nutzung der Kernenergie war also ursprünglich negativ als Verhinderung der militärischen Verwertung (*gunji riyō soshi*) definiert worden; der der einmütig verabschiedeten Erklärung vorangestellte Maßstab der Betrachtungsweise in bezug auf die Erforschung und Nutzung der Kernenergie war die Beförderung der Wohlfahrt des Volkes (*kokumin no fukushi zōshin*). Im Namen dieses hohen Zieles unterstützte der Wissenschaftsrat eine „wirksame internationale Kontrolle der Kernenergie“, ein allgemeines „Verbot für die Benutzung von Kernwaffen“ sowie eine staatliche Selbstbeschränkung im Bereich der „militärischen Verwertung der Kernenergieforschung“ (Nakajima 1980: 212-217). Die Resolutionen des Japanischen Wissenschaftsrates koinzidierten mit Äußerungen beispielsweise von Thomas E. Murray, Mitglied der US-amerikanischen Kernenergiekommission, die USA sollten Japan doch einen Atommeiler als ein „lasting monument to our technology and our good will“ (Hein 1986: 470) schenken. Etwa zwei Monate später, am 11. November 1949, stimmte die US-amerikanische Kernenergiekommission einer japanischen Beteiligung an deren Programm zur Verteilung von Radioisotopen zu. Damit war zugleich das Veto der US-amerikanischen Besatzungsmacht vom 22. September 1945, Kernforschung zu betreiben, weitgehend aufgehoben (Yanaga 1968: 178; Huff 1973: 3).

Die institutionellen Instrumente, mit denen gemäß den Prinzipien des Atomenergiegrundgesetzes dessen Ziele verwirklicht werden sollten, waren nach den §§ 4 bis 7 eine Kernenergiekommission (KeKo; Genshiryoku Iinkai), ein Kernforschungsinstitut (KFI; Nihon Genshiryoku Kenkyūjo) sowie eine staatliche Gesellschaft für Kernbrennstoffe (GfK;

Genshi Nenryō Kōsha).

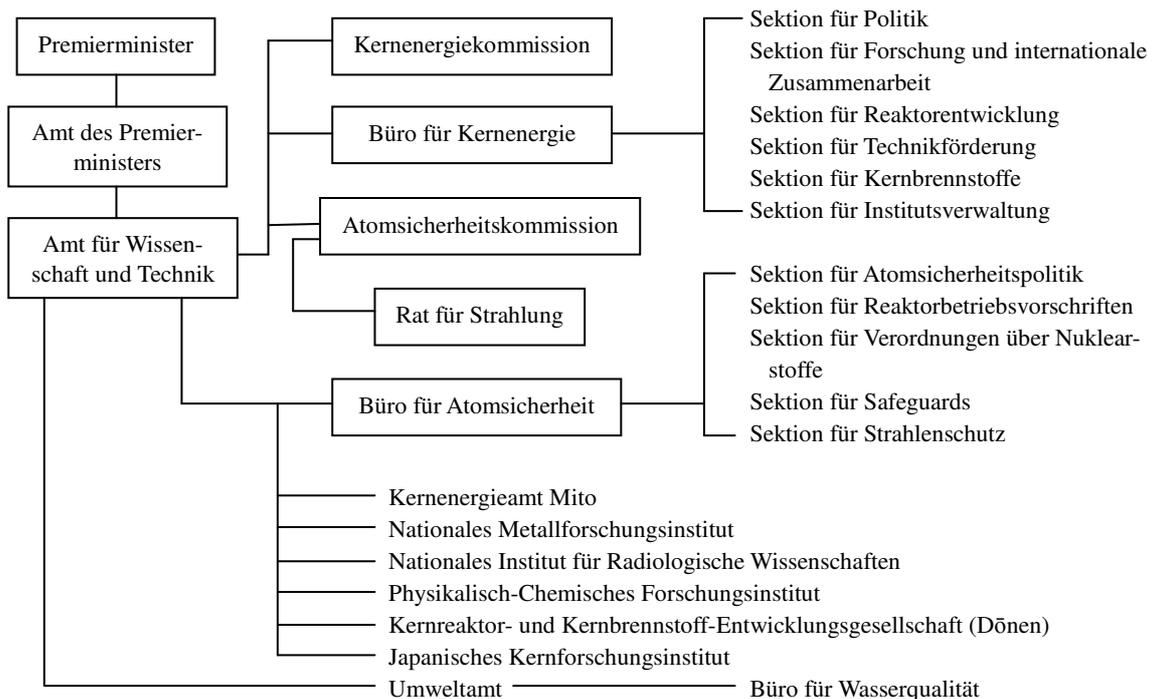
### **3.2 Die Kernenergiekommission**

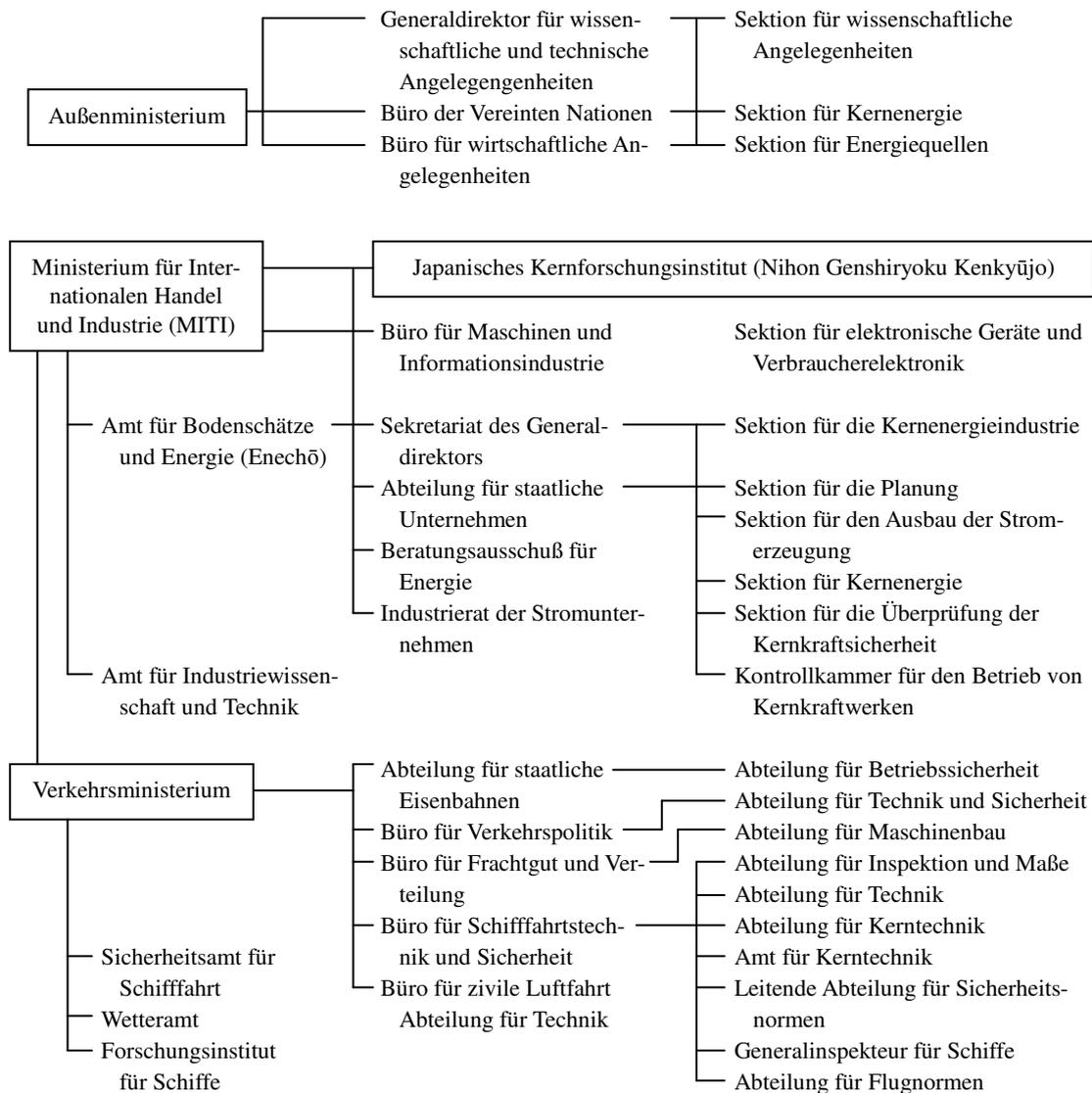
Die Kernenergiekommission (KeKo) wurde auf der Grundlage des Gesetzes über die Errichtung der Kernenergiekommission (*Genshiryoku Inkai Setchihō*; Gesetz Nr. 188, 19.12.1955) gegründet, das am 1. Januar 1956 in Kraft trat. Laut § 5 des Atomenergiegrundgesetzes „entwirft die Kernenergiekommission Pläne, berät und faßt Beschlüsse in den Angelegenheiten, die die Forschung, die Entwicklung und die Nutzung der Kernenergie betreffen“. Demgegenüber formulierte § 1 des Gesetzes über die Errichtung der Kernenergiekommission (*Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi 1957: 379–380*) als Daseinszweck der KeKo nunmehr die Verwirklichung einer demokratischen Form der Kernenergieverwaltung (siehe Tabelle 3), deren Beschlüsse der Premierminister „berücksichtigen muß“ (§ 3). Bezugnehmend auf diese beiden Paragraphen interpretierte eine Reihe von Parlamentsabgeordneten die KeKo als einen Verwaltungsausschuß mit eigenen Befugnissen. Teile der Bürokratie hingegen deuteten sie als einen Beratungsausschuß mit einem der Zuständigkeit des Premierministers zugeordneten Amt als ausführendes Organ. In der Praxis besteht die KeKo aus vier (1956 bis 1959) bis sechs (seit 1960) Mitgliedern aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft, die für drei Jahre vom Premierminister unter Zustimmung des Parlaments ernannt werden. Nur die Hälfte ihrer Mitglieder ist hauptamtlich tätig. Der erste Vorsitzende der KeKo ist ex officio Kabinettsmitglied im Rang eines Staatsministers und gleichzeitig Generaldirektor des Amtes für Wissenschaft und Technik (AWT; *Kagaku Gijyutsuchō*), das dem Amt des Premierministers (*Sōrifu*) angegliedert ist. Als das AWT wenige Monate nach der Einsetzung der KeKo gegründet worden war, wurde sie zu einer räumlichen und organisatorischen Untergliederung in ihm. Die KeKo formuliert allgemeine Richtlinien für die Förderungspolitik, koordiniert die langfristige Planung für die Forschung und Entwicklung (FuE) der Kernenergie, ordnet Verwaltungsmaßnahmen an, legt Budgetentwürfe vor und berät den Premierminister. Zur Wahrnehmung ihrer mannigfaltigen Funktionen beschäftigt die KeKo etwa 25 Berater sowie nicht mehr als 150 Spezialisten. Der Vorsitzende der KeKo verantwortet die Beschlüsse und ernennt seinen Stellvertreter aus den Reihen der Mitglieder. Sie tritt mindestens einmal wöchentlich zusammen und ihre Beschlüsse werden nach dem demokratischen Mehrheitsprinzip gefällt. Bei Stimmgleichheit entscheidet die Stimme des Vorsitzenden. An der Frage ihrer Zuständigkeiten entzündeten sich viele Debatten im Parlament sowie auch innerhalb der

Bürokratie. Die konservative Regierung wollte ein konstruktives und affirmatives Beratungsorgan, die Opposition dagegen forderte eine „independent watchdog body“ (Huff 1973: 32–33), eine selbständige Verwaltungs- und Kontrollinstanz mit eigenen Befugnissen. Tatsächlich entwickelte sich die KeKo zu einem hochrangigen Beratungsorgan, deren Vorschläge und Beschlüsse zu allen Fragen der Forschung, Entwicklung und Nutzung der Kernkraft autoritativen Einfluß haben und in der Regel vom Premierminister gebilligt und übernommen werden. Die personelle Besetzung der KeKo vornehmlich mit herausragenden Vertretern aus Wirtschaft und Wissenschaft zeigt vordergründig, an welche arbeitsteilige Allianz gedacht war: Unter einer administrativen Lenkung bzw. Leitung und staatlichen FuE-Förderung sollte in den Händen der Nuklearindustrie mit Hilfe von Wissenschaft und Technik das nationale Großprojekt (*kuni no purojekuto*) der Kernenergieanwendung erstehen.

Zum Vorsitzenden der ersten KeKo wurde Shōriki Matsutarō, vom Zeitungsverlag Yomiuri, ernannt. Die anderen Mitglieder waren der sogenannte „Premierminister der Finanzwelt“, Präsident der Vereinigung der Wirtschaftsverbände Keidanren Ishikawa Ichirō, Arisawa Hiromi sowie die beiden Kernphysiker Yukawa Hideki und Fujioka Yoshio. Das erste Etappenziel brachte Shōriki vier Tage nach der Gründung der KeKo im Januar 1956 auf den Punkt, als er enthusiastisch verkündete, „that Japan would build and operate a reactor within five years“ (Samuels 1987: 236). Tatsächlich sollte die Verfolgung dieses Etappenzieles etwa doppelt so lange dauern, wie unten noch ausführlicher darzulegen sein wird.

Abbildung 3: Organisationsschema der Kernenergieverwaltung (Genshiryoku Iinkai 1988: 288–289)





### 3.3 Das Büro für Kernenergie

Die Geschäftsführung für die KeKo liegt beim Büro für Kernenergie (BfK; Genshiryokukyoku) im Amt für Wissenschaft und Technik (AWT). Die umfassenden Aufgaben der KeKo werden von den verschiedenen Sektionen des BfK koordiniert und ausgeführt.

Ein Nachtrag zum Gesetz über die Errichtung des Amtes des Premierministers führte im Januar 1956 zur Gründung des Büros für Kernenergie. Es wurde zur eigentlichen Verwaltungs- und Kontrollinstanz auf dem Gebiet der Kernenergieentwicklung. Ursprünglich dem Amt des Premierministers direkt unterstellt, wurde es nach fünf Monaten dem AWT angegliedert, das auf der Grundlage des Gesetzes über die Errichtung des Amtes für

Wissenschaft und Technik (*Kagaku Gijutsuchō Setchihō*; Gesetz Nr. 49, 31.03.1956) zur Verwaltung nationaler Langzeitprojekte wie Kernenergie und Raumfahrt etc. gegründet wurde. Mit der Revision des AWT-Gründungsgesetzes vom 4. Mai 1956 (Gesetz Nr. 92) wurde das Büro für Kernenergie dem AWT als eines von vier Büros einverleibt. Die Gründung des AWT und des BfK geht auf Initiativen aus Kreisen der Privatwirtschaft und Teilen der Liberal-Demokratischen Partei (LDP) zurück, die den Zuständigkeitsbereich des MITI in bezug auf die Entwicklung der Kernenergie begrenzt wissen wollten. Das AWT wurde von daher auch treffend als das „Herz des administrativen Rahmens“ bezeichnet, weil das Büro für Kernenergie der Ort ist, „where most of the administrative threads come together“ (Huff 1973:41–42): Die Sektion für Politik (*Seisaku-ka*), die Forschungssektion (*Chōsaka*), die Sektion für Internationale Zusammenarbeit (*Kokusai Kyōryokuka*), die Sektion für Reaktorentwicklung (*Dōryokuro kaihatsu-ka*), die Sektion für Technikförderung (*Gijutsu Shinkōka*), die Sektion für Kernbrennstoffe (*Kakunenryōka*), die Sektion für Reaktorüberwachung (*Genshiro Kiseika*), die Sektion für Strahlensicherheit (*Hōshasen Anzenka*), die Sektion für Radioaktivität (*Hōshanōka*) sowie der Leiter des Amtes für Kernenergieentwicklung (*Genshiryoku Kaihatsu Kikan Kanrikan*).

### **3.4 Das Kernforschungsinstitut**

Da der Nutzen kostspieliger Forschungsprogramme schwer abzusehen war, aber die Bereitstellung technologischen und apparativen Know-hows und die Erarbeitung richtigen Wissens durch ein qualifiziertes wissenschaftlich-technisches Personal sowie die Umsetzung desselben notwendige Voraussetzungen für die Verfügung darüber darstellten, gründete die japanische Regierung ein zentrales Kernforschungsinstitut (KFI; *Nihon Genshiryoku Kenkyūjo*) in Tōkai-mura (Präfektur Ibaraki). Das KFI entstand auf der Grundlage des Atomenergiegrundgesetzes (§ 8) und des Gesetzes für ein Japanisches Kernforschungsinstitut (*Nihon Genshiryoku Kenkyūjo Hō*; Gesetz Nr. 92, 04.05.1956), das am 15. Juni 1956 in Kraft trat (*Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi* = NGSK 1957: 394–400). Es wird von einem Führungsausschuß geleitet, dessen Präsident ein führender Vertreter der *Scientific Community* ist, und dessen Vizepräsident von der Regierung gestellt wird. Gemäß den im Laufe der Jahre gewachsenen Aufgaben des KFI erhöhte sich seine Personaldecke in den Anfangsjahren von rd. 200 öffentlichen Bediensteten im Jahre 1956 auf 1.484 Angestellte im Jahre 1962, deren Mehrheit wissenschaftlich-technisches Personal stellte. Bis 1975 erhöhte sich der Personalbestand auf 2.225 Personen, stieg in den folgenden zehn Jahren auf über 2.500

Personen an und ist seit 1985 relativ stabil. Nicht nur nach dem Personalbestand, sondern auch nach der Etatgröße wurde das KFI zur größten staatlichen FuE-Organisation noch vor der Gesellschaft für Kernbrennstoffe (GfK; Genshi Nenryō Kōsha), dem Nationalen Institut für Radiologische Wissenschaften (NIRW; Hōshasen Igaku Sōgō Kenkyūjo), dem Physikalisch-Chemischen Forschungsinstitut (PCF; Rikagaku Kenkyūjo, kurz Riken) sowie anderen Forschungsinstituten. Betrug das Budget des KFI im Jahre 1956 noch 702 Mio. Yen, so wuchs es bis zum Fiskaljahr (FJ) 1962 auf 4,490 Mrd. Yen und bis zum FJ 1988 stufenweise auf 97,310 Mrd. Yen an (Nihon Genshiryoku Kenkyūjo 1988: 3; Atomic Energy Commission 1962: 4).

In den ersten zehn Jahren wurden 92% der Kosten des Kernforschungsinstitutes aus dem staatlichen Nuklearbudget beglichen. Die Privatwirtschaft in Gestalt der neun regionalen Energieversorgungsunternehmen (EVU), interessiert an einer Maximierung von FuE-Geldern der öffentlichen Hand sowie an einer Minimierung der bürokratischen Kontrolle, kaufte sich mit einem Gründungsbeitrag von 248 Mio. Yen im Jahre 1956 ein (Yanaga 1968: 198). Das Gesetz für ein Japanisches Kernforschungsinstitut legte den Gründungsbeitrag für die Regierung sowie für „nicht-staatliche Personen“ auf jeweils 250 Mio. Yen fest (§ 4 Abs. 1 u. 2). Bis Ende März 1958 wuchs der Kapitalstock des KFI auf 4.537,4 Mio. Yen an. Der Anteil der Regierung daran belief sich auf 4.031,4 Mio. Yen. Die restlichen 506 Mio. Yen flossen aus privaten Quellen hinzu. Zusätzlich zu dem Kapitalanteil der Regierung wurden dem Forschungsinstitut im Jahre 1956/57 ca. 735 Mio. Yen an Beihilfen gewährt. Mit dem Status öffentlicher Bediensteter und vergleichsweise hohen Gehältern schöpfte das KFI die *Crème der Community of Scientists* ab.

Die Tätigkeitsfelder des KFI auf dem Gebiet der Kernenergie sind in § 22 Abs. 1 des Gesetzes für ein Japanisches Kernforschungsinstitut abgesteckt: Grundlagenforschung (Abs. 1-1); angewandte Forschung (Abs. 1-2); Entwurf, Bau und Bedienung von Kernreaktoren (Abs. 1-3); Ausbildung von Forschern und Technikern (Abs. 1-4); Einfuhr, Produktion und Verteilung von Radioisotopen (Abs. 1-5) und Datenerfassung (Abs. 1-6). Das KFI ist ferner gehalten, seine Arbeitsergebnisse, die sich aus den Tätigkeiten gemäß den Punkten 1 bis 3 ergeben, zu veröffentlichen. Dafür muß es zuvor die Zustimmung des Premierministers einholen (§ 22 Abs. 1-7 u. 8). Die Geschäfte des KFI müssen gemäß den Bestimmungen des Grundplanes zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie durchgeführt werden. Über ihn entscheidet der Premierminister in letzter Instanz, nachdem er die Beschlüsse der KeKo herangezogen hat (§ 24). Der Premierminister kontrolliert die Arbeit des KFI (§ 36 Abs. 1) und kann jederzeit Anordnungen treffen, wenn er dies zur Durchführung der Gesetze für

notwendig erachtet (§ 36 Abs. 2).

Auf dem Gelände des Tōkai-mura-Forschungsinstitutes führte Japan mit Hilfe von vier Versuchsreaktoren, JRR-1 (Japan Research Reactor) bis JRR-4, seine ersten Experimente auf dem Gebiet der zivilen Nutzung der Kernenergie durch.

Insgesamt sind im Rahmen der Kernenergie-FuE seit Juli 1957 fünf Forschungsinstitute aufgebaut worden: Das Tōkai-mura-Forschungsinstitut (Juli 1957), das Takasaki-Forschungsinstitut für Strahlungschemie (April 1963), das Ōarai-Forschungsinstitut (April 1967), das Mutsu-Institut (Juli 1970) sowie das Naka-Fusionsforschungsinstitut (April 1985). Nach der Gründung der Kernreaktor- und Kernbrennstoff-Entwicklungsgesellschaft (KKEG; Dōryokuro Kakunenryō Kaihatsu Jigyōdan, kurz: Dōnen) als Nachfolgerin der Gesellschaft für Kernbrennstoffe (GfK) im Oktober 1967 beschränkte das KFI seine Arbeit im wesentlichen auf folgende FuE-Bereiche: Sicherheit von Leichtwasserreaktoren (LWR), Produktion und Anwendung von Radionukliden, Kernfusion und Hochtemperaturreaktor (HTR).

### **3.5 Die Gesellschaft für Kernbrennstoffe**

Auf der Grundlage des Atomenergiegrundgesetzes (§ 7) und des Gesetzes über eine staatliche Gesellschaft für Kernbrennstoffe (*Genshi Nenryō Kōsha Hō*; Gesetz Nr. 94, 4.5.1956) wurde im Juli 1956 die Gesellschaft für Kernbrennstoffe (GfK; *Genshi Nenryō Kōsha*) gegründet. Dieses Gesetz (NGSK 1957: 401–408) formulierte in Abschnitt 1 § 1 den Gründungszweck der GfK, dem zufolge sie für die Prospektierung und die Schürfung von Ausgangsstoffen, die Herstellung von Kernbrennstoffen sowie auch für die Kontrolle derselben zuständig zeichnen sollte. Die GfK erhielt den Status einer besonderen juristischen Person (§ 2) und wurde mit einem Kapital von 100 Mio. Yen gegründet (§ 4). In nur wenigen Jahren vervielfachten sich ihre Ausgaben und ihr Personalbestand. Ihr jährlicher Etat wurde von 100,568 Mio. Yen im FJ 1956 auf 1,372 Mrd. Yen im FJ 1962 aufgestockt. In demselben Zeitraum wuchs ihr Personalbestand von 100 auf 560 Angestellte (*Genshi Nenryō Kōsha* 1962: 5–11). Die Leitung und die Kontrolle der GfK wurden einem Generaldirektor, einem stellvertretenden Generaldirektor, fünf Vorstandsmitgliedern sowie zwei Inspektoren anvertraut (§ 8). Der Generaldirektor und sein Stellvertreter wurden für vier Jahre und die beiden Inspektoren für zwei Jahre vom Premierminister ernannt (§§ 10 u. 11). Die GfK wurde nach § 19 Abs. 1 mit folgenden Aufgaben beauftragt: Prospektierung, Abbau und Aufbereitung von Ausgangsstoffen (Abs. 1-1); Einfuhr sowie An- und Verkauf von Ausgangsstoffen (Abs. 1-2);

Herstellung und Verarbeitung von Kernbrennstoffen (Abs. 1-3); Import und Export, An- und Verkauf sowie Verpachtung von Kernbrennstoffen (Abs. 1-4); Veräußerung von Nebenprodukten, die aus den in den Punkten 1 bis 3 aufgeführten Tätigkeiten hervorgehen (Abs. 1-5). Für alle diese Geschäftstätigkeiten war die Genehmigung des Premierministers erforderlich. Es existierte eine periodische Berichterstattungs-, Melde- und Inspektionspflicht (§§ 21 u. 36), gegen deren Verstoß einzelne Angestellte der GfK mit Geldstrafen bis zu 50.000 Yen belangt werden konnten (§ 41). Wenn mit langfristiger Perspektive die politischen und technischen Voraussetzungen dafür geschaffen wären, in Japan abgebrannte Brennelemente wiederaufzuarbeiten, so sollte allein die GfK die Verantwortlichkeit dafür übernehmen.

Aus Gründen der Systematik erscheint es sinnvoll, schon an dieser Stelle auf die später erfolgten einzigen beiden Revisionen des Atomenergiegrundgesetzes und ihre Motive hinzuweisen.

### **3.6 Die Kernreaktor- und Kernbrennstoffentwicklungsgesellschaft (Dōnen)**

Das Atomenergiegrundgesetz vom 1. Januar 1956 mußte bis heute nur zweimal revidiert werden. Einmal im Jahr 1967 (Gesetz Nr. 72), als die Gesellschaft für Kernbrennstoffe (GfK) unter Premierminister Satō (Amtszeit 1964–1972) in der neu gegründeten Kernreaktor- und Kernbrennstoffentwicklungsgesellschaft (*Dōryokuro Kakunenryō Kaihatsu Jigyōdan*, kurz: *Dōnen*) aufgegangen war. Das zweite Mal unter Premierminister Fukuda (Amtszeit 1976–1978) im Jahre 1978 (Gesetz Nr. 86), als neben der KeKo im Rahmen einer Reorganisation der Kernenergieverwaltung ein weiteres hochrangiges Beratungsorgan, die Atomsicherheitskommission (ASK; *Genshiryoku Anzen Iinkai*), eingesetzt und die Bereiche Politik und Sicherheit institutionell getrennt wurden.

Die *Dōnen* übernahm nach Abschnitt 3 § 7 des revidierten Atomenergiegrundgesetzes (*Roppō Zensho* 1988: 2: 3677) alle Aufgaben der früheren Gesellschaft für Kernbrennstoffe hinsichtlich der Entwicklung von Ausgangs- und Kernbrennstoffen. Darüber hinaus sollte unter der Regie des neuen Entwicklungsorganes die selbständige FuE für fortgeschrittene thermische Reaktoren (FTR, *shingata tenkanro*) und den Schnellen Brutreaktor (SBR, *kōsoku zōshokuro*) vorangetrieben werden.

Am 20. Juli 1967 wurde das Gesetz über die Kernreaktor- und Kernbrennstoffentwicklungsgesellschaft (*Dōryokuro Kakunenryō Kaihatsu Jigyōdan Hō*; Gesetz Nr. 73) erlassen und trat am selben Tag in Kraft. Die Auflösung der GfK wurde

schließlich mit der offiziellen Gründung der Dōnen am 2. Oktober 1967 praktisch vollzogen.

In der Regel ernennt der Premierminister nach Konsultierung der KeKo den Präsidenten der Dōnen, der häufig gleichzeitig den Posten eines Ersten Vorsitzenden oder Vizepräsidenten einer der neun regionalen EVU innehat. Erster Präsident von Dōnen wurde auf Vorschlag des Vorsitzenden des Japanischen Atomindustrie-Forums (JAIF), Suga, und des Präsidenten von Tōkyō Denryoku, Kikawada, der Präsident von Chūbu Denryoku, Inoue Gorō. Vizepräsident wurde Kiyonari Susumu von der Firma Hitachi. Die Dōnen wird direkt vom Büro für Kernenergie (BfK) im Amt für Wissenschaft und Technik (AWT) verwaltet. Den Charakter dieses neuen Instruments bestimmten grundlegende Vereinbarungen, die zwischen dem JAIF und dem politischen Lenkungsapparat getroffen wurden: Das Personal wurde der Verantwortlichkeit der Privatwirtschaft unterstellt, Budgetfragen waren soweit als möglich bürokratischer Kontrolle zu entziehen und vom Kabinett mit Hilfe von sogenannten „carry-over“-Budgets flexibel zu handhaben. Die Gelder für die FuE waren zur Hälfte von Privatfirmen aufzubringen. Der Generaldirektor erhielt umfassende Vollmachten, um externe Forschungsausgaben zu übertragen und Direktoren für einzelne FuE-Projekte zu ernennen.

### **3.7 Die Atomsicherheitskommission**

Die zweite Revision des Atomenergiegrundgesetzes erfolgte am Ende eines etwa vierjährigen Beratungsprozesses im Jahre 1978 aufgrund einer Erweiterung des institutionellen Rahmens der Kernenergieverwaltung sowie einer Neuverteilung der Zuständigkeiten für die Genehmigungserteilung von Kernreaktoren. Nach der Neutronenleckage bei der Probefahrt des ersten und bislang einzigen japanischen atomar betriebenen Schiffes Mutsu im August/September 1974 wurde unter dem Vorsitz von Arisawa Hiromi ein Untersuchungsausschuß eingesetzt. In seinem Bericht vom Dezember 1975 schlug er die Gründung einer Atomsicherheitskommission (ASK, Genshiryoku Anzen Inikai) vor, die den Premierminister im Sicherheitsbereich beraten sollte. Er unterstrich seine Empfehlung mit dem populären Bild vom „Fahrer“ (Premierminister), vom „Beschleuniger“ (KeKo) und vom „Bremser“ (ASK), deren harmonisches Zusammenwirken eine gemeinwohlförderliche Kernenergienutzung garantieren sollte (Samuels 1987: 247).

Die legislatorische Reaktion des Parlaments auf den Arisawa-Bericht führte mit dem 5. Juli 1978 folgende ministerielle Zuständigkeiten für Bau- und Betriebsgenehmigungen von Kernreaktoren ein: Für Kernkraftwerke ist der Wirtschaftsminister (MITI) zuständig, für kommerzielle Schiffsreaktoren der Verkehrsminister und für Forschungsreaktoren, Prototypen

etc. der Premierminister. Alle drei müssen die KeKo und die neue Atomsicherheitskommission (ASK) konsultieren. Diese wurde am 4. Oktober 1978 offiziell gegründet. Die Geschäftsführung für die ASK liegt beim Büro für Atomsicherheit. Nach Abschnitt 2 § 5 Abs. 2 des revidierten Atomenergiegrundgesetzes von 1978 (Gesetz Nr. 86) entwirft die ASK Pläne, berät und faßt Beschlüsse in den Angelegenheiten, die die Gewährleistung der Sicherheit betreffen. Das auf dem Atomenergiegrundgesetz beruhende Gesetz über die Errichtung der Kernenergiekommission und der Atomsicherheitskommission (*Genshiryoku Inkai oyobi Genshiryoku Anzen Inkai Setchihō*) stellte die sechste Revision des Gesetzes über die Errichtung der Kernenergiekommission dar (19.12.1955, Gesetz Nr. 188) und spezifizierte in dieser Fassung (Gesetz Nr. 78, 1978) in Abschnitt 3 die Angelegenheiten, in denen die neue ASK Pläne entwirft, berät und entscheidet (Roppō Zensho 1988: 2: 3678–3679): Die Gewährleistung der Sicherheit einer Politik der Kernenergienutzung (§ 13 Abs. 1-1), die Gewährleistung der Sicherheit von Kernreaktoren und Kernbrennstoffen (Abs. 1-2), Richtlinien für Maßnahmen zur Verhütung von die Kernenergienutzung begleitenden Störungen (Abs. 1-3), Richtlinien für Maßnahmen zur Verhütung von Störungen, die durch das Anfallen radioaktiver Stoffe entstehen (Abs. 1-4), sowie Bestimmungen zur Gewährleistung der Sicherheit in allen wichtigen Angelegenheiten der Kernenergienutzung, die über die Punkte 1 bis 3 hinausgehen (Abs. 1-5).

Die ASK besteht aus fünf Mitgliedern, von denen zwei nebenamtlich beschäftigt sein können (§ 14). Sie werden für eine dreijährige Amtszeit mit der Zustimmung des Parlaments vom Premierminister ernannt, dem dieses konsultative Gremium unterstellt ist. Der festangestellte Vorsitzende der ASK wird aus der Mitte der Ausschußmitglieder gewählt und repräsentiert die Geschäfte der Kommission (§ 15). Die Empfehlungen und Beschlüsse, die die ASK dem Premierminister zuleitet, muß dieser „hinlänglich berücksichtigen“ (§ 23). Seit nach dem Unfall von Harrisburg im März 1979 zwei öffentliche Anhörungen im Rahmen der Sicherheitsprüfung des Genehmigungsverfahrens eingeführt worden sind, organisiert die ASK regelmäßig das zweite dieser Hearings (vgl. Kapitel 5 über das Genehmigungsverfahren). Die Tätigkeit der ASK besteht überwiegend in der Entwicklung und Verbesserung des doppelten Kontrollsystems. Ihre wichtigsten Ausschüsse sind der Fachprüfungsausschuß für Reaktorsicherheit (Genshiro Anzen Senmon Shinsakai, §§ 16-18) mit rund 60 Mitgliedern und der Fachprüfungsausschuß für Kernbrennstoffsicherheit (Kakunenryō Anzen Senmon Shinsakai, §§ 19-22) mit rund 40 Mitgliedern. Daneben existiert eine Vielzahl von ständigen und auch ad hoc gebildeten Fachunterausschüssen, die zum Beispiel nach dem Unfall von Harrisburg im März 1979, dem Störfall von Tsuruga im April 1981, dem Unfall von

Tschernobyl im April 1986 oder nach mehr oder weniger gefährlich eingestuften Störfällen einberufen wurden. Seit dem 17. Januar 1980 hat die ASK mehr als ein Dutzend öffentliche Anhörungen organisiert. Im Oktober 1981 veröffentlichte sie ihr erstes Weißbuch zur nuklearen Sicherheit und hält von Zeit zu Zeit Symposien zur Sicherheitsproblematik ab.

Das Ministerium für Internationalen Handel und Industrie (MITI) ist heute das für Fragen der Energie zuständige Ministerium. Es ist verantwortlich für die meisten Energieberatungsausschüsse. Die im Zusammenhang mit der Entwicklung der Kernenergie stehenden Maßnahmen werden heute überwiegend vom Amt für Energiequellen (AfE; Shigen Enerugichō) sowie vom Amt für Industriewissenschaft und Technik durchgeführt. Auf die Leistungen des MITI hinsichtlich der Förderung und der Kontrolle der Kernenergieentwicklung und -nutzung wird im Zusammenhang mit der Darstellung des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens in Japan eingegangen.

#### **4. Internationale Abkommen und Verträge**

##### **4.1 Das japanisch-amerikanische Standardabkommen von 1955**

Die US-amerikanische Administration schloß ab 1955 innerhalb weniger Jahre mit mehr als 30 Ländern nukleare Kooperationsabkommen. In eben diesem Jahr schlossen die USA und Japan ihren ersten bilateralen Vertrag auf dem Gebiet der Kernenergie, für Japan der erste überhaupt.

Nach dem Muster des amerikanisch-türkischen Kooperationsabkommens vom 10. Juni 1955 unterzeichneten die USA und Japan am 14. November 1955 ein Standardabkommen, das am 27. Dezember desselben Jahres in Kraft trat (Ogawa 1980: 50–72). Darin vereinbarten beide Seiten den Austausch von Informationen über den Entwurf, den Bau und den Betrieb von Forschungsreaktoren (§ 2). Auf seiner Grundlage sollte die japanische Regierung insgesamt sechs Kilogramm Uran-235 in maximal 20%iger Anreicherung pachten können (§ 3 B). Die Safeguards, zu deren Einhaltung sich Japan verpflichtete, waren relativ einfacher Natur: Die japanische Regierung hatte Daten über den Betrieb von Forschungsreaktoren und die Nutzung von Kernbrennstoffen zu sammeln und einen jährlichen Bericht für die US-amerikanische Regierung anzufertigen. Auf ihren Wunsch hin konnten US-amerikanische Parlamentarier die Nuklearanlagen jederzeit inspizieren (§ 7).

Auf der Grundlage des Standardabkommens unterzeichneten die US-amerikanische Kernenergiekommission (United States Atomic Energy Commission, USAEC) und die

japanische Regierung am 23. November 1956 den ersten einer Reihe von Pachtverträgen, der am 14. Dezember desselben Jahres in Kraft trat (JAIL, No. 2, 1958: 184–191). Die USAEC verpflichtete sich darin zur Lieferung von 2 kg Uran-235 in 19,5–20%iger Anreicherung für den japanischen Forschungsreaktor JRR-1, der von North American Aviation, Inc., für das Kernforschungsinstitut in Tōkai-mura gebaut wurde (§ 1). Der japanischen Regierung wurde zugesagt, daß sie über einen US-Kontraktor zusätzliches Uran in den Anlagen der USAEC anreichern lassen könnte, das in Form von Uranhexafluorid transferiert würde (§ 2 A). Die Kosten für die wissenschaftliche Feststellung und die Beglaubigung seiner Menge und Reinheit würden geteilt werden (§ 2 B), die Frachtkosten für die Verschiffung nach Japan (§ 2 C) wie auch alle Kosten, die aus Verlusten oder nuklearen Schädigungen entstehen sollten, hätte allein die japanische Regierung zu tragen (§ 2 D). Des weiteren verpflichtete sich die japanische Regierung, das gepachtete Uran am oder vor dem 30. September 1960 sowie auch im Falle von Vertragsverletzungen und der vorzeitigen Aufhebung bzw. Beendigung des Pachtabkommens zu retransferieren und die Frachtkosten dafür zu übernehmen.

Die japanische Regierung fragte am 24. August 1960 über ihre Botschaft in Washington bei der USAEC an, ob sie den im 1. Pachtvertrag vereinbarten Zeitpunkt für die Rückgabe des gepachteten Urans – vorzugsweise bis zum 30. September 1968 – verlängern könnte. Die fünfzeilige Antwort des geschäftsführenden Direktors der Abteilung für internationale Angelegenheiten der USAEC, M. B. Kratzer, akzeptierte den Vorschlag im Namen der US-Regierung und betonte die konstitutive Qualität seiner Antwortnote (JAIL, No. 5, 1961: 330–336).

Wenige Monate nach dem Inkrafttreten des ersten Pachtvertrages unterzeichneten die USAEC im Namen ihrer Regierung sowie ein Vertreter der Regierung Kishi (1957–1960) am 8. Mai 1957 in Washington einen zweiten Pachtvertrag, der am 20. Mai desselben Jahres in Kraft trat (JAIL, No. 2, 1958: 192–201). Darin vereinbarten beide Seiten, Bedingungen für einen Transfer von maximal 4 kg Uran-235 in 19,5–20%iger Anreicherung zu schaffen. Die Stoffe waren für einen Schwerwasserforschungsreaktor (JRR-2) bestimmt, den die Firma AMF Atomics auf dem Gelände des KFI in Tōkai-mura errichtet hatte. Um einen kontinuierlichen Betrieb des Reaktors zu gewährleisten, sollte der „lessee“ vom „lessor“ zusätzliche Mengen angereicherten Urans nachfragen dürfen (§ 1 A). Alle Produkte, die in den gelieferten Elementen erzeugt würden, blieben Eigentum des Verpächters und unterlagen im Rahmen einer weiteren Nutzung nach dem Re-Transfer den Zweckbestimmungen der USAEC. Alle Kosten, die aus der Überprüfung der Qualität des gelieferten Materials, der Lagerung, der Verschiffung, dem Verlust des Materials sowie seiner

unsachgemäßen Behandlung etc. entstünden, sollte allein die japanische Seite tragen (§ 2 C, D, E und § 5). Der japanischen Regierung wurde die Möglichkeit eingeräumt, die abgebrannten Brennelemente später in einer US-amerikanischen Anlage aufarbeiten zu lassen (§ 3).

#### **4.2 Das japanisch-amerikanische Nuklearabkommen von 1958**

Spätestens seit der Unterzeichnung des 2. Pachtvertrages im Mai 1957 strebte die japanische Regierung den Abschluß eines generellen Kaufabkommens an.

Nach einjährigen Verhandlungen unterzeichneten für die USA der Stellvertreter des Außenministers, W. S. Robertson, und der Vorsitzende der USAEC, L. L. Strauss, sowie für die japanische Regierung der Botschafter in den USA, Asakai K., ein Kooperationsabkommen auf dem Gebiet der Kernenergie (JAIL, No. 3, 1959: 206–213). Mit dem Tag seines Inkrafttretens am 5. Dezember 1958 trat das Standardabkommen vom 14. November 1955 außer Kraft (§ 1 A). Die Geltungsdauer des neuen Abkommens wurde auf zehn Jahre befristet (§ 1 B). Die Unterzeichner wollten den Informationsfluß von Daten, die keiner Geheimhaltungsstufe unterlagen, fördern (§ 2). Die Weitergabe nicht (mehr) geheimer Daten sollte folgende Bereiche umfassen: Die Entwicklung, den Entwurf, den Bau, den Betrieb sowie die Nutzung von Forschungs-, Demonstrations-, Versuchs- und Leistungsreaktoren (§ 3 a); die Bereiche Gesundheit und Sicherheit, die Anwendung von radioaktiven Isotopen in der medizinischen Therapie, der Landwirtschaft und der Industrie (§ 3 b und c). Die USAEC garantierte weder für die Richtigkeit noch für die Vollständigkeit der ausgetauschten Informationen (§ 4). Sie erklärte sich einverstanden, während der Geltungsdauer des Abkommens an die japanische Regierung maximal 2.700 kg bis zu 20% angereichertes Uran-235 (netto) zu verkaufen oder zu verpachten (§ 7 A). Die ausschließlich für zivile Forschungszwecke verkauften Materialien durften je Transfer 100 g Uran-235, 10 g Plutonium und 10 g Uran-233 nicht übersteigen (§ 5 A). Außerdem sollte die japanische Regierung maximal 6 kg bis zu 90% angereichertes U-235 zur Verwendung in Materialtestreaktoren zur Verfügung gestellt bekommen (§ 7 C). Die an Japan verkaufte bzw. verpachtete Menge angereicherten Urans mußte stets der Bedarfsmenge für jeweils aktuell definierte Reaktorprojekte entsprechen. Die für eine Beladung mit oder den Austausch von Brennelementen erforderliche Menge sollte nur in dem Maße überschritten werden, damit ein kontinuierlicher Betrieb gewährleistet ist (§ 7 B). Die USAEC bedingte sich weitgehende Informations-, Anordnungs- und Inspektionsrechte sowie ein Vorkaufsrecht für überschüssige abgeleitete Kernbrennstoffe aus (§ 7 F). Die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente

sollte exklusiv in Anlagen der USAEC oder in Anlagen von ihr dazu autorisierter Personen durchgeführt werden (§ 7 E). Ferner behielt sie sich die Option frei, von ihr übernommene und aufgearbeitete Materialien gegen Entschädigung einzubehalten (§ 7 G). Die Verantwortlichkeit für Schäden, die aus der Lieferung von Nuklearanlagen, -ausrüstungen und -materialien entstünden, hätte in jedem Fall die japanische Seite zu tragen (§ 7 H). Die USAEC verpflichtete die japanische Regierung auf eine ausschließlich zivile Nutzung (§ 9 A) und bedingte sich das außerordentliche Recht aus, jeden Reaktorentwurf zu überprüfen und alle Anlagen, Ausrüstungen und Materialien den von ihr noch zu definierenden Safeguards zu unterwerfen (§ 9 B 1). Im Zuwiderhandlungsfalle konnte das Abkommen, der Schwere der Vertragswidrigkeit entsprechend, suspendiert oder auch einseitig beendet werden (§ 9 B 5). Auf der anderen Seite garantierte die Regierung Japans, die aus den USA gelieferten Nuklearanlagen, -ausrüstungen und -materialien nicht zu dem Zwecke benutzen zu wollen, Kernwaffen herzustellen oder Forschungen für ihre Entwicklung anzustellen. Deren Weitergabe an dritte Parteien wäre nur mit der Zustimmung des US-amerikanischen Präsidenten möglich (§ 10).

In den Noten, die Robertson und Asakai anlässlich der Unterzeichnung des Kooperationsabkommens austauschten, bekräftigte die amerikanische Seite, daß die Kontrolle über gelieferte Reaktoren und Materialien ausschließlich dem Zwecke diene, ihre friedliche Verwendung zu überwachen und Vertragswidrigkeiten auszuschließen. Um möglichen rotchinesischen und sowjetischen Vorwürfen des Plutoniumlieferantentums vorzubeugen, erfragte die japanische Regierung beim US-amerikanischen Außenministerium die Position der US-Administration hinsichtlich der Frage des Vorkaufsrechtes (§ 7 F a). Das Außenministerium antwortete in einem Memorandum vom 27. Mai 1958: Darin band sich die Regierung der USA an eine Erklärung ihres Präsidenten Eisenhower vom 18. November 1956, der zufolge das auf Grund des Vorkaufsrechtes zurückgekaufte Plutonium und Uran-235 nicht für den Bombenbau verwendet werden sollten (JAIL, No. 3, 1959: 214–217).

Auf der Grundlage des am 19. Mai 1961 unterzeichneten und in Kraft getretenen „Abkommens über die Verpachtung besonderer Nuklearmaterialien“ (JAIL, No. 6, 1962: 270–287) wickelten die USAEC und die japanische Regierung ihren 3., 4. und 5. Pachtvertrag ab. Es war ein bis zum 30. Juni 1963 befristetes Rahmenabkommen (§ 4), in dem die Modalitäten für eine Abwicklung kurzfristiger Bestellungen von kleineren Mengen Kernbrennstoffe für Forschungs- und Materialprüfreaktoren – einen semi-homogenen Reaktor, einen wässrig-homogenen Reaktor sowie einen Konverterbrutreaktor – in Tōkai-mura festgelegt wurden. Für diese drei Projekte sagte die USAEC die Lieferung von 15,2 kg, 2 kg

bzw. 3 kg bis zu 20% angereichertem Uran-235 zu (Anhang B des Abkommens). Im Unterschied zu früheren Verträgen beinhaltete das Abkommen vom 19. Mai 1961 eine detaillierte Schiedsklausel über Meßunterschiede (§ 17) und seitens der USAEC einen Verwendungsvorbehalt für die Erfahrungen, die im Rahmen der für Japan geleisteten Dienste gewonnen wurden (§ 19). Mit mehr als einjährigem Verzug wurde das Abkommen schließlich durch ein unwesentlich geändertes Abkommen am 30. Oktober 1964 neu geschlossen.

#### **4.3 Die japanisch-britischen Nuklearabkommen von 1958 und 1968**

Die Lieferung des ersten japanischen Leistungsreaktors erfolgte auf der Grundlage eines Nuklearabkommens, das Vertreter des Vereinigten Königreiches von Großbritannien und Nordirland sowie der japanischen Regierung am 16. Juni 1958 in London unterzeichnet hatten. Es trat am 5. Dezember desselben Jahres in Kraft (JAIL, No. 3, 1959: 199–206).

Dieses Projekt Magnox-Reaktor (gasgekühlter Reaktor, GGR) wurde in Angriff genommen, nachdem die Firma Nihon Genshiryoku Hatsuden (NGH, Japanische Kernstrom-Gesellschaft, JKG) auf der Grundlage dieses Nuklearabkommens am 8. April 1959 mit der britischen Kernenergiebehörde (United Kingdom Atomic Energy Authority, UKAEA) ein technisches Hilfsabkommen unterzeichnet hatte, das auch die Lieferung von Brennelementen vorsah. Die britische Regierung hatte sich in dem Nuklearabkommen, das zeitgleich mit dem amerikanisch-japanischen in Kraft trat, bereit erklärt, die Planung, den Bau und den Betrieb von Forschungs- und Leistungsreaktoren, die Vergabe von Schulungsplätzen, den Austausch keiner Geheimhaltungsstufe unterliegender Informationen sowie den Transfer von für den kontinuierlichen Betrieb gelieferter Nuklearanlagen ausreichenden Mengen Brennstoff auf kommerzieller Basis zu fördern. Ferner erklärte die UKAEA, Japan bei der Planung, beim Bau und beim Betrieb von Anlagen zur Herstellung von Brennelementen oder zur Aufarbeitung abgebrannter Brennelemente helfen zu wollen (§ 1 (1) a-h). Japan verpflichtete sich gleichzeitig zur friedlichen Nutzung der gelieferten Nuklearanlagen, -ausrüstungen und -materialien (§§ 4, 6 a, 7), gewährte Großbritannien umfassende Informations-, Inspektions- und Anordnungsrechte (§§ 5 a, c, 6 e und 7 c), unterwarf sich a priori den zum Zeitpunkt der Unterzeichnung des Nuklearabkommens noch nicht definierten Safeguards der Internationalen Atomenergie-Agentur (IAEA) (§§ 4, 5, 11) und räumte der UKAEA ein Vorkaufsrecht für überschüssige abgeleitete Kern-brennstoffe ein (§ 6 c, ii). Falls das Abkommen auf Grund von vertragswidrigem Verhalten gekündigt würde, müßte Japan alle gelieferten Nuklearmaterialien, gegen Entschädigung, zurückgeben (§ 11-4). Mit Ablauf

der vereinbarten Geltungsdauer von zehn Jahren (§ 11-1) unterzeichneten Miki Takeo und John Pilcher am 6. März 1968 in Tōkyō ein neues japanisch-britisches Nuklearabkommen, das am 15. Oktober desselben Jahres in Kraft trat (JAIL, No. 13, 1969:249-254). Dieses kongeniale Abkommen wurde von beiden Seiten explizit (§ 8) als Fortschreibung des Kooperationsabkommens von 1958 verstanden.

#### **4.4 Das Hilfsabkommen mit der IAEA von 1959**

Japan machte als erstes Mitglied und sogenannter „Musterschüler“ der Internationalen Atomenergie-Agentur (IAEA) von deren satzungsgemäßen Möglichkeit (Art. 11) Gebrauch, sich bei der Erlangung von Nuklearmaterial helfen zu lassen (IAEA 1959: 47–74). Zwei Vertreter der japanischen Regierung und des Gouverneursrates der IAEA unterzeichneten am 24. März 1959 ein Hilfsabkommen, das am selben Tag in Kraft trat (JAIL, No. 4, 1960: 246–252). Die IAEA verpflichtete sich darin, an die japanische Regierung für den Forschungsreaktor JRR-3 in Tōkai-mura 3 bis 3,2 t Ausgangsstoffe zum Preis von 35,50 US-Dollar je Kilogramm zu verkaufen (§ 2). Der Transfer sollte bis zum 1. November 1959 in Kanada stattgefunden haben. Die japanische Seite verpflichtete sich, das Natururan und die aus der Nutzung entstehenden Spaltprodukte ausschließlich für das zivile Projekt des JRR-3 (10 MW) zu verwenden und nicht an dritte Parteien zu transferieren (§ 3). Sie akzeptierte die Inspektionsrechte der IAEA gemäß ihren Sicherheitsvorschriften und unterwarf sich den vorläufigen Entscheidungen ihres Gouverneursrates. Im Falle eines Konflikts sollte eine dreiköpfige Schiedskommission, bestehend aus einem japanischen Regierungsvertreter, dem Generaldirektor der IAEA und dem Präsidenten des Internationalen Gerichtshofes, eine bindende Entscheidung fällen (§ 5). Als das Hilfsabkommen abgeschlossen wurde, waren von der IAEA noch keine besonderen Safeguards definitiv festgelegt. Das Hilfsabkommen kam wahrscheinlich deswegen zustande, weil Japan – als 17. Land – am 16. Juli 1957 die Satzung der IAEA akzeptiert hatte. Bis zur ersten Kritikalität des japanischen Forschungsreaktors JRR-3 waren die Kontroll- und Inspektionsrechte der IAEA zwar prinzipiell anerkannt, aber die Verpflichtungen der japanischen Seite beschränkten sich zunächst auf die Abfassung und die Vorlage von Berichten über die Nutzung ihrer Forschungsreaktoren. Die japanische Regierung hinterlegte ihre Zustimmungsurkunde bei der IAEA schließlich am 18. April 1963 und stimmte darin den Bestimmungen des Vertrages über die Rechte und Immunitäten der IAEA vom 1. Juli 1957 zu. Die allgemeinen Sicherheitsbestimmungen, die das Direktorium der IAEA am 31. Januar 1961 verabschiedete,

hatte Japan bereits vorab durch die Ratifizierung des Hilfsabkommens akzeptiert. Sie knüpften die Anwendung der Safeguards an das Vorhandensein von mindestens 10 Tonnen Natururan oder bis auf 0,5% anreicherten Uran-235-Gehalt. Da Japan die festgelegte Uranmenge noch nicht überschritten hatte, entschied der Gouverneursrat der IAEA am 28. Februar 1962, daß eine Durchführung von IAEA-Sicherheitsbestimmungen in Japan – noch – nicht erforderlich wäre. Die erste Inspektion japanischer kerntechnischer Anlagen führte die IAEA schließlich am 8. Mai 1964 durch.

#### **4.5 Das japanisch-amerikanische Nuklearabkommen von 1968**

Nach langwierigen Verhandlungen einigten sich die United States Atomic Energy Commission (USAEC) und die japanische Regierung im Jahre 1968 auf ein neues Kooperationsabkommen zur friedlichen Nutzung der Kernenergie. Das alte Abkommen vom 16. Juni 1958, das durch die beiden Protokolle vom 9. Oktober und vom 7. August 1963 geringfügig modifiziert worden war, trat außer Kraft, als das neue Abkommen am 26. Februar 1968 vom US-amerikanischen Außenminister, Dean Rusk, und dem japanischen Botschafter in Washington, Shimoda Takeo, unterzeichnet wurde und am 10. Juli desselben Jahres in Kraft trat (JAIL, No. 13, 1969: 259–272).

Die USAEC erklärte sich darin bereit, während seiner 30-jährigen Geltungsdauer bis zum Jahre 1998 (§ 14) für das japanische Reaktorentwicklungsprogramm insgesamt 161.000 kg (netto) angereichertes Uran in dem Isotop U-235 (§ 9 A) sowie 365 Kilogramm Plutonium (§ 9 B) zu liefern. Aus den Fertigstellungsplänen für die ersten zwölf in Bau sowie in der Planung befindlichen Kernkraftwerke (KKW) errechnete die japanische Seite messerscharf einen Gesamtbedarf von 154.217 kg (Anhang des Abkommens). Die USAEC behielt sich die Option frei, besonders hochangereichertes Uran-235 nach Japan zu transferieren, falls „technische und ökonomische Gründe“ (§ 8 C) dies rechtfertigten. In § 10 garantierte die japanische Regierung, mit Hilfe der gelieferten Nuklearanlagen, -ausrüstungen und -materialien keine Kernwaffen herzustellen, sowie auch keine Forschung für ihre Entwicklung zu betreiben.

Der Status quo der Kernenergieentwicklung des Jahres 1968, zwölf in Bau und in Planung befindliche Kernkraftwerke, zählte vier Jahre später drei in Betrieb, elf in Bau und zwölf in Planung befindliche Kernkraftwerke. Die japanische Regierung sah sich daher veranlaßt, ihre im Februar 1968 errechnete Bedarfsmenge von 154.217 Kilogramm Uran-235 aufzustocken. Der japanische Botschafter in Washington, Ushiba Nobuhiko, schlug im Namen seiner

Regierung mit Bezug auf die §§ 7 A und 9 A des Kooperationsabkommens von 1968 in einer Note vom 24. Februar 1972 die Anhebung der Höchstliefermenge auf 335 Tonnen Uran-235 vor (Department of State, USA 1972: 275–283). Mit Empfang der positiven Antwortnote von Winthrop Brown, in Vertretung des Außenministers, gewann der Notenaustausch eine rechtsbegründende Qualität.

#### **4.6 Die japanisch-kanadischen Nuklearabkommen**

Kanada und Japan schlossen am 2. Juli 1959 ein Kooperationsabkommen zur friedlichen Nutzung der Kernenergie, das am 27. Juli 1960 in Kraft trat. Es entsprach weitgehend dem Abkommen Großbritanniens mit Japan oder Kanadas mit der Schweiz und der Bundesrepublik. Es regelte die Sicherheitskontrolle für kanadische Lieferungen von Ausgangs- und Kernbrennstoffen und nuklearen Ausrüstungen an Japan und enthielt darüber hinaus eine gegenseitige Beistands- und Konsultationspflicht (§§ 2 u. 6). Seit diesen Tagen wurde Kanada der wichtigste Lieferant von Ausgangsstoffen (Natururan) für Japan. Im Jahre 1970 verlängerte sich das Nuklearabkommen automatisch um weitere zehn Jahre.

Kanada führte mit Verweis auf die Detonation einer indischen Kernwaffe im März 1974, die Indien auch und gerade mit Hilfe kanadischer und US-amerikanischer, als „zivil“ eingestufte, Nukleartechnologie entwickelt hatte, strengere Safeguards für Uranexporte ein. Es folgte darin weitgehend der „prior consent“-Politik der US-Administration.

Ende Januar 1978 unterzeichnete der kanadische Außenminister D. Jamieson in Tōkyō ein vorläufiges Protokoll in Ergänzung des japanisch-kanadischen Kooperationsabkommens. An die Stelle jenes Protokolls traten gemeinsame Vereinbarungen vom 21. August 1978, die eine notwendige Voraussetzung für eine – vom MITI gewollte – mögliche Lieferung kanadischer CANDU-Reaktoren (Schwerwasserreaktoren) waren. Mit ihnen trug Japan kanadischen Wünschen nach einer verstärkten Sicherheitskontrolle gegen den militärischen Gebrauch von kanadischem Know-how Rechnung. Sie galten für die Dauer des INFCE-Programms (International Nuclear Fuel Cycle Evaluation), also in etwa für zwei Jahre, und gaben Kanada ein Kontrollrecht über die Verwendung von hochangereichertem Uran und Plutonium in Japan sowie für den Transfer von technischem Wissen über kanadische Technologie an dritte Länder. Nach Abschluß der Verhandlungen erklärte Kanada, das rund 70% des von Japan benötigten – und in den USA angereicherten – Urans liefert, seine Bereitschaft, die Natururanlieferungen, die seit Januar 1977 ausgesetzt worden waren, ab „sofort“ (atw, 3/1978: 104, 10/1978: 434)

wieder aufzunehmen.

Das im August 1978 ausgetauschte Memorandum zur Modifikation des japanisch-kanadischen Nuklearabkommens wurde vom japanischen Parlament im Mai 1980 ratifiziert. In Ottawa tauschten beide Seiten am 2. September desselben Jahres Noten aus, die dem in drei Punkten revidierten Nuklearabkommen konstitutive Qualität verliehen: 1. „Sensitive Informationen“ (Anreicherung, Wiederaufarbeitung etc.) unterlagen nun Safeguards zur Gewährleistung der nuklearen Nonproliferation. Ein gemeinsamer Ad-hoc-Ausschuß wurde gebildet, um zu spezifizieren, was alles, neben technischen Informationen über den CANDU-Reaktor, unter diesen Begriff fallen sollte. 2. Anreicherungen auf mehr als 20% in dem Isotop U-235 wurden an eine vorherige Zustimmung der kanadischen Regierung gebunden. Dasselbe wurde für die Lagerung von Plutonium, das aus von Kanada importiertem Uran produziert worden ist, und die Weitergabe an dritte Länder festgelegt. Diese Regelung schloß die technische Gewinnung von schwerem Wasser (Deuteriumoxid) mit ein. 3. Beide Seiten erklärten ferner, daß Maßnahmen für den physischen Schutz von Nuklearmaterialien getroffen werden müßten (Atoms in Japan, AIJ 9/1980: 19).

Im Rahmen der sogenannten CANDU-Kontroverse schloß sich das MITI im Oktober 1979 endgültig der Meinung der KeKo an, den Plan eines Schwerwasser-KKW's vom kanadischen CANDU-Typ aufzugeben. Die KeKo war der Ansicht, daß die Einführung dieses Reaktortyps sich wegen der dafür notwendigen Anpassungen an die japanischen Verhältnisse zu langwierig und zu kostspielig gestalten würde, und nicht in das aktuelle Konzept einer LWR-SBR-Linie paßte. Das MITI befürwortete bis Oktober 1979 den CANDU-Typ vor allem aus außenpolitischen und außenwirtschaftlichen Gründen sowie im Hinblick auf die japanische Energieversorgungssicherheit, da schwerwassermoderierte Reaktoren einen besonders niedrigen spezifischen Brennstoffverbrauch aufweisen und mit natürlichem Uran betrieben werden können (atw, 10/1979: 458 u. 12/1979: 556).

Seit Ende 1981 verhandelte Japan mit Kanada erneut in der Frage der Zustimmungsklausel. Als vorläufiges Resultat ihrer Verhandlungen und der Schlußfolgerungen aus der INFCE-Expertenkonferenz paraphierten beide Seiten im September 1982 eine Note und fügten die Klausel einer allgemeinen kanadischen Zustimmung zur Wiederaufarbeitung und zum Transfer von Nuklearmaterial in Drittländer in das japanisch-kanadische Nuklearabkommen ein (atw, 7-8/1983: 356). Nach weiteren Verhandlungen über die Modalitäten eines umfassenden, längerfristigen Genehmigungssystems tauschten Japan und Kanada schließlich am 14. April 1983 erneut

Noten aus, die eine „comprehensive prior consent“ (AIJ 5/1983: 19) vereinbarten. Der flexible Gebrauch dieses Kanada zugestandenem Rechtes bedeutete für Japan, daß es nach eigenen Bedarfsplänen Uran kanadischer Provenienz ohne mengenmäßige Beschränkung in der Tōkai-mura-Wiederaufarbeitungsanlage (WAA) von Dōnen oder in einer zweiten, noch nicht existierenden, aber geplanten japanischen WAA aufarbeiten darf. Dasselbe gilt für die Wiederaufarbeitung in der Sellafield-WAA von British Nuclear Fuels Limited (BNFL) und für die WAA in La Hague von der Compagnie Générale des Matières Nucléaires (COGEMA).

Verständlich werden die beiden Richtungsänderungen der kanadischen Nuklearpolitik vor dem Hintergrund ihrer Anlehnung an die restriktive Nuklearpolitik der Carter-Administration gegenüber Japan und der vergleichsweise liberaleren oder weniger restriktiven Nuklearpolitik der Reagan-Administration (Ebinger 1984: 147–161; Scheinman 1984: 23–37; Pfaltzgraff 1980: 59–71).

#### **4.7 Die japanisch-australischen Nuklearabkommen von 1972 und 1982**

Aus den Nuklearabkommen, die Japan mit den USA und dem Vereinigten Königreich in den Jahren 1958 und 1968 geschlossen hatte, ging unzweideutig die relativ inferiore Verhandlungsposition der japanischen Seite hervor. Für die Kooperationsabkommen, die Japan in den Jahren 1972 und 1982 mit Australien sowie im Jahre 1972 mit Frankreich geschlossen hat, gilt das nicht in gleichem Maße. Die Funktion der Anwendung von Safeguards und physischen Verifikationsmechanismen war mittlerweile generell von allen Vertragsparteien in trilateralen Verträgen weitgehend auf die Internationale Atomenergie-Agentur (IAEA) übertragen worden.

Der japanische Botschafter in Australien, Saitō Shizuo, und der australische Außenminister, Nigil Brown, unterzeichneten in Canberra am 21. Februar 1972 ein Kooperationsabkommen zur friedlichen Nutzung der Kernenergie, das am 28. Juli desselben Jahres in Kraft trat (JAIL, No. 17, 1973: 227–233). Die wechselseitigen Interessen, die beide Vertragsparteien für eine Geltungsdauer von 25 Jahren (§ 9-1) geltend machten, waren „Japan’s needs for uranium resources and Australia’s desire to develop its uranium industry“ (Präambel). Sie erklärten sich bereit, staatliche und private Organisationen zum Austausch von Nuklearwissenschaftlern und -technikern zu ermutigen und den Datenfluß nicht vertraulicher, geheimer oder streng geheimer Informationen zu verbessern. Auf der Grundlage dieses Abkommens sollten zwischen beiden Regierungen oder von ihnen autorisierte Personen vertragliche Vereinbarungen zur Lieferung und zum Empfang von

Nuklearanlagen, -ausrüstungen und -materialien auf kommerzieller Basis ermöglicht werden (§ 1). Die Vertragsgegenstände durften ausschließlich zu friedlichen Zwecken benutzt werden. Ihr Transfer sollte nur an staatlich autorisierte und kontrollierte Personen möglich sein. Die Weitergabe an dritte Länder oder internationale Organisationen, die nicht dem Safeguard-System der IAEA unterlagen, war nur mit der schriftlichen Zustimmung der Gegenseite möglich (§ 2). Um die Einhaltung der in § 2 formulierten wechselseitigen Verpflichtungen überwachen zu können, stimmten beide Parteien einem trilateralen Vertrag mit der IAEA zu (§ 3). Solange die Safeguards der IAEA noch nicht angewendet wurden, sollte die liefernde Partei freien Zugang zu allen Orten, Daten und Personen haben, die ex professo mit den Vertragsgegenständen der empfangenden Seite befaßt waren (§ 4). Im Falle der Entdeckung von Vertragswidrigkeiten konnte die geschädigte Partei korrektive Maßnahmen vorschlagen, die, falls nach Ablauf einer gewissen Zeitspanne nicht befolgt, durch Hinterlegung einer entsprechenden Note zur Beendigung des Nuklearabkommens führten (§ 9-2).

Auf der Grundlage des japanisch-australischen Nuklearabkommens von 1972 wurden langfristige Lieferverträge geschlossen, deren Umfang innerhalb von zehn Jahren auf insgesamt 21.000 Tonnen Uran anwuchs. Diese Menge entsprach 10,7% der gesamten japanischen Urankäufe. Ein Jahr nach der sogenannten Frazer-Erklärung vom Mai 1977, der zufolge der australische Premierminister die Einführung zuverlässigerer Safeguards für die Kontrolle der Zirkulation von Nuklearmaterialien vorschlug, verhandelten Japan und Australien von August 1978 bis Januar 1982 über eine Revision des Nuklearabkommens von 1972 (AIJ 1982: 2–4 u. 9–15).

Auf Grund der Fortschritte, die Japan bei der Verfolgung seines Programms zur Schließung und Kommerzialisierung des nuklearen Brennstoffkreislaufs seit 1972 gemacht hatte, wurde im Jahre 1982 eine Revision des ersten japanisch-australischen Nuklearabkommens notwendig. Bezugnehmend auf den japanisch-australischen Grundvertrag über Freundschaft und Kooperation (1976) sowie auf ihren Status als Nicht-Kernwaffenstaaten und Unterzeichner des Atomwaffensperrvertrages unterzeichneten Kuroda Mizuo für Japan und A. A. Street für Australien am 5. März 1982 ein Kooperationsabkommen zur friedlichen Nutzung der Kernenergie, das am 17. August desselben Jahres in Kraft trat (JAIL, No. 26, 1983: 167–197).

Mit der Vereinbarung einer Geltungsdauer von 30 Jahren machten beide Seiten ihr Interesse an langfristigen vertraglichen Beziehungen geltend (§ 11-1). Alle gelieferten Nuklearanlagen, -ausrüstungen und -materialien und „sensitiven Technologien“ gemäß den

Definitionen des § 9 unterliegen den Safeguards der IAEA (§ 3) und sollen an dritte Parteien nur mit der Zustimmung der anderen Seite weitergegeben werden (§ 5-1, a). Anreicherungen in dem Isotop U-235 auf über 20% sind anzeigepflichtig und bedürfen der beiderseitigen Zustimmung (§ 5-1, c). Die Wiederaufarbeitung findet – ausschließlich zum Zwecke der Energiegewinnung – unter IAEA-Safeguards statt. Dasselbe gilt für die Plutoniumnutzung. Separiertes Plutonium wird nach Maßgabe der IAEA-Safeguards gelagert und seine Nutzung kontrolliert (§ 5-1, b, Anhang B). Die Bestimmungen des § 5-1 dienen ausschließlich dem Zweck der Verifikation und nicht der kommerziellen oder industriellen Vorteilnahme (§ 5-2). Die IAEA nimmt nach Möglichkeit an Konsultationen teil, die auf Grund unterschiedlicher Interpretation aus der Anwendung des Abkommens notwendig geworden sind (§ 6-1) und informiert die Gegenseite grundsätzlich von ihren Verifikationsergebnissen (§ 6-2). Läßt eine Vertragspartei eine Atombombe detonieren, was, siehe §§ 1 bis 6 nicht möglich ist, treten beide Seiten in Verhandlungen ein, die zum Ziel haben, die gelieferten Nuklearanlagen, -ausrüstungen und -materialien und sensitiven Technologien zum dann marktlichen Preis zu retransferieren (§ 7). Eine Schiedsklausel sieht vor, daß Streitfälle, die in gegenseitigen Konsultationen nicht beigelegt werden können, von einer Schiedskommission verhandelt und entschieden werden. Sie rekrutiert sich aus einem Japaner, einem Australier, die von ihrer Regierung dazu ernannt worden sind, und einem von beiden gewählten Dritten, der im Falle der Uneinigkeit der Präsident des Internationalen Gerichtshofes ist (§ 8). Die Anhänge A, B und C, die einen integralen Bestandteil des Abkommens bilden, werden von Zeit zu Zeit auf den neuesten Stand gebracht, ohne daß das Nuklearabkommen modifiziert werden müßte (§ 10). In Anhang C wurde der Stand (5.3.1982) des japanischen nuklearen Brennstoffkreislaufprogramms dokumentiert: In Japan waren zu diesem Zeitpunkt 21 Leichtwasserreaktoren (LWR) in Betrieb, elf befanden sich im Bau und sechs in der Planung. Bis zum Jahre 1990 sollte in LWRs, fortgeschrittenen thermischen Reaktoren (FTR) und Schnellen Brutreaktoren (SBR) mit Hilfe von ANM („Australia-related nuclear material“) eine Kapazität von 51 bis 53 Gigawatt installiert werden. Ein FTR, „Fugen“, war in Betrieb, ein SBR, „Monju“, geplant. Alle zehn Anlagen zur Brennelementfertigung für den Einsatz in LWRs, FTRs und SBRs sowie auch für Mischoxidbrennelemente (MOX) in Leichtwasserreaktoren (LWR) befanden sich in Japan (Tōkai-mura, Yokosuka, Kumatori). Die Konversion zu Uranhexafluorid (UF<sub>6</sub>) wurde in Kanada, den USA, Großbritannien, Frankreich und in Ningyō-tōge durchgeführt. Mit der Anreicherung waren überwiegend die USA sowie die von Frankreich geleitete EURODIF (Belgien, Frankreich, Italien, Spanien) beauftragt. Eigene Anstrengungen der Dōnen in Ningyō-tōge ergänzten deren Dienste. Die

Produktion von Uranoxidpellets (UO<sub>2</sub>) fand in den USA sowie in Tōkai-mura statt. Die Wiederaufarbeitung durch die BNFL in Windscale und COGEMA in La Hague ergänzte die Dōnen wiederum durch eigene FuE-Anstrengungen (Anhang C, Punkte 1-6). Die japanischen Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte zur Rezyklierung von Plutonium in LWRs (Beginn 1972), die SBR-Experimente der Dōnen mit „Jōyō“ (1977) sowie ihre Anstrengungen zur Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennstäbe aus SBRs (1982) und die Fertigstellung eines nuklearen Schiffsantriebes (Punkte 7-8) waren die aktuellen Schlußsteine in diesem Programm. Die gemeinsame Grundposition Japans und Australiens wurde schließlich folgendermaßen zusammengefaßt: „Internationale nukleare Kooperation ist vereinbar mit der nuklearen Nichtweiterverbreitung“ (AIJ 4/1982: 4).

#### 4.8 Das japanisch-französische Nuklearabkommen von 1972

Nur wenige Tage nach der Unterzeichnung des japanisch-australischen Nuklearabkommens von 1972 unterzeichneten Fukuda Takeo für Japan und Louis de Guiringaud für Frankreich in Tōkyō am 26. Februar 1972 ein Nuklearabkommen, das am 21. September desselben Jahres in Kraft trat und inhaltlich weitgehend dem vorgenannten Abkommen mit Australien entspricht. Ein geringfügiger Unterschied bestand in § 9-1, der bestimmte, daß „le présent Accord restera en vigueur pour une periode de dix ans“ (JAIL, No. 17, 1973: 255–260).

Tabelle 4: Historische Entwicklung des Nuklearbudgets in Japan (Murata 1988, Ref. 4; atw, 11/1988: 544 und 1/1987: 7)

Fiskaljahr	Gesamtbudget (Mrd. Yen)	Fiskaljahr	Gesamtbudget (Mrd. Yen)
1954	0,25	1972	56,515
1955	0,20	1973	63,306
1956	2,02	1974	72,529
1957	6,000	1975	104,357
1958	7,793	1976	120,133
1959	7,419	1977	143,455
1960	7,726	1978	175,439
1961	7,684	1979	198,192
1962	8,039	1980	247,492
1963	9,517	1981	271,250
1964	10,801	1982	290,448

1965	11,841	1983	291,921
1966	12,671	1984	306,577
1967	15,612	1985	338,924
1968	21,050	1986	357,329
1969	30,218	1987	360,222
1970	39,437	1988	367,222
1971	47,833	1989	386,500

Japan, bestrebt eigene Anreicherungsanlagen zu bauen und in langfristigen Lieferverträgen die Bezugsquellen für angereichertes Uran zu diversifizieren, bezieht dieses seit Mai 1980 nicht mehr wie in der Vergangenheit zu nahezu 100% aus den USA. Auf der Grundlage einer Vereinbarung zwischen dem französischen Ministerpräsidenten Messmer und dem japanischen Premierminister Tanaka (1972–1974) unterzeichneten die neun regionalen EVU im Januar 1974 einen langfristigen Vertrag für die Urananreicherung in Frankreich durch EURODIF. Er sah vor, daß Frankreich über einen Zeitraum von zehn Jahren, von 1980 bis 1989, jährlich 1.000 Tonnen Urantrennarbeit (UTA) liefert. Das entspricht etwa einer Äquivalenzmenge für den Austausch von Brennelementen für eine Kernstromerzeugungskapazität von 6.000 Megawatt. Die erste Lieferung von rund fünf Tonnen erfolgte im Mai 1980 an die beiden größten EVU, Tōkyō Denryoku und Kansai Denryoku, sowie an Chūbu Denryoku und Kyūshū Denryoku. An Hokuriku Denryoku und Hokkaidō Denryoku begann EURODIF im Jahre 1981 bzw. 1982 zu liefern. Die Lieferverträge, die die EVU mit dem U.S. Department of Energy (DOE) abgeschlossen hatten, waren mit 89 Dollar je UTA etwas kostengünstiger als die französischen Anreicherungsgebühren – der Preis der Diversifizierung (AIJ 7/1980: 27).

#### **4.9 Das japanisch-chinesische Nuklearabkommen von 1986**

Nach bilateralen Nuklearabkommen mit den USA (1955, 1958, 1968), Großbritannien (1958, 1968), Kanada (1960, 1970, 1980), Australien (1972, 1982) und Frankreich (1972) unterzeichneten in Tōkyō anlässlich des vierten Ministertreffens zwischen Japan und China Abe Shintarō und Wu Xuequian am 31. Juli 1985 ein Abkommen zur friedlichen Nutzung der Kernenergie. Es trat am 10. Juli 1986 in Kraft (JAIF, No. 30, 1987: 225–231). In dem sechsten Abkommen dieser Art tritt Japan erstmals als potentielles Lieferland von Nuklearanlagen, -ausrüstungen und -materialien hervor.

In diesem nach mehrjährigen Verhandlungen geborenen Abkommen vereinbarten die

beiden Nachbarstaaten eine Zusammenarbeit in folgenden Bereichen: a) Radionuklid- und Strahlenanwendung, b) Prospektion und Ausbeutung von Uranreserven, c) Planung, Bau und Betrieb von Leichtwasser- und Schwerwasserreaktoren, d) Reaktorsicherheit, e) Aufarbeitung und Abfallbehandlung bzw. -beseitigung sowie f) Strahlenschutz und Umweltkontrolle (§ 3). Es hat eine Laufzeit von 15 Jahren und verlängert sich danach automatisch um weitere fünf Jahre, wenn nicht ein Vertragspartner mindestens sechs Monate vorher den Wunsch anzeigt, das Abkommen beenden zu wollen (§ 10-1). Japan und China verpflichten sich auf die Verfolgung friedlicher Ziele (§ 4-1). Alle gelieferten Nuklearanlagen, -ausrüstungen und -materialien sowie die aus deren Nutzung gewonnenen Nebenprodukte werden nicht für die Entwicklung oder Herstellung von nuklearen Sprengmitteln verwendet (§ 4-2). Um die Einhaltung der eingegangenen Verpflichtungen aus § 4-2 kontrollieren zu können, unterwerfen sich beide Seiten „according to their respective different cases“ (§ 4-3) der Anwendung von IAEA-Safeguards. Nuklearanlagen, -ausrüstungen und -materialien, die als Folge des Abkommens transferiert werden, dürfen nicht ohne vorherige schriftliche Zustimmung der betroffenen Seite an dritte Parteien weitergegeben werden (§ 5). Beide Vertragsparteien ergreifen geeignete Maßnahmen gemäß den Richtlinien in Anhang A des Abkommens, um den physischen Schutz von und vor Nuklearmaterialien zu gewährleisten. Mit Hilfe von drei Kategorien (I bis III) definierte man die Umgangsweisen für die Nutzung, die Lagerung und den Transport von Plutonium, Uran-235, Uran-233 und bestrahltem Brennstoff. Die Kategorie mit den umfänglichsten Sicherheitsmaßnahmen ist Kategorie I und bezieht sich auf zwei Kilogramm oder mehr Plutonium, fünf Kilogramm oder mehr U-235 und zwei Kilogramm oder mehr U-233. Die Kategorie II wendet man auf weniger als zwei Kilogramm und mehr als 500 Gramm Plutonium, weniger als fünf Kilogramm und mehr als ein Kilogramm auf 20% angereichertes U-235, zehn Kilogramm oder mehr zwischen 10% und 20% angereichertes U-235, weniger als zwei Kilogramm und mehr als 500 Gramm U-233 sowie auf Natururan und Thorium sowie auch auf niedrig angereicherte Brennstoffe an. Die Kategorie III umfaßt Mengen von 500 Gramm und weniger Plutonium, ein Kilogramm oder weniger auf 20% oder höher angereichertes U-235, weniger als 10 Kilogramm zwischen 10% und 20% angereichertes U-235, zehn Kilogramm oder mehr niedriger als 10% angereichertes U-235 und 500 Gramm oder weniger U-233 (Anhang C).

Probleme, die aus der Interpretation und der Implementierung des Abkommens entstehen, werden in ad hoc einberufenen Konsultationsgremien besprochen (§ 7-2). In besonderen Fällen wird ein Schlichtungsausschuß gebildet (§7-3). Im Falle der Nichtbefolgung der Bestimmungen in den §§ 4 bis 6 müssen sich beide Vertragspartner unverzüglich

wechselseitig konsultieren (§ 8). Ungeachtet der möglichen Beendigung des Abkommens bleiben die Bestimmungen der §§ 1 sowie 4 bis 8 solange in Kraft, bis die auf seiner Grundlage gelieferten Nuklearanlagen, -ausrüstungen und -materialien retransferiert worden sind, oder anderes vereinbart worden ist (§ 10-2). Modifikationswünsche erlangen konstitutive Qualität durch wechselseitigen Notenaustausch und Bestätigung (§ 10-3).

Rund ein Jahr vor der Unterzeichnung des japanisch-chinesischen Nuklearabkommens vereinbarten die staatliche Dōnen und das chinesische Ministerium für Nuklearindustrie am 19. Mai 1984 in Peking ein Memorandum, das eine gemeinsame Prospektion nach Natururan im Distrikt Tengchong der Provinz Junnan in Südwest-China vorsah. Die chinesischen Vorräte an Natururan werden auf ca. 100.000 Tonnen geschätzt. Die Produktion in der Anlage Henyang in der Provinz Hünan betrug im Jahre 1987 mehr als 1.000 Tonnen Uran. Anlässlich der Wintertagung des Deutschen Atomforums am 27./28. Januar 1987 erklärte der Generaldirektor der chinesischen Kernenergieindustrie-Gesellschaft, Zhang Xinduo, Peking, daß China Uran in Form von Uranerzkonzentrat (yellow cake) exportiere, aber auch in der Lage sei, weitere Veredelungsstufen bis hin zur Anreicherung anzubieten (atw, 7/1984: 341 u. 4/1987: 165). In welchem Umfang sich die japanisch-chinesischen Nuklearbeziehungen auf welche Felder noch ausdehnen werden, bleibt abzuwarten. Da sie noch recht jungen Datums sind, und beispielsweise die Leadtime für die Uranprospektierung heute im Durchschnitt rund zehn Jahre beträgt, haben Prognosen hier einen ziemlich spekulativen Charakter.

#### **4.10 Japan als Lehrmeister**

Japan entfaltet seit geraumer Weile eine Berater- und Ausbildertätigkeit im asiatischen Raum, die eine Vorstufe für den künftigen Nuklearexporteur Japan sein kann.

Das japanische Kernforschungsinstitut und die indonesische Kernenergiebehörde BATAN haben am 28. April 1989 ein Abkommen über die erweiterte Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Strahlenbehandlung von Produkten sowie der Herstellung und Anwendung von Radionukliden unterzeichnet (atw, 8-9/1989: 381). Am 1. Juni 1989 schlossen Japan und Taiwan ein Kooperationsabkommen auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit sowie für den Fall radiologischer Notfallsituationen (atw, 7/1989: 319). Demnächst werden japanische Spezialisten in den sechs taiwanesischen Kernanlagen (5.144 MW) ein neues System zur Feststellung von radioaktiver Strahlung einführen und Beobachtungstätigkeiten im Rahmen der Ausbildung von Sicherheitsbeauftragten wahrnehmen. Taiwan will von den reichen japanischen Erfahrungen in nuklearer Sicherheit profitieren; Japan hat heute gegenüber

Taiwan mit 36 Kernreaktoren in Betrieb, zwölf in Bau und sechs bestellten Reaktoren einen vergleichbaren Status, wie ihn die USA in den sechziger Jahren gegenüber Japan hatten. Japan wird in Zukunft wahrscheinlich eine Rolle als Nukleartechnologieexporteur einnehmen und vielleicht die Kosten für seine langjährige FuE (vgl. die Entwicklung des Nuklearbudgets in Tabelle 4) ökonomisieren können: „While the major theme of the policy has been to develop another option for meeting domestic energy needs, a second and largely understated theme has been to develop the technological capability for a high value-added export industry“ (Suttmeier 1981: 109).

Japan „plant“ darüber hinaus eine Art asiatisches EURATOM – „ASIATOM“? –, das als relativ loser Zweckverband asiatisch-pazifischer Nationen in folgenden Feldern zusammenarbeiten soll: Reaktorsicherheit, -betrieb, technische Ausbildung, Forschung und Entwicklung zur Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle, Beistand in nuklearen Notfallsituationen, Lagerung und Kontrolle sensitiver Materialien. Japan könnte in den 1990er Jahren zum Beispiel für Südkorea, Indonesien, Philippinen, Malaysia, Thailand und Australien Anreicherungs- und Wiederaufarbeitungsdienste leisten, und Australien das dafür erforderliche Uran liefern (AIJ 2/1983: 2–4).

## **5. Das atomrechtliche Genehmigungsverfahren**

Japan hat weltweit unter den 26 Ländern, die Kernkraftwerke (KKW) betreiben, die kürzesten Bauzeiten bis zum Anschluß ans Stromnetz: Vor 1980 betrug die durchschnittliche Bauzeit rund 51 Monate, seit 1980 etwa 54 Monate (Nuclear Engineering International 1988: 11). Wenn man alle Stadien der Leadtime von der Standortwahl bis zur Inbetriebnahme eines Kernkraftwerkes mit ins Kalkül zieht, so erforderten alle Stufen der behördlichen Genehmigung der Planung, des Baus und der Inbetriebnahme bis zum Jahr 1980 durchschnittlich insgesamt 13 Jahre und vier Monate – mit leicht steigender Tendenz. In dem extremen Fall des SWR-Reaktorblockes Fukushima Daini-1 (1.100 MW brutto) von Tōkyō Denryoku absorbierte die Leadtime sogar 14 bis 15 Jahre. Seit im Jahre 1978 die Zuständigkeit für die atomrechtliche Genehmigung von Leistungsreaktoren vom Premierminister auf das MITI übertragen worden ist, bemüht es sich in Zusammenarbeit mit acht zuständigen Ministerien und Ämtern um ihre Verkürzung bzw. Rationalisierung (AIJ 12/1981: 28).

In Japan ist das atomrechtliche Genehmigungsverfahren nicht in einem Verwaltungsverfahrensgesetz geregelt. Vielmehr sind mit der Errichtung von Kernkraftwerken

33 Gesetze (Baugesetz, Forstgesetz, Küstengesetz, Naturparkgesetz, Feuerschutzgesetz etc.) befaßt. Für die Planung, die Errichtung und die Inbetriebnahme eines Kernkraftwerkes muß das betreffende Energieversorgungsunternehmen (EVU) mehr als 65 verschiedene Genehmigungen (kyōka), Erlaubnisse (ninka) und Zustimmungen (shōnin) etc. einholen. Die Atomgesetze im engeren Sinne sind mit der Spitze eines Eisberges vergleichbar; seinen unter dem Meeresspiegel verborgenen Hauptteil bilden zahlreiche die praktische Durchführung der Atomgesetze regelnde Verordnungen und Bekanntmachungen, die von den zuständigen Ministerien und Ämtern, dem MITI, dem Amt für Wissenschaft und Technik (AWT) sowie dem Verkehrsministerium erlassen werden.

Der Wirtschaftsminister erteilt eine Errichtungsgenehmigung nach eigenem Ermessen, das heißt, er legt die Beurteilungskriterien für ihre Erteilung fest. In der Praxis anwendbare Vorschriften werden in Form von Richtlinien formuliert, die die Maßstäbe zum Beispiel für die Atomsicherheitskommission (ASK) sind, nach denen diese die Entscheidungen anderer Verwaltungsbehörden überprüft. Den Fuß des Eisberges bilden die technischen Normen, die erfüllt sein müssen, um die einzelnen beantragten Komponenten genehmigen (lassen) zu können.

Die EVU beantragen und das MITI erteilt eine Errichtungsgenehmigung formell auf der Grundlage des Atomenergiegrundgesetzes (Genshiryoku Kihonhō) nach Abschnitt 6 §§ 14 bis 16, des Gesetzes über die Überwachung der Ausgangsstoffe, der Kernbrennstoffe und der Kernreaktoren (im folgenden kurz: Kernreaktorengesetz; Kakugenryō Busshitsu, Kakunenryō Busshitsu oyobi Genshiro no Kisei ni kansuru Hōritsu; Gesetz Nr. 166, 10.6.1957; abgedr. in: Roppō Zensho 1988: 2: 3679–3695), des Elektrizitätswerkegesetzes (Denki Jigyōhō; Gesetz Nr. 170, 11.7.1964; abgedr. in: Roppō Zensho 1988: 2: 3643–3652) und des Gesetzes über die Förderung der Entwicklung elektrischer Kraftquellen (im folgenden kurz: Förderungsgesetz; Dengen Kaihatsu Sokushinhō; Gesetz Nr. 283, 31.7.1952; abgedr. in: Roppō Zensho 1988: 2: 3653–3654).

Für eine Analyse des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens in Japan ist es nicht möglich, das System und den Begriff des Verwaltungsverfahrens allein der Gesetzgebung zu entnehmen, da es zum einen nicht umfassend und präzise festgelegt ist. Zum anderen ist die Betrachtung der genannten Gesetze zusammen mit der Verwaltungspraxis schon allein deshalb erhellender, weil die meisten dieser Verfahren sogenannte „de-facto-Verfahren“ (Shimoyama 1986: 139), nicht Gegenstand gesetzlicher Bestimmungen sind.

Das Verfahren von der Standortwahl bis zur Inbetriebnahme eines Kernkraftwerkes

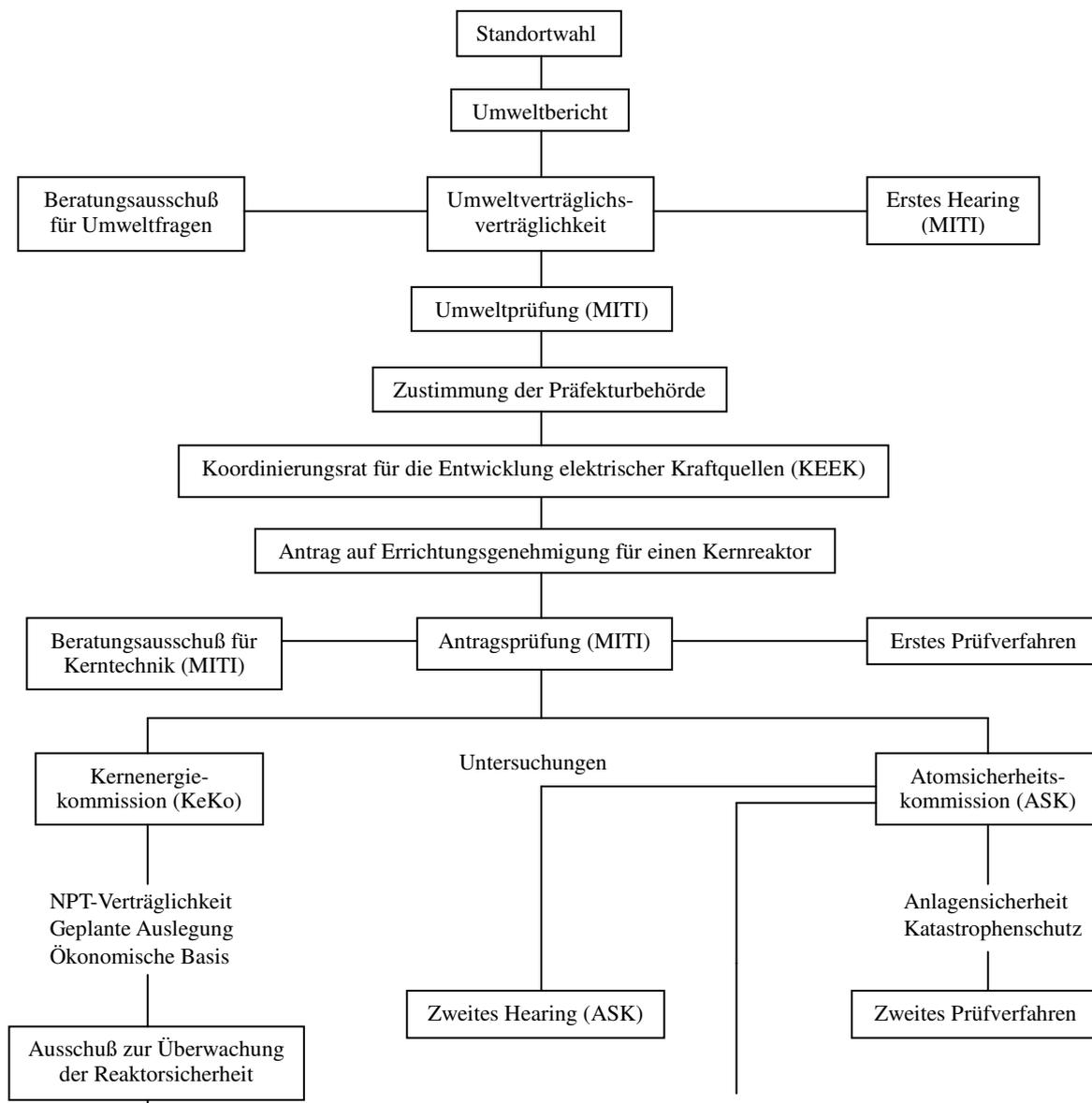
durchläuft in aller Regel vier Stufen (vgl. die vereinfachte Darstellung des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens in Abbildung 5) und entspricht bis auf die dritte Stufe formal dem Verfahren für Wärme- und Wasserkraftwerke:

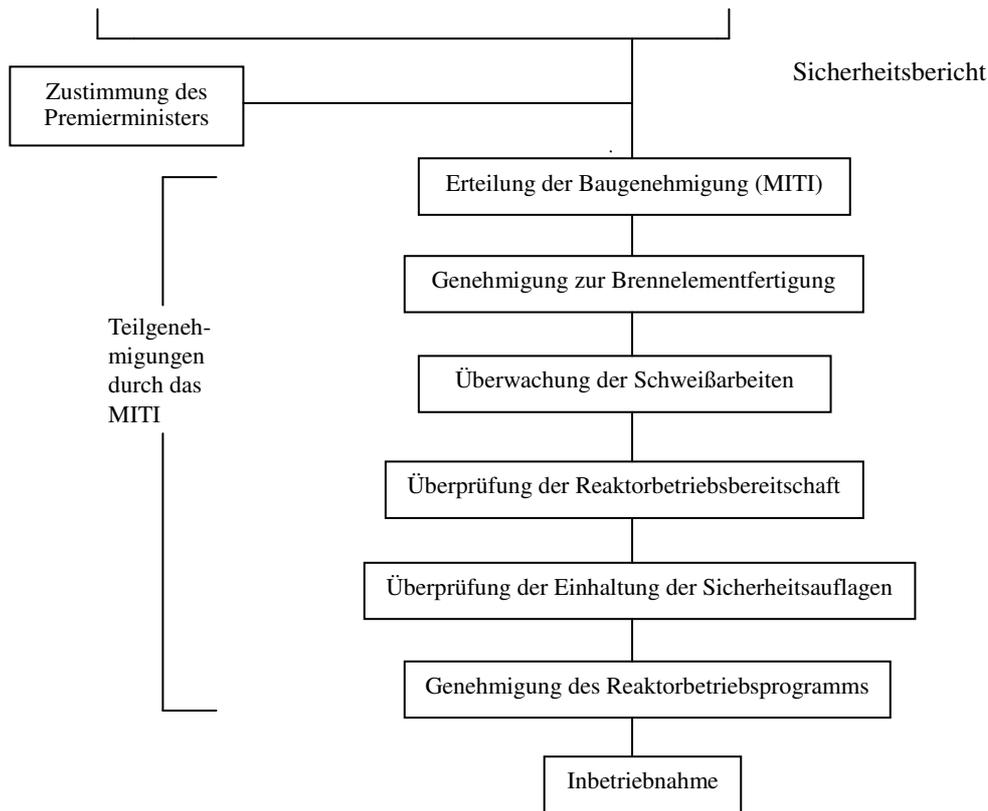
1. Die Standortplanung durch den künftigen Betreiber
2. Die Standortbewilligung durch die Behörde
3. Die Baugenehmigungen
4. Die Inspektionen des MITI nach dem Elektrizitätswerkegesetz.

Die erste Stufe der Standortplanung ist kein gesetzlich vereinheitlichtes, sondern ein außerrechtliches Verfahren. Die Ausbauplanung und die Standortuntersuchungen für die Standortauswahl sind grundsätzlich die Angelegenheit der privatwirtschaftlich organisierten regionalen Energieversorgungsunternehmen (EVU). In der Realität ist aber sowohl die Ausbauplanung als auch die Auswahl eines geeigneten Standortes Gegenstand vorheriger Konsultationen des Bauherrn mit den zuständigen Behörden, unterliegt also von Anfang an einer administrativen Lenkung (*gyōsei shidō*). In manchen Fällen haben Stadt- oder Präfekturleitungen Resolutionen verabschiedet, in denen sie das betreffende EVU eingeladen haben, das geplante Kernkraftwerk in ihrer Gebietskörperschaft zu errichten. Ein breites Spektrum von naturgegebenen Standorteigenschaften hinsichtlich der orographischen, der geologischen, der seismologischen, der hydrologischen sowie der meteorologischen Gegebenheiten wird üblicherweise bereits bei der Auswahl des Standortes untersucht. Sie finden im Rahmen einer Standortoptimierung Eingang ins Genehmigungsverfahren. Bei der Standortplanung finden selbstverständlich noch andere Gesichtspunkte Berücksichtigung, wie zum Beispiel zivilisatorische Gefahren (Flugzeugabsturz, Brandmöglichkeiten, Terroranschläge etc.), Landverfügbarkeit und Landnutzung (ausreichende Baugrundstücke, Überspannungsrechte für Überlandleitungen, Energieversorgung etc.) sowie Zugänglichkeit und Transportverhältnisse (Anlieferung von Rohstoffen, An- und Abtransport schwerer Bauteile, Zugänglichkeit bei Notfallmaßnahmen). Wenn das EVU einen Standort ausgewählt hat, fertigt es einen Umweltbericht an, der nicht unter gesetzliche Bestimmungen fällt, sondern Teil der sogenannten administrativen Lenkung ist. Für die Abfassung eines solchen Berichtes hat das MITI entsprechende Richtlinien ausgegeben. Das EVU hat in dem Umweltbericht die potentiellen Einflüsse einzuschätzen, die die Errichtung eines Kernkraftwerkes an dem ausgewählten Standort auf die Umwelt voraussichtlich haben wird, wie zum Beispiel Gefährdungen für die öffentliche Sicherheit und Ordnung, Luftverschmutzung, Wasserkontamination, Bodenverschmutzung, Lärm, Vibration, Absinken des Bodens und üble Gerüche (Narita 1981: 41). Des weiteren hat es darin Maßnahmen zum

Schutze der Umwelt anzuführen, die es gegen die möglichen und notwendigen negativen Einflüsse zu ergreifen beabsichtigt. Die Resultate des Berichtes faßt das EVU in einer Erklärung zusammen, die die Öffentlichkeit einsehen kann. Den Umweltverträglichkeitsbericht leitet das EVU an das Amt für Energiequellen (MITI) weiter, das ihn dem Koordinationsrat für die Entwicklung elektrischer Kraftquellen (KEEG; Dengen Kaihatsu Chōsei Shingikai, im Folgenden kurz Koordinerungsausschuß genannt) vorlegt. Dieses Beratungsorgan besteht aus den Spitzen acht zentraler Ministerien und Ämter sowie acht erfahrenen Wissenschaftlern, dem der Premierminister vorsitzt (Förderungsgesetz, § 10). Seine Zustimmung ist für den Baubeginn eines Kernkraftwerkes unerlässlich.

Abbildung 5: Vereinfachte Darstellung des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens (AIJ, 12/1980: 13, S. von Krosigk 1983: 643)





Der rechtlich geregelte Verfahrensgang beginnt damit, daß eine Elektrizitätsgesellschaft beim MITI nach Maßgabe des Elektrizitätswerkegesetzes eine Genehmigung zur Änderung ihrer Energieversorgungsstruktur und gemäß dem Kernreaktorengesetz (Abschnitt 4, § 23) einen Antrag auf Errichtungsgenehmigung eines Kernkraftwerkes stellt. Das MITI prüft aufgrund des Antrags für eine Genehmigung zur Änderung der Energieversorgungsstruktur die volkswirtschaftliche Notwendigkeit bzw. Wünschbarkeit der Errichtung eines neuen Kernkraftwerkes, und ob die Planungsunterlagen den jeweiligen Anforderungen genügen. Die Planungsunterlagen und der Antrag des EVU werden nach Maßgabe der vom MITI definierten erforderlichen Sicherheitsvorschriften begutachtet. Der § 24 des Kernreaktorengesetzes behandelt die Frage der Genehmigungsnorm (*kyōka no kijun*). Unterstellt, daß das Kernreaktorengesetz der Intention nach ein Förderungsgesetz für die zivile Nutzung und die systematische Anwendung der Kernkraft als alternative Energiequelle darstellt, so formuliert es auch Bedingungen, unter denen der „zuständige Minister den Antrag auf Errichtungsgenehmigung (...) nicht erteilen darf“ (Abs. 1): Es muß gewährleistet sein, das der Kernreaktor ausschließlich „friedlichen Zielen“ dient (§ 24 Abs. Satz 1). Kraft der Genehmigung darf die Durchsetzung einer „systematischen Entwicklung und Nutzung der Kernenergie“ (Satz 2) nicht behindert werden. Der Antragsteller muß das „notwendige technische Vermögen“ und die „ökonomische Grundlage“ besitzen, um eine Kernanlage zu

errichten und deren störungsfreien Betrieb zu gewährleisten (Satz 3). Der Standort, die Struktur und die Ausrüstung der Kernanlage sollten so gestaltet sein, daß sie nicht hinderlich sind bei der Verhütung von Schäden, die auf Kernbrennstoffe, von Kernbrennstoffen kontaminierte Gegenstände oder den Kernreaktor zurückzuführen sind (Satz 4).

Kommt das MITI nach der Prüfung des Antrages bzw. des Sicherheitsprüfungsberichtes zu dem Schluß, daß die Errichtungsgenehmigung erteilt werden könne, muß es die KeKo sowie die Atomsicherheitskommission (ASK) konsultieren (Kernreaktorengesetz, § 23 Abs. 3). Die beiden wichtigsten Ausschüsse der ASK sind hierbei der rund 45-köpfige Fachausschuß für die Sicherheit von Kernreaktoren (Genshiro Anzen Senmon Shinsakai; §§ 16–18 des Gesetzes zur Errichtung der KeKo und der ASK) und der rund 40-köpfige Fachausschuß für die Sicherheit von Kernbrennstoffen (Kakunenryō Anzen Senmon Shinsakai; §§ 19–22). Auf Anfrage des MITI untersucht nun der Kernreaktorsicherheitsfachausschuß der ASK nochmals den Sicherheitsprüfungsbericht. Die Resultate dieser zweiten Prüfung finden ihren Niederschlag in einem Gutachten der ASK an das MITI.

Parallel dazu verhandelt die Errichterfirma (EVU) mit den Grundeigentümern über den Verkauf des in Frage kommenden Landes sowie mit den Inhabern von Fischfangrechten über die Kompensation des zukünftig eingeschränkten Fischfanggebietes. Diese Verhandlungen absorbierten in der Vergangenheit einen beträchtlichen Teil dieses Abschnittes der Gesamt-Leadtime. Die japanischen Kernkraftwerke liegen nämlich durchweg an der Küste, weil die Kühlung mit Meerwasser dort eine naturgegebene Standortbedingung ist, und wurden wegen der Erdbebengefahr auf tertiärem Gelände errichtet. Nahezu jeder potentielle Standort für ein Kernkraftwerk an der Küste betrifft fünf oder sechs Fischereigenossenschaften mit durchschnittlich jeweils rund 160 Personen, mit denen sich die Errichterfirma einigen muß. Die Genossenschaften können satzungsgemäß eine Vollversammlung einberufen, auf der mindestens die Hälfte aller Mitglieder anwesend sein muß und mit zwei Dritteln der anwesenden Mitglieder beschließen, ihr Fischfanggebiet zu verlegen. Bis es dazu kommt, feilschen das Energieversorgungsunternehmen und die Fischereigenossenschaften über die Höhe der Entschädigung (Matsushita 1981: 22–24).

Im Verlauf der Untersuchungen und Verhandlungen organisiert das Amt für Energiequellen (AfE) des MITI eine öffentliche Anhörung (Hearing) für die Standortbevölkerung und die interessierte Öffentlichkeit. Das Hearing ist ursprünglich als eine verbindlich unverbindliche Informations- und Feedback-Möglichkeit für die lokale Bevölkerung gegenüber den Energieversorgungsunternehmen, dem MITI und der

Zentralregierung in Tōkyō eingeführt worden. Es wurde in Japan erstmals von der KeKo im September 1973 in der Präfektur Fukushima anlässlich des von Tōkyō Denryoku geplanten Siedewasser-Reaktors (SWR) Fukushima Daini-1 eingeführt. Als im Oktober 1978 die KeKo in die Bereiche Politik und Entwicklung (KeKo) sowie Kontrolle und Sicherheit (ASK) geteilt worden war, wurde dem AfE die Organisierung eines ersten Hearings und der ASK die eines zweiten Hearings übertragen. Das erste Hearing, das das AfE seit der Einführung des neuen Systems abgehalten hat, fand am 4. Dezember 1980 in Kashiwazaki (Präfektur Niigata) statt. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich dort ein Siedewasser-Reaktorblock in Betrieb, zwei im Bau und vier weitere in der Planung. Im Rahmen dieses Hearings wurde der Standortbevölkerung die Möglichkeit gegeben, Fragen der Umweltverträglichkeit und der -sicherheit der beiden von Tōkyō Denryoku geplanten Reaktorblöcke Kashiwazaki-Kariwa-2 und -5 zu erörtern. An diesem Tag mobilisierten die Sozialistische Partei Japans (SPJ), der Generalrat der Japanischen Gewerkschaften (Sōhyō) sowie Gruppen der Friedensbewegung für ein Verbot von Atom- und Wasserstoffbomben u.a.m. rund 6.000 Demonstranten gegen das „heuchlerische Hearing, dessen Zweck die rücksichtslose Beförderung der Atomenergie ist“ (AIJ 12/1980: 11). Ein Drittel der Demonstranten hatte den Saal belagert, andere hinderten die Redner und das Publikum am Betreten des Saals. Nach Scharmützeln mit den Ordnungskräften zählte man 40 Verletzte, und um 8.30 Uhr war die Ordnung wiederhergestellt, und das Hearing konnte pünktlich beginnen. Die Grundstücksfrage sowie die Frage der Kompensation der Fischfangrechte waren bereits vorher positiv im Sinne von Tōkyō Denryoku geregelt worden. Tōkyō Denryoku und das MITI legten die Ergebnisse der öffentlichen Anhörung, bei der 20 ausgewählte Sprecher Stellungnahmen und skeptische Nachfragen hinsichtlich der Notwendigkeit und der Sicherheit der Kernenergienutzung vortrugen, dem Koordinationsrat vor, damit dessen Vorsitzender, der Premierminister, dem Baubeginn so früh wie möglich zustimmen konnte.

Das zweite Hearing für die Blöcke Kashiwazaki-Kariwa-2 und -5, das von der Atomsicherheitskommission (ASK) organisiert worden ist, fand gut zwei Jahre später, am 23. Januar 1983 statt. Diesmal gab es keine Ausschreitungen zwischen den vor dem Saal protestierenden rund 2.000 Demonstranten und den abkommandierten etwa 2.000 Polizeikräften. Repräsentanten der ASK und des MITI antworteten vier Stunden lang auf die Fragen und Stellungnahmen von 13 auf Grund ihrer brieflichen Anfragen ausgewählten Personen aus der Standortbevölkerung. Daneben informierte der Direktor der Prüfungssektion für Kernkraftsicherheit im Amt für Energiequellen (AfE) des MITI, Suehiro Shigeo, zu folgenden Themenbereichen: Aseismische Auslegung, Sicherheitsentwurf,

Strahlenmanagement, Betriebskontrolle und Verschiedenes (Abfallbeseitigung, Unfallverhütung, Maßnahmen gegen gewaltsame Proteste etc.). Die skeptischen Nachfragen aus der Standortbevölkerung berührten zum Beispiel folgende Themen: Ist der Siedewasserreaktor im Falle eines Erdbebens nicht sicherer als der Druckwasserreaktor? Könnte sich die Madogasaka-Verwerfung um den Kraftwerksstandort nicht ausweiten? Beeinflußt die Strahlenemission über die Abluft und das Abwasser nicht den Kreislauf der Natur, so daß es zu schweren Schneefällen kommen könnte? Ist die Konzentration von sieben Reaktorblöcken nicht etwas viel für einen einzelnen Standort, der nur sieben Kilometer von der 83.000 Einwohner zählenden Stadt Kashiwazaki entfernt liegt? etc. (AIJ 2/1983: 4–8).

Das erste Hearing, an dem die Opposition in Gestalt der Sozialistischen Partei Japans (Shakaitō), der Generalrat der Japanischen Gewerkschaften (Sōhyō) u.a.m. teilgenommen hat, war das Shimane-2-Hearing (Präfektur Shimane) am 13./14. Mai 1983, die 14. öffentliche Anhörung (6 erste und 8 zweite Hearings) seit dreieinhalb Jahre vorher diese Praxis der zweiten Anhörung im Falle der Reaktorblöcke Takahama-3 und -4 (Präfektur Fukui) im Januar 1980 eingeführt worden war. Seitdem hatte sich die Methode des Hearings fortentwickelt.

Der Generalrat der Japanischen Gewerkschaften (Sōhyō) in Shimane, der sich bislang darauf beschränkt hatte, die Errichtung des geplanten SWR-Blockes Shimane-2 (820 MW brutto) von Chūgoku Denryoku abzulehnen, beschloß am 25. Februar 1983 eine Änderung seiner Politik hinsichtlich einer Teilnahme an dem ASK-Hearing, „if democratic forms of the public hearing system are adopted“ (AIJ 3/1983: 25). Unter dem Titel „demokratische Formen“ stellte der Generalrat sechs Forderungen auf: 1. Das Hearing sollte eine Woche dauern. 2. Die Befürworter und die Gegner des Kernkraftwerkes sollten je eine Sprechergruppe von 60 Personen auswählen dürfen. 3. Diese Sprecher sollten von der Standortbevölkerung aus Kreisen der Wissenschaft ausgewählt werden. 4. Die Meinungen der Gegner müssen genügend Gehör finden. 5. Der Veranstaltungsort sollte öffentlich zugänglich sein und Platz für ca. 1.000 Personen bieten. 6. Keine Vorauswahl von sachbezogenen Stellungnahmen sowie freie Diskussion der Teilnehmer. Aus den Verhandlungen zwischen der Präfekturverwaltung von Shimane und der Atomsicherheitskommission mit der Opposition ging schließlich am 17. März 1983 folgender Konsens hervor: 1. Die Dauer der Anhörung wird von einem auf zwei Tage verlängert. 2. Das Zeitlimit je Stellungnahme beträgt 40 Minuten. 3. Fragen und Stellungnahmen zu gegnerischen Positionen werden gestattet. Nach Vorauswahl und mit einer 30-minütigen Zeitbeschränkung sind Fragen und Stellungnahmen aus der Zuhörerschaft erlaubt. 4. Wissenschaftler, die das Vertrauen der Standortbevölkerung

genießen, dürfen Erklärungen abgeben. 5. Der Themenkreis ist nicht auf die Erläuterung von Sicherheitsstandards beschränkt. Der Zweck der neuen Hearing-Methode, die Einbindung der Opposition und die Erörterung von Meinungen aus der Standortbevölkerung, wurde voll erreicht. Unter den Augen einer 500-köpfigen Zuhörerschaft stellten 13 Befürworter und 19 Gegner ihre Position jeweils 25 Minuten lang dar und erörterten mit Sachverständigen der ASK und des MITI Fragen zu Evakuierungs- und Stilligungsplänen sowie zur (Un-)Wahrscheinlichkeit eines Flugzeugabsturzes etc. Der Vorsitzende des Hearings, Misonoue Keisuke von der Atomsicherheitskommission, faßte seine Zufriedenheit über den Ablauf des Hearings in folgende Worte: „I think we succeeded in hearing local residents say what they wanted to say, as was the aim of this public hearing (...). Public hearings are not discussions from which to draw conclusions“ (AIJ 5/1983: 9–14).

Das erste öffentliche Hearing des Amtes für Energiequellen findet bereits auf der zweiten Stufe des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens statt, ist jedoch keine durch das Kernreaktoren- oder das Elektrizitätswerkegesetz vorgeschriebene Anforderung. Es kann als ein Teil der sogenannten administrativen Lenkung (*gyōsei shidō*) bezeichnet werden. Im Anschluß an den Landkauf, die Entschädigung der Fischereirechte, die nicht in jedem Fall auf der zweiten Stufe zum Abschluß gebracht wird, und das erste Hearing wird der Grundbauplan dem Koordinationsrat zur Beratung und Zustimmung zugeleitet (Förderungsgesetz, § 11). Zur Genehmigung des Grundbauplanes durch den Koordinationsrat ist zuvor die Zustimmung des Gouverneurs erforderlich, in dessen Präfektur das Kernkraftwerk errichtet werden soll. Die endgültige Entscheidung über den Grundbauplan trifft der Premierminister nicht als Vorsitzender des Koordinationsrates, sondern in seiner Eigenschaft als Erster Minister. Wenn dem Grundbauplan zugestimmt worden ist, leitet ihn das Amt des Premierministers umgehend an die zuständige Verwaltungsbehörde, die zu seiner Veröffentlichung verpflichtet ist (§ 3 Abs. 2). Innerhalb von 30 Tagen kann beim Leiter der Verwaltungsbehörde Einspruch erhoben werden (§ 3 Abs. 3).

Gegner der Kernenergienutzung haben die Anfechtungsklage gegen die Erteilung einer Errichtungsgenehmigung durch die Verwaltungsbehörde bereits in mehr als zehn Fällen als Mittel zur Durchsetzung ihrer Interessen benutzt. Ist die Klagebefugnis des Klägers durch ein ordentliches Gericht ermittelt worden, hat die Anfechtungsklage allerdings keine aufschiebende Wirkung. Bislang ist auf Grund von Anfechtungsklagen noch keine Verzögerung bei der Errichtung von Kernkraftwerken entstanden. Es gibt jedoch eine Reihe von Gerichtsurteilen, in denen wichtige Feststellungen getroffen wurden. Das Ikata-1-Urteil vor dem Matsuyama-Bezirksgericht vom 25. April 1978 und das Fukushima-Daini-Urteil vor

dem Fukushima-Bezirksgericht stellten zum Beispiel fest: Die Kläger waren grundsätzlich klagebefugt, weil sie beim Eintritt eines nuklearen Ereignisses betroffen wären. Die Erteilung einer Errichtungsgenehmigung ist eine Ermessensentscheidung der zuständigen Behörde, deren Beurteilung nach Maßgabe der Ziele des Kernreaktorengesetzes angemessen ist. In dem Ikata-Urteil wurde erstmals in Japan die Formulierung „nach dem Stand von Wissenschaft und Technik“ in Hinsicht auf die Sicherheitsprüfung von kerntechnischen Anlagen gebraucht. Der Stand der Wissenschaft muß also zum Zeitpunkt der Erteilung der Genehmigung als Maßstab zur Antragsprüfung genommen werden (Shiono 1981: 67–75; Shimoyama 1986: 153–155; Yamanouchi 1984: 178–183).

Hat das MITI gemäß dem Elektrizitätswerkegesetz die Genehmigung zur Änderung der Versorgungsstruktur (§ 8) sowie gemäß dem Kernreaktorengesetz die Genehmigung für die Errichtung eines Kernreaktors (§ 23) erteilt, so stellt die Elektrizitätsgesellschaft gemäß § 41 des Elektrizitätswerkegesetzes als nächstes einen Genehmigungsantrag für die detaillierten Planungsunterlagen. Gleichzeitig beantragt der Hersteller des Kernbrennstoffs beim MITI die Bewilligung der Kernbrennstoffplanung (§ 45). Das MITI läßt die Sicherheitsprüfer des Beratungsausschusses für Kernkrafttechnik ein Gutachten erstellen, in dem die Baupläne und die Kernbrennstoffplanung überprüft werden und: erteilt die Genehmigung. Im Vergleich zu dem vorhergehenden Verfahrensgang, der durchschnittlich rund 29 Monate dauert, währt dieser Antragsgang in der Regel nur etwa drei Monate. Der neue Genehmigungsabschnitt wird üblicherweise in fünf oder sechs Teilgenehmigungen aufgeteilt. Mit dem Baubeginn beantragt die Elektrizitätsgesellschaft beim MITI entsprechend den Errichtungsfortschritten die Durchführung begleitender Inspektionen. In jedem Bauabschnitt überprüft der Oberinspektor für elektrische Bauteile das systematische Fortschreiten der Bauarbeiten (§§ 43 u. 46 des Elektrizitätswerkegesetzes). Die Schweißarbeiten werden hauptsächlich von dem im Jahre 1970 gegründeten Institut für Wärmekraft-Stromerzeugung überwacht. Ursprünglich als ein neutrales drittes Inspektionsorgan für Wärmekraftwerke gegründet, wurde seinen 31 Mitgliedern im Jahre 1972 die Überprüfung der Zweitschweißung von Kernreaktoren übertragen, 1975 kam auch die Inspektion der Erstschweißung von Reaktorgehäusen hinzu. Heute werden nahezu alle Überwachungen von Schweißarbeiten bei der technischen Ausrüstung von Kernreaktoren und Wärmekraftwerken von diesem Institut durchgeführt. Seit 1980 nimmt es an den turnusmäßigen Inspektionen von Kernkraftwerken teil. Für die Wahrnehmung dieses erweiterten Aufgabenfeldes erhöhte es seine Personaldecke auf über 150 Mitglieder und errichtete ein Nuklear-Inspektionszentrum. Seine Mitglieder leiten und beraten die Inspektionstechnik und stellen fest, ob die innerbetrieblichen Inspektionen den

Inspektionsberichten entsprechen und ob die überprüften Inspektionsergebnisse die Bewertungsnormen erfüllen. Sie sind bei etwa zwei Drittel der vom MITI festgelegten Programme für eine turnusmäßige Inspektion anwesend. Diese zwei Drittel umfassen die wichtigsten Punkte des Inspektionsprogramms einer eigenen innerbetrieblichen Inspektion der Energieversorgungsunternehmen. Zum Abschluß eines Inspektionsprogramms werden die Inspektionsprotokolle bestätigt und eine Bescheinigung über die Testresultate der Inspektion ausgestellt. Es ist recht wahrscheinlich, daß im Rahmen der Verwirklichung des neuen Langzeitprogramms für die Entwicklung und Nutzung der Kernenergie sein Tätigkeitsfeld noch um die Vorinspektionen, die Kernbrennstoffinspektionen und die Vertretung bei der turnusmäßigen Inspektion erweitert werden. Fällt die Überwachung des jeweiligen Arbeitsabschnittes durch das Institut zufriedenstellend aus, entfällt die Inspektion des Oberinspektors für elektrische Bauteile (§ 46 Abs. 1 des Elektrizitätswerkegesetzes). Ebenso wird auch der Arbeitsprozeß bei der Verarbeitung der Kernbrennstoffe ständig überwacht. Nach dem Ende aller Bauarbeiten und Überprüfungen muß das betreibende Energieversorgungsunternehmen noch eine Betriebsgenehmigung einholen. Ehe der Leistungsbetrieb aufgenommen werden kann, muß der Betreiber sowohl eine Betriebsgenehmigung erhalten haben, als auch den positiven Ausgang der errichtungsbegleitenden Inspektionen abwarten.

Den Schlußpunkt im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens im engeren Sinne setzen der Premierminister und das MITI mit der formellen Genehmigung des Betriebsprogramms des Kernreaktors nach § 30 des Elektrizitätswerkegesetzes (AIJ 1982: 9–14; Nitta 1984: 123–132; Narita 1981: 39–47).

## **6. Die Langzeitprogramme von 1957 bis 1987**

Seit in Japan im März 1954 mit der Verabschiedung des historisch ersten Nuklearbudgets in Höhe von 235 Mio. Yen, des sogenannten „Kernreaktorerrichtungsetats“ (*genshiro chikuzō yosan*), der politische Beschluß gefaßt worden war, die zivile Nutzung der Kernenergie mit Hilfe der Länder der „technological vanguard“ (Huff 1973: 1) zu entwickeln, hat die KeKo bis heute insgesamt sieben Langzeitprogramme zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie (*genshiryoku kaihatsu riyō chōki keikaku*) verabschiedet. Am 18. Dezember 1957 verabschiedete sie ihr erstes, am 22. Juni 1987 das aktuell gültige Langzeitprogramm. Zwischen diesen beiden Eckpunkten revidierte sie das Programm mehrfach in Zeitabständen von etwa fünf bis sieben Jahren. Diese Revisionen spiegeln bereits formal das Bild eines

dynamischen Entwicklungsprozesses der Kernkraftentwicklung und -nutzung wider, zumal wenn man bedenkt, daß die Langzeitprogramme in der Regel Zeitabschnitte von zehn bis 20 Jahren umfaßten. Anhand einiger dieser Revisionen sollen im folgenden die Ziele, die Instrumente, die Implementierung sowie einige wichtige Resultate der Kernenergiepolitik in Japan der vergangenen drei Jahrzehnte dargestellt werden.

## **6.1 Das Langzeitprogramm von 1957**

Kurze Zeit nach der Bewilligung des ersten Nuklearbudgets von 1954 setzte die Regierung ein sogenanntes Vorbereitungskomitee für die Kernenergienutzung (Genshiryoku Riyō Junbi Chōsakai) ein, das der Regierung helfen sollte, die im Aufbau befindliche Kernenergieverwaltungsstruktur aufzubauen. Es sprach sich bereits im Jahre 1954 für die Errichtung eines Natururan als Brennstoff und schweres Wasser als Moderator nutzenden Reaktors aus, weil Japan nicht über das Know-how zur Urananreicherung verfügte und zu diesem Zeitpunkt wegen ausstehender Kooperationsabkommen noch nicht mit der Hilfe der USA, Kanadas und Großbritanniens rechnen konnte (vgl. Kapitel 4). Die Entwicklungspläne im MITI des Jahres 1955/56 hatten dieselbe Stoßrichtung, gaben jedoch bereits detailliertere Entwicklungsziele mit einer langfristigen Perspektive an: Bis zum Jahre 1959 sollten vier Forschungsreaktoren und eine 50-kW-Pilotanlage für 8 bis 9,5 Mrd. Yen importiert und errichtet werden. Für 1962 wurde eine installierte kommerzielle Kapazität von rund 150 Megawatt prognostiziert, die bis 1970 auf zwei Gigawatt (GW) und bis 1975 auf vier GW anwachsen sollte. Dieser Prognose lagen Rechenzahlen zugrunde, die bis zum Jahre 1975 in ausgewählten Industriezweigen folgende Produktionszuwächse erwarteten: Stahlindustrie 250%, Schiffbau 40% und Automobilindustrie 800% (Huttner/Suzuki 1987: 252–253; Huff 1973: 64–65).

Ein gemeinsamer Bericht des MITI und des Büros für Kernenergie (BfK) im Amt für Wissenschaft und Technik (AWT) vom Juni 1957 schloß mit der Feststellung, daß der erwartete Anstieg des Energiebedarfs bis 1975 mit konventionellen Wärme- und Wasserkraftwerken allein durch den verstärkten Import von Kohle und Erdöl gedeckt werden könnte. Der Bericht prognostizierte eine Verzwanzigfachung der Ölimporte von 1957 bis 1975. Eine solche Entwicklung der Energieversorgungsstruktur, so der Bericht, würde knappe Devisen absaugen, erhebliche Anlageinvestitionen für neue Tankerschiffe der Handelsflotte und erweiterte Hafenanlagen erfordern und die japanische Wirtschaft gleichzeitig den „ausländischen Lieferfirmen als Geisel“ (AIJ 6/1957: 1–3 u. 17) ausliefern. Das zeitlos

gültige Bild von der japanischen Wirtschaft als einer potentiellen Geisel ist ein häufig verwandtes Schreckensgemälde, mit dem die Sachnotwendigkeit nicht nur des Kernenergieprogramms begründet wurde. Ob sich die den Rechenexempeln zugrundegelegten Schätzungen und Extrapolationen im Hinblick auf das künftige Bevölkerungswachstum, den Strombedarf, das Wirtschaftswachstum, die Rohstoffpreise und Exporterlöse etc. als mehr oder weniger realistisch erweisen würden, oder aus der Ex-post-Perspektive betrachtet, erwiesen haben, diesen kleinkrämerischen Buchhalterstandpunkt können wir einnehmen, wenn wir in den historischen Rückspiegel blicken. Der Standpunkt der (Kern-)Energiepolitiker im MITI und im AWT war jedoch prinzipiellerer Natur und lag jenseits der Plausibilität der erstellten mittel- und langfristigen Szenarien zur Energieversorgungssicherheit, die als Belegmaterial für das feststehende Programm figurierten. Es war sozusagen die Farbpalette für das Schreckensgemälde: Die „Geisel“ Japan, klein, rohstoffarm und erpreßbar. Dieser polit-ökonomische Standpunkt hatte den Realismus eindeutig auf seiner Seite, weil vom Gelingen der nationalen Energieversorgung die heimische Wirtschaftskraft abhängt. Da die Konkurrenz der Unternehmen mit dem Preis der produzierten Waren geführt wird, hängt der Erfolg ab von der Verfügung über Techniken, die die Kosten senken und die Arbeit produktiver machen helfen. Beständige Umwälzung der Produktionsverfahren und -techniken ist daher ein sehr wichtiges Wirtschaftsprinzip. Und da die Versorgung der Industrie, des Verkehrs und der privaten Haushalte mit billigen Brenn- bzw. Rohstoffen und Strom gegen die Beschränktheit der natürlichen Ressourcen, die auf dem japanischen Territorium gegeben sind, kontinuierlich gewährleistet sein will, ist die Energiepolitik bestrebt, die sich in der Phase des ökonomischen Hochwachstums voraussagbar rapide vergrößernde Importabhängigkeit im Energiesektor dadurch zu vermindern, daß sie eine Diversifizierung der Energieträger kräftig förderte und die Energierohstoffe, die importiert werden müßten, auf verschiedene politisch stabile Lieferländer verteilte (AIJ 1/1981: 2–3; International Energy Agency 1987: 275–296; JAEC 1961: 5).

### **6.1.1 Die Planung**

Im Januar 1956, knapp zwei Jahre bevor der erste quantitative Langzeitplan beschlossen wurde, äußerte sich der Vorsitzende der KeKo, Shōriki, methodisch und perspektivisch dahingehend, „that Japan would build and operate a reactor within five years. The only way that could be accomplished was through the importation of reactor technology“ (Samuels

1987: 236). Die privaten Firmen, die diese Vorstellung realisieren sollten, organisierten sich daraufhin in einem eigenen Dachverband. Auf einer der ersten Konferenzen der KeKo schlug Shōriki die Gründung eines Japanischen Atomindustrie-Forums (JAIF; Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi) nach US-amerikanischem Vorbild vor. Daraufhin trafen sich etwa 60 führende Vertreter der sich formierenden Nuklearindustrie und der Energieversorgungsunternehmen (EVU) mit Shōriki im Amtssitz von Premierminister Hatoyama (Amtszeit 1954–1956) und ernannten einen 14köpfigen Gründungsausschuß.

Tabelle 6: Die fünf Konsortien der japanischen Nuklearindustrie (AIJ 5/1957: 19–22 und 1/1965: 10–14; Genshiryoku Iinkai 1988: 272; Nuclear Engineering International 5/1969: 404; Samuels 1987: 238)

Nuklearindustriegruppe	Industriekooperation	Handelsgesellschaft	Reaktortyp
Mitsubishi	WH (USA)	Mitsubishi	DWR
Tōkyō	GE (USA)	Marubeni	SWR
Sumitomo	CE (USA), UN (USA)	Sumitomo Shōji	DWR/SWR
Mitsui	GE (USA)	Mitsui Bussan	SWR
Daiichi	LI (USA), IA (BRD), NPG (GB)	Nisshō Iwai, Itō Chū Shōji	GGR/FGR

Abkürzungen:

CE = Combustion Engineering

FGR = Fortgeschrittener gasgekühlter Reaktor

GE = General Electric

GGR = Gasgekühlter Reaktor

IA = INTERATOM

LI = Lockwell International

NPG = Nuclear Power Group

Shōji = Handelsgesellschaft

UN = United Nuclear

WH = Westinghouse

Am 1. März 1956 wurde das Atomforum schließlich als Dachverband der japanischen Nuklearindustrie mit einer anfänglichen Mitgliedschaft von rund 350 Firmen und Einzelpersonen gegründet, die sich innerhalb von zwei Jahren zahlenmäßig mehr als verdoppelte. Der Gründungszweck dieses Interessenvertretungsorgans war die Koordinierung

der industriellen Forschung und Entwicklung sowie des Technologieimports. Suga Reinosuke von Tōkyō Denryoku wurde sein erster Vorsitzender. Zwischen dem Herbst 1954 und dem Herbst 1956 bereisten verschiedene Untersuchungsausschüsse des MITI, später auch Vertreter der KeKo, des JAIF und der Vereinigung der Wirtschaftsverbände (Keizai Dantai Rengōkai, kurz: Keidanren), Nordamerika und Westeuropa, um sich über import- und förderungswürdige Reaktorkonzepte zu informieren. Der Vorsitzende der KeKo, Shōriki, und der Keidanren-Präsident, Ishikawa, favorisierten bald den relativ früh in Großbritannien und in Frankreich bis zur industriellen Reife entwickelten gasgekühlten Magnox-Reaktor (GGR). Wenn man einmal von der 5-MW-Pilotanlage des Hochleistungs-Druckröhren-Reaktortyps RBMK, die am 9. Mai 1954 in Obninsk/Sowjetunion den Betrieb aufgenommen hatte, absieht, läutete der Magnox-Reaktortyp, auch Calder-Hall-Reaktor genannt, das „zivile Atomzeitalter“ ein. Der erste Calder-Hall-Reaktor wurde am 17. Oktober 1956 an das britische Stromnetz angeschlossen. Reaktoren vom Typ GGR wurden daraufhin zur Basis des britischen Kernenergieprogramms: Insgesamt wurden von 1956 bis 1971 in Großbritannien 28 Reaktoren gebaut. Eine Forschungsgruppe zur Kernstromerzeugung (Genshiryoku Hatsuden Chōsadan) empfahl nach ihrer Rückkehr aus Großbritannien in ihrem Bericht vom Oktober 1956 den Import des Calder-Hall-Reaktors. Eine ähnliche Empfehlung veröffentlichte die KeKo in einer Erklärung „Über den Import eines Leistungsreaktors zum Zwecke der Stromerzeugung“ (*Hatsuden o Mokuteki to suru Jitsugyō Genshiro no Dōnyū ni tsuite*) vom 5. August 1957. In einem als inoffiziell deklarierten Papier vom September 1956, dem sogenannten „Langfristigen Grundprogramm zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie“ (*genshiryoku kaihatsu riyō chōki kihon keikaku*), formulierte die KeKo allgemeine Aussagen über die Prinzipien und Ziele sowie die Bedingungen der Möglichkeit der Entwicklung und Nutzung der Kernenergie in Japan aus einem weiten Gesichtsfeld heraus, ging aber noch nicht so weit, den Umfang und das Tempo der konkreten Entwicklungsfelder und -schritte vorläufig festzulegen (Kagaku Gijutsuchō Genshiryokukyoku 1968: 3–8).

Als erstes quantitatives Langzeitprogramm kann das sogenannte „Langzeitprogramm zur Entwicklung von Kernreaktoren“ (*hatsudenyō genshiro kaihatsu no tame no chōki keikaku*) vom 18. Dezember 1957 bezeichnet werden. Der Vorsitzende des Unternehmerverbandes Keidanren, Ishikawa Ichirō trug dieses Langzeitprogramm auf der 2. Internationalen Konferenz für die friedliche Anwendung der Kernenergie in Genf am 1. September 1958 der Weltöffentlichkeit vor (JAEC 1958: 119–134).

Darin legte die KeKo, wie auch der Neue Langfristige Wirtschaftsplan (1958–1962), eine Verdreifachung des nationalen Strombedarfs der Endverbraucher bis zum Jahr 1975 zugrunde.

Die bis zum Jahr 1957 installierte Gesamtkapazität von 29,3 Mio. Kilowatt, wovon 15,5 Mio. Kilowatt in konventionellen Wärmekraftwerken und 13,8 Mio. in Wasserkraftwerken elektrische Energie erzeugten, sollte stark ausgebaut werden, so daß sich der Brennstoffbedarf von 1956 bis 1975 in etwa verviereinhalbfachen würde. Ein stetig wachsender Anteil dieses Bedarfs müßte importiert werden. Tatsächlich ist auch der Anteil der inländischen Ressourcen an den primären Energiequellen von 76,9% im Jahre 1953 auf 12,5% im Jahre 1980 sukzessive zurückgegangen, stieg jedoch bis 1985 wieder auf 17,6% an. Diese neuere Entwicklung erfolgte nicht zuletzt auf Grund der quasi „semi-domestic energy source“ (Yamamoto 1976: 573) der Kernenergie.

Ishikawa begründete in Genf die Entwicklung der Kernstromerzeugung mit einer aus ihr folgenden allgemeinen Senkung der Stromerzeugungskosten und dem langfristigen Spareffekt für knappe Devisen. Auf lange Sicht, so Ishikawa, spare ein Kernkraftwerk mehr Devisen als zum Beispiel ein ölgefeuertes Wärmekraftwerk: Bis zum Ende des Betriebsjahres koste ein Kernkraftwerk rund 3,5 Mrd. Yen Devisen gegenüber einem ölgefeuerten Kraftwerk mit rund 1,1 Mrd. Yen. Da der Betrieb eines Ölkraftwerkes einschließlich Transport und Lagerung des Brennstoffs teurer sei als der Betrieb eines Kernkraftwerkes, wäre das Kernkraftwerk im vierten Betriebsjahr mit rund 4,4 Mrd. Yen billiger als ein Wärmekraftwerk mit rund 5,1 Mrd. Yen. Die Errichtung und der Betrieb eines Kernkraftwerkes erfordere (plus Zinsen) bis zum vierten Betriebsjahr rund 5,2 Mrd. Yen an ausländischen Zahlungsmitteln, und ein konventionelles Wärmekraftwerk läge mit 5,1 Mrd. Yen etwa auf demselben Niveau. Das heißt, daß die Stromerzeugung eines Kernkraftwerkes ungefähr ab dem fünften Betriebsjahr kostengünstiger als die eines öl- oder kohlegefeuerten Wärmekraftwerkes wäre. Jährlich könnte so ein Kernkraftwerk von der Inbetriebnahme bis zur Stilllegung rd. 510 Mio. Yen Devisen sparen helfen. Im Jahre 1957 lagen die Stromerzeugungskosten des Calder-Hall-Reaktortyps zwischen 4,40 und 4,75 Yen je Kilowattstunde. Die Stromerzeugungskosten für Kohlekraftwerke hingegen lagen zwischen 3,85 und 4,35 Yen je Kilowattstunde und die für ölgefeuerte Kraftwerke zwischen 3,50 und 4,00 Yen je Kilowattstunde. Ishikawa leitete daraus die Notwendigkeit ab, die Kernstromerzeugung konkurrenzfähig zu machen. Dieses Ziel sollte hauptsächlich durch eine Reduzierung der Baukosten, eine Verlängerung der „Lebenszeit“ von Kernkraftwerken, eine Erhöhung der mittleren Arbeitsausnutzung, eine Optimierung der Brennstoffökonomie, die Entwicklung der Plutoniumnutzung sowie die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente erreicht werden. Der Zeitplan der KeKo prognostizierte eine Erzeugungskostensenkung für Kernenergie von 4,40 bis 4,75 Yen je Kilowattstunde im Jahre 1962 auf 3,89 bis 4,20 Yen je

Kilowattstunde im Jahre 1965, auf 3,23 bis 3,49 Yen je Kilowattstunde im Jahre 1970, die bis 1975 ein Niveau von 2,77 bis 2,99 Yen je Kilowattstunde erreichen sollte (JAEC 1958: 19–24).

Im Zentrum des Langzeitprogramms stand der Entwicklungsplan für Demonstrationsreaktoren, der Errichtungsplan für Forschungsreaktoren und die Kapazitätsplanung bis zum Jahre 1975: Wenn mit dem Bau des ersten Kernkraftwerkes 1958 begonnen würde, könnte es bei einer geschätzten Bauzeit von vier Jahren ab 1962 Strom liefern. Bis zum Jahre 1965 antizipierte das Langzeitprogramm eine installierte Gesamtkapazität von 600.000 Kilowatt, die bis 1975 auf mehr als sieben Millionen Kilowatt anwachsen sollte. So früh wie möglich sollten importierte bzw. in Lizenz errichtete Reaktoren einen Schwerpunkt bilden. Von Anfang an wurde dem Schnellen Brutreaktor (SBR) unter dem Gesichtspunkt der Brennstoffwiederverwendung (Rezyklierung) für die fernere Zukunft eine zentrale Bedeutung beigemessen. Die Entwicklung des SBR war als ein nationales „home-made“-Programm mit relativ langen Entwicklungszeiten konzipiert gewesen: Die FuE des Schnellen Brutreaktors wurde mit dem Ziel aufgenommen, ihn um das Jahr 1970 bis zur industriellen Reife entwickelt zu haben. Als dieses Ziel formuliert wurde, befand sich das SBR-Programm noch tief in der Phase der Erforschung, die im Kernforschungsinstitut durchgeführt wurde. Für den Fall einer Kommerzialisierung versprach sich die KeKo eine stufenweise Verbesserung der Versorgungssicherheit mit Kernbrennstoffen sowie die Errichtung eines wirtschaftlichen Brennstoffkreislaufs. Wenn nämlich die Kernstromentwicklung gemäß den festgelegten Entwicklungszielen fortschreiten würde, hätten die noch zu installierenden Kernreaktoren bis zum Jahre 1970 einige Tonnen Plutonium produziert. Deshalb sollten Leistungsreaktoren entwickelt werden, die ein Gemisch von angereichertem Uran mit Plutonium nutzen könnten. Am Ende dieser Entwicklungsperiode würde es in Japan folglich drei Reaktortypen geben: Einen Schnellen Brutreakortyp, einen Natururan nutzenden Reaktortyp sowie einen ein Plutonium-Uran-235-Gemisch nutzenden Reaktortyp. In welcher Kombination zu welchen Quanta und auf welchem Entwicklungsniveau es diese Reaktortypen in der ersten Hälfte der 1970er Jahre geben würde, konnte die KeKo nicht prognostizieren. Daß sich die Kernstromerzeugungskapazität aber zum Ausgang dieses 18-Jahres-Programms hauptsächlich auf den britischen Magnox-Reaktor und die nur mit angereichertem Uran zu betreibenden US-amerikanischen Leichtwasserreaktoren stützen würde, wurde als sehr wahrscheinlich betrachtet. Die KeKo setzte große Erwartungen in die US-amerikanischen Druckwasser-(DWR) und Siedewasserreaktoren (SWR), die in der zweiten Hälfte des Programmhorizonts,

so die vorsichtige Schätzung, rund die Hälfte der japanischen Kernstromerzeugung abdecken sollte. Zu dem Zeitpunkt, als das Langzeitprogramm von Premierminister Kishi (Amtszeit 1957–1960) gebilligt wurde, gelang den USA der technische Durchbruch mit dem von Westinghouse entworfenen 90-MW-DWR Shippingport-1 in Pennsylvania, das das erste kommerzielle Kernkraftwerk der Welt und ein Spin-off-Effekt der US-amerikanischen Bemühungen war, über weitgehend versorgungsunabhängige Antriebsanlagen für Unterseeboote zu verfügen. Die Entscheidung für den Import des Calder-Hall-Reaktors war zu diesem Zeitpunkt bereits gefallen, weil dieser bereits eine Leistungsbilanz vorzuweisen hatte, leichter zugängliches Natururan nutzte und nicht zuletzt als ein guter Plutonium-Produzent geschätzt wurde. Da für die Entwicklung der Nuklearindustrie ein bestimmtes kontinuierliches Auftragsvolumen unerlässlich war, wurde der Eigenfertigungsanteil im Falle des Calder-Hall-Reaktors im Langzeitprogramm von Anfang an auf rund 60% festgelegt. Die Komponenten, die die japanische Nuklearindustrie fertigen könnte (Turbinen, Generatoren, Spezialzement für die Abschirmung, Graphit etc.) sollten bei ihr in Auftrag gegeben werden, alle anderen Komponenten eines Leistungsreaktors (Reaktorcore, Wärmeaustauscher etc.) sollten eingeführt werden. Für die Periode von 1962 bis 1965 legte die KeKo den Eigenfertigungsanteil auf rund 60% fest. Bis zum Jahre 1967 sollte er auf 85% und bis 1970 auf rund 93% angehoben werden. Das Reaktorentwicklungsprogramm sah für die Zeit von 1958 bis 1961 die Errichtung eines leichtwassergekühlten, angereichertes Uran nutzenden Demonstrationsreaktors (10–15 MW) vor, um Erfahrungen für den Bau von Leistungsreaktoren zu gewinnen, Charakteristika des Kühlsystems zu erforschen und Materialtests etc. durchzuführen; mit seiner Hilfe sollten auch Kenntnisse für die Entwicklung eines atomar betriebenen Schiffes gewonnen werden. Des weiteren waren für die Zeit zwischen 1960 und 1963 ein thermischer Brüter (1–10 MW) sowie zwischen 1962 und 1964 ein Versuchsschnellbrutreaktor (1–10 MW) geplant. Im Anschluß daran sollte ein Demonstrations-SBR (100 MW) entworfen und gebaut werden. Der Errichtungsplan für Forschungsreaktoren veranschlagte 7,550 Mrd. Yen für den Bau von drei Forschungsreaktoren und einem Materialtestreaktor mit jeweils 50 Kilowatt, 10 Megawatt, 10 Megawatt und 50 Megawatt thermischer Leistung für die Zwecke der Grundlagenforschung, der experimentellen Produktion von Radioisotopen, der Ausbildung von Technikern, der Durchführung technischer und Materialtests sowie zur Sammlung von Erfahrungen mit dem Entwurf und dem Bau von Reaktoren. Den Kernbrennstoffbedarf errechneten die Planer über die im Programm antizipierte jährliche Zunahme der installierten Kapazität. Von 1962 bis 1975 sollte jedes Jahr ein Kernreaktor den Betrieb aufnehmen: Von 1962 bis 1965 vier

150-MW-Magnox-Reaktoren (600 MW), 1966 und 1967 zwei 300-MW-Kernreaktoren (600 MW), 1968 bis 1970 drei 600-MW-Kernreaktoren (1.800 MW), 1971 bis 1973 drei 750-MW-Kernreaktoren (2.250 MW) sowie 1974 und 1975 jeweils ein 900-MW-Kernreaktor (1.800), so daß bis gegen Ende des 18-Jahres-Programms in 14 Kernreaktoren die geplante Kapazität von 7,050 Gigawatt (GW) erreicht wäre. Für die erste Beschickung eines 150-MW-GGR legte man 250 Tonnen Natururan zugrunde, die durch technische Verbesserungen, wie zum Beispiel die Erhöhung des Abbrandes, auf 200 Tonnen reduziert werden könnte. Bei einer unterstellten mittleren Arbeitsausnutzung von 80% würde sich die jährliche Ersetzung des Brennstoffes auf 54 Tonnen bzw. auf 42 Tonnen belaufen. Wenn man dieses Bedarfsmodell durchrechnet, wächst der Gesamtbedarf von 250 Tonnen Uran im Jahre 1961/62 auf 3.137 Tonnen Uran im Jahre 1975. Die Quellen, aus denen sich die erforderlichen Ausgangsstoffe und die Kernbrennstoffe speisen sollten, waren zum einen der heimische Erzbergbau und zum andern der Import von Uranerzkonzentrat (*yellow cake*). Entsprechend den relativ geringen eigenen Ressourcen sollte die Kernbrennstoffversorgung laut Plan im Jahre 1975 zu 200 Tonnen mit inländischem Erz und zu 2.937 Tonnen mit importiertem Uranerzkonzentrat gesichert werden (NGSK 1958: 1–35; JAEC 1958: 125–134).

Zusammenfassend kann für das erste Langzeitprogramm im Bereich der Kernenergie festgehalten werden: In dem Jahr, als in Japan, wie übrigens auch in Dänemark und in der Tschechoslowakai, der erste Forschungsreaktor in Betrieb ging, formulierte die KeKo als Fernziel die Schaffung und Schließung eines wirtschaftlichen Kernbrennstoffkreislaufs, deren drei Eckpfeiler eine Anreicherungs- und eine Wiederaufarbeitungsanlage (WAA) sowie ein Schneller Brutreaktor (SBR) waren. Der SBR sollte als nationales Entwicklungsprojekt nach 1970 allmählich in die Phase der Kommerzialisierung übergehen. Parallel dazu sollten bis zum Jahre 1975 14 Leistungsreaktoren des britischen Magnox-Reaktortyps sowie des US-amerikanischen Siedewasser-Reaktortyps (SWR) in Lizenz errichtet werden, so daß zur Halbzeit im Jahre 1965 eine Kapazität von 0,6 Gigawatt (GW) und bis zum Jahre 1975 mehr als 7 GW Kernstromerzeugungskapazität installiert wären.

### **6.1.2 Die Durchführung**

Der erste von vier geplanten Forschungsreaktoren (JRR-1 bis -4) wurde in Tōkai-mura (Präfektur Ibaraki) auf dem Gelände des Kernforschungsinstitutes (KFI) im Jahre 1957 in Betrieb genommen. Die Firma North American Aviation Comp., Atomic International Division, Los Angeles lieferte den JRR-1 im Jahre 1956. Ein in den USA angelernter

Wissenschaftler leitete die Einführung des 50-kW-Siedewasserreaktors (SWR), den Arbeiter der Elektrofirma Hitachi nach japanisch beschrifteten Blaupausen installierten. Am 27. August 1957 wurde JRR-1 zum ersten Mal kritisch. Der zweite Forschungsreaktor (JRR-2), ein von den USA gelieferter CP-5 Forschungsreaktortyp, wurde von der Mitsubishi-Nukleargruppe eingeführt. Die Bauarbeiten für JRR-2, der gegen Ende des Jahres 1958 mit einer thermischen Leistung von 10.000 Kilowatt planmäßig seinen Betrieb aufnehmen sollte, wurden im August 1957 begonnen. Der Fertigstellungstermin mußte zunächst wegen Undichtigkeiten am Wärmeaustauscher und später wegen Schäden am Röhrensystem und bei der Schwerwasserpumpe mehrfach verschoben werden, so daß die an diesem Projekt beschäftigten rund 200 Wissenschaftler und 150 Hilfsarbeiter bis zur Inbetriebnahme im Oktober 1960 erste negative Erfahrungen beim Reaktorbau sammeln mußten (Genshiryoku Inkai 1962: 52–55).

Der dritte Forschungsreaktor (JRR-3), ein Natururan nutzender, schwerwassermoderierter Reaktor wurde nicht importiert. Die Nuklearfirmen Hitachi, Fuji, Mitsubishi sowie die neu gegründete Nihon Genshiryoku Hatsuden (NGH; Japanische Kernstrom-Gesellschaft) schlossen sich zu einem Konsortium zusammen und begannen unter der Leitung von Professor Sugimoto Asao am 14. Januar 1959 mit dem Bau dieses 10-MW-Reaktors, dessen Hauptzweck die Produktion von Radioisotopen war. Plangemäß sollte er gegen Ende des Jahres 1960 kritisch werden, doch die Praxis revidierte den Zeitplan auch für dieses Projekt des ambitionierten Kernenergieprogramms. Im Juli 1962 wurde JRR-3 erstmals kritisch und erreichte im Februar 1965 seine volle Leistung. Der leistungsfähigere Nachfolger von JRR-3, JRR-3 Junior, ist heute noch in Betrieb. Die Atomsicherheitskommission (ASK) genehmigte am 29. November 1984 die Einsetzbarkeit der Brennelemente für eine Verdoppelung der Leistung von JRR-3 auf 20 Megawatt Wärmeleistung und ließ im Oktober/November 1986 den hochleistungsfähigen Forschungsreaktor JRR-3 Junior errichten (Watanabe 1959: B1 u. B3; atw, 11/1982: 548 u. 12/1986: 578).

Für den Import des ersten Leistungsreaktors zur Stromerzeugung gründeten die neun regionalen Energieversorgungsunternehmen, die japanische Regierung sowie weitere Privatunternehmen und -leute mit einem Anfangskapital von rund 11 Mio. DM am 1. November 1957 die Firma Nihon Genshiryoku Hatsuden (NGH; Japanische Kernstrom-Gesellschaft). Für die Beschaffung von Reaktortechnologie en gros gegründet, sollte sie die Betreiber- und Eigentümergesellschaft des ersten kommerziell genutzten Kernkraftwerkes in Japan werden. Ursprünglich hatten die Vertreter der Regierung und der Privatwirtschaft eine Beteiligung der öffentlichen Hand im Verhältnis zu privatem Kapital von

30:70 ausgehandelt. Das einflußreiche Finanzministerium lehnte dies jedoch mit der Begründung ab, daß die ausgehandelte 15%-ige Tranche des Kernforschungsinstitutes für eine forschungsorientierte Einrichtung zu hoch wäre so daß der Staatsanteil schließlich auf 20% herabgesetzt wurde. Die Energieversorgungsunternehmen (EVU) hielten 40%, die übrigen 40% schossen mehr als 190 Privatunternehmen ein. Innerhalb von 25 Jahren (1982) stockten die EVU, von denen Tōkyō Denryoku 20,2%, Kansai Denryoku 10,1% und die restlichen EVU jeweils 1,3% hielten, ihre Anteile auf rund 75% auf. Die Firma Dengen Kaihatsu (DK; Elektrische Energiequellen-Gesellschaft) hält 10%, die Nuklearindustrie-Gruppen 12%. Der erste Präsident der NGH wurde ein führender Elektroanlagenhersteller, Yasukawa Daigorō (Huff 1973: 71; Samuels 1987: 239).

Gegen Ende des Jahres 1959 schloß die britische General Electric-Gruppe mit Nihon Genshiryoku Hatsuden einen Liefervertrag für einen Magnox-Reaktor mit einem Geschäftsvolumen von insgesamt 18,5 Mrd. Yen. Für 8,5 Mrd. Yen sollten Anlagenkomponenten von japanischen Nuklearherstellern gefertigt werden (Shiraishi 1959: B13). Hatten die KeKo und das MITI, das den Import des ersten Leistungsreaktors lieber über die Dengen Kaihatsu (DK) abwickeln wollte, anfänglich die Erdbebensicherheit seiner Graphitblöcke bezweifelt, so stuften sie ihn im Anschluß an eine Studie zur Reaktorsicherheit im Oktober 1959 als „safe“ (Toyota 1959: B14) ein und gaben ihre Zustimmung zum Magnox-Reaktorimport. Laut Plan sollte er im Jahre 1963 in Betrieb gehen. Aufgrund technischer Probleme wurde der Magnox-Reaktor mit drei Jahren Verzögerung und rund 50% höheren als anfänglich projektierten Kosten mit einer Nettoleistung von 160 Megawatt an das japanische Stromnetz angeschlossen. Der volle Betrieb wurde schließlich im Sommer 1967 erreicht. Die Übergabe an die NGH erfolgte schließlich am 7. Juni 1968. Die KeKo machte ihren politischen Einfluß geltend, damit die NGH für jede von ihr nachgefragte Lizenz mit Subventionen unterstützt wurde, und die nicht vorausgesehen Korrosionsschäden an Stahlteilen im Reaktorinneren die kommerzielle Nutzung gefährdeten. Noch bevor der Magnox-Reaktor in Japan in Betrieb ging, führte die Abwägung seiner Vorteile – guter Plutoniumproduzent, gute Neutronenökonomie, hohe Verfügbarkeitsgrade – gegen seine Nachteile – hohe Anlagekosten, geringe spezifische Leistungen, großdimensioniertes Druckgefäß, Begrenzungen des Kühlgasdrucks (Michaelis 1986: 1: 80–85) – dazu, ihn zuerst 1964/65 in Großbritannien und später, 1969/70 auch in Frankreich aufzugeben. Den Erfahrungen mit dieser technologischen Sackgasse trug die NGH Rechnung, als sie im Mai 1963 ankündigte, daß ein US-amerikanischer Leichtwasserreaktor den Zuschlag für den zweiten kommerziellen Leistungsreaktor bekommen würde. Die verschärfte Konkurrenz, die

die NGH durch diese Ankündigung zwischen den Anbieterfirmen General Electric und Westinghouse ausgelöst hatte, fiel, immer noch zehn Monate bevor der Magnox-Reaktor ans Stromnetz angeschlossen wurde, im September 1965 zugunsten des Siedewasserreaktors (SWR) von General Electric (GE) aus. Dieser 340-MW-SWR wurde in rund vier Jahren Bauzeit unter dem Namen Tsuruga-1 in der Präfektur Fukui errichtet und erreichte seine erste Kritikalität im Jahre 1969. Die NGH gab im Jahre 1972 schließlich ihren dritten und bis dato letzten SWR bei General Electric in Auftrag. Dieses Tōkai-2 genannte 1.100-MW-Kernkraftwerk wurde gemeinsam von Hitachi und General Electric gebaut. Es erreichte im Jahre 1978 seine erste Kritikalität und nahm am 28. November 1978 den Betrieb auf. Als erstes japanisches Kernkraftwerk erreichte Tōkai-2 am 17. November 1985 mit einer mittleren Arbeitsausnutzung von 70,1% sowie einer mittleren Verfügbarkeit von 72,6% eine Produktionsrate von 50 Gigawattstunden (GWh) (atw, 1/1986: 2; Samuels 1987: 239–240; Huff 1973: 63–64).

Der ursprüngliche Plan, zunächst mindestens eine 1.000-MW-Kapazität des Magnox-Reaktortyps zu installieren, war somit aufgrund unvorhergesehener technischer Probleme einer Revision unterzogen worden. Parallel dazu vollzog sich in den USA mit dem 1960 kritisch gewordenen 200-MW-Reaktor Dresden-1 in Morris/Illinois sowie dem 1963/64 von der Jersey Central Power and Light Co. an General Electric erteilte Auftrag für den 560-MW-Siedewasser-Reaktor Oyster Creek-1 der aufsehenerregendste Durchbruch zur Wirtschaftlichkeit von Leistungsreaktoren. Der ambitionierte bis utopische japanische Plan aus dem Jahre 1957, aus eigener Kraft einen „home-made“-SBR zu entwickeln, der ab etwa 1970 die industrielle Reife erreichen sollte, trat noch früher in den Hintergrund als das GGR-Errichtungsprogramm. In dem weniger spektakulären Forschungsfeld der Radioisotopenutzung, das weniger Kapital und Risiko involvierte, konnten für die Industrie, die Landwirtschaft und die Medizin rascher zählbare Fortschritte erzielt werden, die sich zudem popularisieren ließen: Bis August 1959 beschäftigten sich bereits mehr als 800 Institutionen mit der Herstellung und Anwendung von Radioisotopen. Im Jahre 1954 importierte Japan Radioisotope im Wert von 19 Mio. Yen, 1955 für 32 Mio. Yen, 1956 für 76 Mio. Yen und im Jahre 1958 für 180 Mio. Yen. Allein im letztgenannten Jahr importierte Japan 49.676 Curie Kobalt-60, das zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken eingesetzt wurde. Auf der 3. Japanischen Radioisotopen-Konferenz vom 14. bis 16. September 1959 konnte unter anderem die Entwicklung eines sogenannter „Scintiscanner“ vorgestellt werden, mit dem die Bewegung und der Aufenthaltsort von Jod-131 im menschlichen Organismus visualisiert werden konnte. Durch die Bestrahlung von Reis mit Radioisotopen wurden vier

neue Reissorten entwickelt etc. (Umeda 1959: B9).

## 6.2 Das Langzeitprogramm von 1961

Der Enthusiasmus der fünfziger Jahre wich einem abgekühlten Optimismus zu Beginn der neuen Dekade. Im Jahre 1960 erarbeitete die KeKo eine auf die realen Möglichkeiten zurückgeschraubte Version des Kernenergieprogramms von 1957 und begründete dies mit der enormen Akkumulation von technischen Daten, dem verstärkten weltweiten Informationsfluß, der Zirkulation von Ausgangs- und Kernbrennstoffen sowie mit der Erweiterung des Anwendungsbereichs der Kernenergie. Ferner habe die Entwicklung des Schnellen Brutreaktors (SBR) als einem „indispensable factor in the case of adoption of a self-supporting system on nuclear fuel cycle“ (JAEC 1961: 3) die Erfordernis einer längeren FuE-Periode gezeigt. Gleichzeitig verbesserte sich die Wirtschaftlichkeit der Energieerzeugung mit ölgefeuerten Kraftwerken zusehends. Die verbesserte Zahlungsbilanzsituation, die Entdeckung neuer Ölfelder im Mittleren Osten und in anderen Weltgegenden, die Erhöhung der Fördermengen sowie die damit verbundene Preissenkung je Barrel Öl ließ eine drastische Erhöhung der Rohölimportabhängigkeit als attraktive Chance erscheinen, die der ökonomischen Hochwachstumsphase erst die Flügel verleihen sollte (JAEC 1961: 2–5). Tatsächlich kann das Jahr 1960 aus energiewirtschaftlicher und -politischer Sicht als ein Wendejahr bezeichnet werden: Die Kohle erzeugte als Hauptenergieträger 41,5% der Energie und mußte nur zu einem Viertel importiert werden; 38% aller konsumierten Energie wurde mit importiertem Rohöl erzeugt, dessen Anteil an der gesamten Energieerzeugung sich in den folgenden 13 Jahren bis 1973 auf rund 78% verdoppelte, weswegen heute alle Energierohstoffe, die nicht Öl sind, in Japan als „alternative“ Energieträger bezeichnet werden (Caldwell 1981: 70–78; Huttner/Suzuki 1985: 255; vgl. die Entwicklung der realen Stromerzeugung für die Wasserkraft, die Wärmekraft und die Kernkraft in Tabelle 7).

Die KeKo verabschiedete am 8. Februar 1961 das neue Langzeitprogramm zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie. Darin prognostizierte sie in Übereinstimmung mit dem MITI und dem JAIF, daß sich der Energiebedarf von 1959 bis zum Jahre 1970 bzw. 1980 um einen Faktor von 2,8 bzw. 5 erhöhen würde, so daß bis zum Ende der 1. Zehn-Jahres-Periode (1970) 36.220 Megawatt (MW) bzw. bis zum Ende der 2. Zehn-Jahres-Periode (1980) 48.190 MW Stromerzeugungskapazitäten neu installiert werden müßten (AIJ 8/1960: 1–6; JAEC 1961: 12). Der Kapazitätsanteil, den die

Kernstromerzeugung bis 1970 bzw. bis 1980 davon abdecken sollte, wurde mit 1.000 MW bzw. 6.000 bis 8.500 MW quantifiziert. Die 1. Periode bis 1970 sollte eine Phase der Entwicklung, die 2. Periode eine Phase der Anwendung werden, in der die Kernstromerzeugung „wirtschaftlich“ (JAEC 1961: 54) arbeiten sollte. Als „wünschbare“ Richtgröße einigte man sich für die 1970er Jahre darauf, einen Anteil von rund 30% der neuen Kapazität an fortgeschrittenen konventionellen Wärmekraftwerken in Kernkraftwerken zu installieren.

In ihrer Begründung des neuen Kernenergieprogramms ging die KeKo davon aus, daß ein weiterer Ausbau der wirtschaftlichen Wasserkraftkapazitäten nur noch in einer Quantité négligeable möglich wäre, während sich die Wirtschaftlichkeit von ölgefeuerten Wärmekraftwerken durch technische Verbesserungen der Ressourcennutzung sowie billiger werdende Ölimporte verbessern ließe. Belief sich der Anteil der Wärmekraftwerke an der Stromerzeugung im Jahre 1959 auf 33%, so schätzte die KeKo ihn für 1970 auf 65% und für 1980 auf 78%. Für diesen Fall des wachsenden Angewiesenseins auf Energierohstoffimporte wäre es unter dem Gesichtspunkt der Energieversorgungssicherheit sowie einer aktiven Leistungsbilanz notwendig, „to develop cheaper sources of energy as well as to diversify the types of energy supply“ (JAEC 1961: 13). Unter den potentiellen alternativen Energieträgern sollte daher gegenüber der Kernkraftentwicklung eine Prioritätspolitik betrieben werden, bis sie im großen Maßstab in den 1970er Jahren privatwirtschaftlich mit 2,40 bis 3,00 Yen pro Kilowattstunde ähnlich konkurrenzfähig gemacht wäre wie ölbrennende Wärmekraftwerke (JAEC 1961: 15).

Tabelle 7: Entwicklung der Stromerzeugung in Japan (für die EVU) in Terawattstunden (TWh) und prozentual von 1965 bis 1982 (AIJ 7/1983: 7)

Jahr	Wasserkraft	Wärmekraft	Kernkraft	Insgesamt
1965	70,099 (41,8)	97,525 (58,2)	—	167,624
1966	73,572 (39,3)	112,910 (60,4)	0,555 (0,3)	187,037
1967	64,045 (29,9)	149,265 (69,8)	0,605 (0,3)	213,915
1968	68,579 (29,1)	166,200 (70,5)	1,037 (0,4)	235,816
1969	70,019 (25,7)	201,142 (73,9)	1,072 (0,4)	272,233
1970	73,637 (23,9)	229,370 (74,6)	4,581 (1,5)	307,588
1971	79,892 (24,4)	239,084 (73,1)	8,009 (2,5)	326,985
1972	81,145 (22,2)	275,257 (75,2)	9,476 (2,6)	365,878
1973	66,060 (16,3)	330,268 (81,3)	9,704 (2,4)	406,032

1974	78,651 (19,8)	299,365 (75,3)	19,700 (4,9)	397,716
1975	79,276 (19,1)	309,648 (74,8)	25,102 (6,1)	414,026
1976	82,052 (18,3)	332,301 (74,1)	34,079 (7,6)	448,432
1977	70,297 (15,0)	366,037 (78,2)	31,658 (6,8)	467,992
1978	68,941 (13,9)	369,116 (74,3)	58,955 (11,8)	497,012
1979	78,577 (15,1)	373,703 (71,6)	69,344 (13,3)	521,624
1980	85,146 (16,6)	346,895 (67,5)	82,009 (15,9)	514,050
1981	83,737 (16,0)	352,176 (67,3)	87,231 (16,7)	523,144
1982	77,373 (14,8)	343,305 (65,7)	101,836 (19,5)	522,514

Hatte die KeKo im Langzeitprogramm von 1957 eine bis zum Jahre 1970 installierte Kernstromerzeugungskapazität von rund 3.000 Megawatt in neuen Kernkraftwerken antizipiert, so prognostizierte sie im Jahre 1960/61 nur noch ein Drittel derselben: Sie rechnete mit der Inbetriebnahme eines britischen Magnox-Reaktors, eines US-amerikanischen Leichtwasserreaktors (LWR) sowie drei weiterer Kernkraftwerke nicht näher bestimmter Typen. Deren Auswahl sollte von den praktischen Erfahrungen mit dem Bau und dem Betrieb des Calder-Hall-Reaktors und den US-amerikanischen LWRs abhängig gemacht werden (JAEC 1961: 15–16).

Neben der Erzeugung von Elektrizität sowie der Erzeugung und Nutzung von Radioisotopen erwähnte erstmals der „Langfristige Basisplan zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie“ (*genshiryoku kaihatsu riyō chōki kihon keikaku*) der KeKo vom September 1956 auch den nuklearen Schiffsantrieb als eine mögliche und förderungswürdige Anwendung der Kernenergie. Einige Schiffbauunternehmen, Reedereien und Werften hatten bereits gegen Ende des Jahres 1955 eine Forschungsgruppe (Genshiryokusen Chōsakai) gebildet, die sich mit Fragen der Wirtschaftlichkeit und der Sicherheit eines nuklear betriebenen Öltankers beschäftigte. Das Forschungsinstitut für Transporttechnik im Transportministerium (Unyushō Unyu Gijutsu Kenkyūjo) begann im Jahre 1957 mit ersten grundlegenden Voruntersuchungen für einen Schiffskörper, Meßinstrumente sowie einen SWR-Antrieb. Im November 1957 errichtete die KeKo eine Fachabteilung für atomar betriebene Schiffe (Genshiryokusen Senmon Bukai), die im Dezember 1958 sowie im September 1959 zwei Berichte vorlegte. Von den vier möglichen Reaktortypen für einen nuklearen Schiffsantrieb, dem Siedewasserreaktor (*futtō suikei*), dem Druckwasserreaktor (*kaatsu suikei*), dem Materialtestreakortyp (*yūki zaikai no yon keishiki*) und dem graphitmoderierten, gasgekühlten Typ (*kokuen gensoku gasu reikyakukei*), empfahl sie darin die Auswahl des Druckwasser- oder des Siedewasserreaktors. Premierminister Kishi entsandte

von Oktober bis Dezember 1959 Forschungsgruppen nach Westeuropa und Nordamerika, um sich über den Forschungsstand sowie die politischen Maßnahmen der dortigen Regierungen informieren zu lassen (NGSK 1965: 225–229).

Während die USA das nukleare Fracht- und Passagierschiff „NS Savannah“ und die Sowjetunion den nuklearen Eisbrecher „Lenin“ bauten, veröffentlichten im Dezember 1958 einige japanische Schiffbauunternehmen, die Mitglieder des JAIF waren, einen Plan für ein nuklear betriebenes Schiff mit einer Tonnage von 3.400 BRT und einer Geschwindigkeit von 19 Knoten: „The engine will be a PWR reactor using 2.9 per cent enriched uranium and producing 80,000 horsepower. Heat output will be 35 MW“ (Shiraishi 1959: 13). Das Langzeitprogramm von 1961 schließlich konkretisierte den Zweck und die Dauer der Entwicklung und gab die veranschlagten FuE-Kosten sowie weitere technische Daten an: Ein nukleares Schiff zur Beobachtung des Meeres (*kaiyō kansokusen*) mit 6.000 BRT sollte mit Hilfe des Kernforschungsinstitutes und des Forschungsinstitutes für Transporttechnik für rund 6 Mrd. Yen entwickelt werden (JAEC 1961: 86–91): „The first nuclear powered ship will be equipped with a light water-cooled reactor. The target for the completion of the ship is set between 1968 and 1970“ (JAEC 1961: 21). Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Langzeitprogramms war die Frage der Verantwortlichkeit für den Bau des ersten nuklearen Schiffes noch nicht entschieden. Für die Verwaltung dieses Projektes wurde im August 1963 die Japanische Entwicklungsgesellschaft für Nukleare Schiffe (JENS; Nihon Genshiryokusen Kaihatsu Jigyōdan) gegründet. Die Verhandlungen mit der Firma Ishikawajima wegen des Schiffsrumpfes und mit Mitsubishi Atomic Power Industry (MAPI) wegen des Reaktors begannen im März 1965. Die Hauptvertragspartner der JENS wurden Ishikawa-Harima-Heavy-Industries (IHI) für das Schiff und MAPI in Westinghouse-Lizenz für den Reaktor. Vom Stapel lief das auf den Namen seines Heimathafens getaufte erste nuklear betriebene Schiff „Mutsu“ (8.214 BRT) unter den Augen des damaligen Kronprinzen Akihito am 12. Juni 1969 in Tōkyō als Transportschiff für Brennstoffe. Die dreimal so hohen wie anfänglich geplanten Kosten teilten sich die öffentliche Hand und die Industrie im Verhältnis 80:20. Bis zur Fertigstellung von Mutsu gegen Ende des Jahres 1972 war das Langzeitprogramm vom 8. Februar 1961 bereits seit fünf Jahren außer Kraft gesetzt, und die KeKo arbeitete bereits an der Revision des Langzeitprogramms von 1967. Seine Probefahrt im August 1974 verlief nicht erfolgreich und mußte „wegen Mängel in der Abschirmung abgebrochen werden, da schnelle Neutronen durch den ringförmigen Spalt zwischen Druckgefäß und radialer Abschirmung nach oben strömen konnten, ohne ausreichende Abschirmung in vertikaler Richtung“ (Michaelis 1986: 1: 613). Auf Grund der radioaktiven

Leckage wurde der Beauftragte für nukleare Sicherheit, Tajima Eizō entlassen. Einige Jahre lag das Schiff dann mit versiegeltem Reaktor im Hafen von Mutsu (Präfektur Aomori), bis es 1978 für Umbauarbeiten nach Sasebo im Süden Japans überführt wurde. Im Jahre 1982 wurde die Mutsu wieder in ihren alten Hafen zurücküberführt, während in Sekinehama die Arbeiten zum Bau eines Hafens begannen. Die JENS wurde im November 1980 in Japanische Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft für Nukleare Schiffe (JFENS) umbenannt. Ein im Oktober 1983 von der KeKo eingesetzter Ausschuss empfahl die Eingliederung der JFENS in das Kernforschungsinstitut (KFI), um dort die Forschung und Entwicklung für Nuklearschiffe fortzusetzen. In Sekinehama sollen derzeit nukleare Tests durchgeführt werden, denen bis 1990 Seerversuche folgen werden. Nach einem einjährigen Einsatz soll Mutsu dann stillgelegt werden. Ob ein kommerzieller Einsatz von Nuklearschiffen für das nächste Jahrhundert die Entwicklungs- und Reparaturkosten von Mutsu ökonomisieren helfen wird, hängt nicht zuletzt von den künftigen politischen Entscheidungen der japanischen Regierung ab (Genshiryoku Linkai 1988: 188–190; Nucleonics Week, 8.3., 5.7. u. 2.8.1973; atw, 8–9/1974: 379, 10/1974: 460, 11/1974: 518, 12/1974: 570, 6/1975: 271, 11/1975: 544, 1/1976: 5, 11/1976: 506 u. 6/1977: 302; Genshiryoku Linkai 1962: 48–51).

Der nationale Bedarf an Ausgangs- und Kernbrennstoffen wurde im Langzeitprogramm von 1961 nicht näher bestimmt, weil er sehr von der künftigen Auswahl der Reaktortypen abhängen würde. So sprach man für 1970 von einem Gesamtbedarf von Hunderten und für die Zeit bis 1980 von Tausenden von Tonnen Natururan. Der japanische Bedarf an angereichertem Uran sollte zunächst hauptsächlich von den USA und der Internationalen Atomenergie-Agentur (IAEA), überwiegend auf der Basis von langfristigen Lieferverträgen, gedeckt werden. Aus technischen und ökonomischen Gründen sollten die Brennelemente für den Calder-Hall-Reaktor aus Großbritannien importiert werden. Den Uranbedarf der 1960er Jahre sah man für gesichert an. Aus dem voraussehbar rasch wachsenden Bedarf der 1970er Jahre leitete die KeKo die Notwendigkeit einer Plutoniumwirtschaft ab: „It is (...) necessary to push forward research and development with a view to putting plutonium fuel to practical use in the first half of the second ten-year period, and some of enriched uranium required to be manufactured at home in the latter half of the second ten-year period“ (JAEC 1961: 22).

Gut zweieinhalb Jahre bevor im Kernforschungsinstitut mit einem Versuchsreaktor am 26. Oktober 1963 (später erklärt zum „Tag der Kernkraft“, *genshiryoku no hi*) erstmals in Japan Kernstrom erzeugt worden ist, hatte die KeKo die Plutoniumwirtschaft bereits als einen integralen Bestandteil der Logik der Rezyklierung avisiert. Gemäß der Rezyklierungslogik implizierte die Einführung der LWR-Technologie nach Japan die Schaffung eines nuklearen

Brennstoffzyklus, da Leichtwasserreaktoren das angereicherte Uran nicht sehr effizient nutzen. Also mußte es aufgearbeitet und zusammen mit dem angefallenen Nebenprodukt Plutonium rückgeführt werden. Mittelfristig orientierte sich diese Logik an einer Rezyklierung in Leichtwasserreaktoren, langfristig an einer in Schweren Brutreaktoren, deren Brennstoffökonomie im kommerziellen Stadium gegenüber der von Leichtwasserreaktoren überlegen wäre. Außerdem würde die Wiederaufarbeitung das Entsorgungsproblem erleichtern. Die FuE-Organisationen, die diese Aufgaben lösen sollten, waren das Kernforschungsinstitut sowie die GfK (Genshi Nenryō Kōsha). Die GfK sollte bis zur zweiten Hälfte der 1970er Jahre Anreicherungsdienste anbieten können. Des weiteren sollte sie eine Pilotanlage für die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente aufbauen (JAEC 1961: 25–27; Suttmeier 1981: 110).

Das Kapitel „Forschungs- und Entwicklungsprogramme“ des Langzeitprogramms von 1961 nahm einen breiten Raum ein (JAEC 1961: 32–109). Die Erarbeitung notwendigen Wissens und dessen möglichst frühe Anwendung machte die Schaffung einer adäquaten Organisationsform erforderlich. Als allgemeinen Grundsatz der Förderungspolitik gab die KeKo an, eine differenzierte Forschungsstruktur so zu gestalten, daß sich die Grundlagenforschung an den 96 staatlichen Universitäten und auch an privaten Universitäten, die anwendungsorientierte Forschung an staatlichen Forschungs- und Entwicklungszentren sowie die staatlich und privat finanzierte Industrieforschung arbeitsteilig so vorteilhaft wie möglich ergänzten. Arbeitsteilige Differenzierung meinte hier die Fähigkeit, auf festgestellte Lücken der technologischen Basis der Industrie rasch und flexibel reagieren zu können. Unterstellt war dabei, daß sich Japan im Entwicklungsstadium der 1. Zehn-Jahres-Periode in einer Reihe von FuE-Feldern, wie zum Beispiel der Reaktortechnik und der Anreicherung etc., auf Importe stützen mußte (JAEC 1961: 32–34). Ein integriertes System der Projektforschung sollte die Verwirklichung je spezifischer Entwicklungsziele ermöglichen helfen. Ausgewählte Forschungsprobleme, für deren japanische Lösung das innovative Potential sowie die finanziellen Möglichkeiten im Verhältnis zum Risiko des noch ungewissen Nutzens zu gering waren, sollten der Projektforschung anheimgestellt werden. Die Zusammenarbeit zwischen den Universitäten und dem Kernforschungsinstitut wurde explizit als „unbefriedigend“ (JAEC 1961: 39) bezeichnet. Die KeKo erwartete von den Universitäten Erfolge in den Bereichen der Kernphysik, der Festkörperphysik und der Elementarteilchentheorie. Mit der Bereitstellung einer ausreichenden Anzahl von Fachkräften für die Ausbildung von Naturwissenschaftlern, Technikern und Ingenieuren wurden hauptsächlich die Universitäten beauftragt. Die Universitäten, das Kernforschungsinstitut, die Gesellschaft für

Kernbrennstoffe und private Firmen, wie zum Beispiel Hitachi, Tōshiba und Mitsubishi Denki (Mitsubishi Electric), installierten zwischen 1960 und 1975 mehr als 20 Versuchs-, Ausbildungs- und Forschungsreaktoren und integrierten die Wissenschaft zunehmend planvoll in einen arbeitsteiligen Produktionszusammenhang (JAEC 1961: 60–61). Die Regierung ließ zwischen 1954 und 1966 rund 650 Studenten im Ausland eine Ausbildung auf dem Gebiet der Kerntechnik angedeihen. Das Kernforschungsinstitut hatte im Jahre 1959 eine Kerningenieurschule gegründet, wo 40 bereits ausgebildete Ingenieure und Wissenschaftler innerhalb eines halben Jahres für praktische Arbeiten ausgebildet werden konnten. Daneben absolvierten dort acht bereits im Bereich der Kernenergie tätige Ingenieure einen einjährigen Spezialkurs. In der ein Jahr vorher errichteten Radioisotopenschule beim Kernforschungsinstitut wurden ein- bis achtwöchige Kurse für Chemiker und Physiker abgehalten. Gleichzeitig wurden in vielen Universitäten Abteilungen und Fakultäten für Kernforschung/Kerntechnik eingerichtet oder vorhandene ausgebaut. Kontinuierlich und systematisch wurden mehr und mehr Studenten zu Wissenschaftlern und Ingenieuren ausgebildet und teilweise diese wiederum zu Spezialisten weitergebildet. Bis zum Ende des Langzeitprogramms von 1961 arbeiteten rund 8.000 Wissenschaftler und Ingenieure auf dem Gebiet der Kernenergie. Das neue Langzeitprogramm von 1967 forderte die Ausbildung von weiteren 13.000 bis 19.000 Naturwissenschaftlern und Technikern (Kagaku Gijutsuchō Genshiryokukyoku 1968: 12). Bis 1980 kletterte die Zahl der im Bereich der Kernenergie beschäftigten Ingenieure auf rund 45.000 und es wurde prognostiziert, daß diese Zahl bis 1990 um etwa 50% zunehmen würde. Das aktuell gültige Langzeitprogramm vom 22. Juni 1987 erwartet für das Jahr 2000 einen Ausbildungsstand an Kernforschern und Kerntechnikern von rund 75.000 Personen (Atomic Energy Bureau 1988: I–20).

Auf dem weiten Feld der Reaktor-FuE sollte kein Konzept zu früh aufgegeben werden: a) „Light water-cooled reactor, b) gas-cooled reactor, c) semi-homogeneous reactor, d) organic-cooled reactor, e) heavy water-moderated reactor, f) fast breeder reactor, g) aqueous homogeneous reactor“ (JAEC 1961: 55–60) waren Reaktorkonzepte, von denen Anfang der sechziger Jahre wohl niemand genau vorhersagen konnte, ob und wann sie sich als „payable“ erweisen würden. Daher benutzte die KeKo in ihrer Kursbestimmung des FuE-Reaktorprogramms von 1961 die drei Kategorien „definite or almost definite projects“ (1), „possible projects“ (2) und „projects more indefinite than“ (3). Zur Kategorie 1 zählte sie zum Beispiel den 10-MW-Forschungsreaktor JRR-3 (1960/61), den 125-MW-Leichtwasserdemonstrationsreaktor JPDR (1960–1962), den 3-MW-Forschungsreaktor JRR-4 (1963), einen 100-MW-Materialtestreaktor (1963–1965)

sowie einen 10-MW-Versuchs-SBR (1968–1970). Für nahezu alle Kernreakortypen folgten noch Empfehlungen der Kategorien 2 und 3, wie zum Beispiel für einen 50-MW-Versuchsreaktor zur Plutoniumrezyklierung (Kategorie 2, 1966/67), einen 20-MW-Demonstrations-SBR (Kategorie 2, 1973/74) sowie einen industriell reifen Schnellen Brutreaktor (1976–1978) der Kategorie 3 (JAEC 1961: 110).

Angereichertes Uran sollte in der zweiten Hälfte der 2. Zehn-Jahres-Periode „to some extent“ (JAEC 1961: 82) produziert werden können. Das Kernforschungsinstitut hatte zusammen mit der Gesellschaft für Kernbrennstoffe und anderen Organisationen ein geeignetes Anreicherungsverfahren zu entwickeln. Des weiteren empfahl die KeKo den Bau einer Pilotanlage zur Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente. Die Grundlagenforschung sowie die angewandte Forschung für beide Projekte übernahmen wiederum das Kernforschungsinstitut und die Gesellschaft für Kernbrennstoffe (GfK; Genshi Nenryō Kōsha). Dieselben FuE-Organisationen wurden auch mit der Erforschung der Plutoniumnutzung beauftragt, obwohl „nuclear property of plutonium and its property as solid state have not yet been clarified fully“ (JAEC 1961: 84). Im (fortgeschrittenen) thermischen Reaktor sollte Plutonium in der ersten Hälfte der 2. Zehn-Jahres-Periode, im Schnellen Brutreaktor in der zweiten Hälfte der 2. Zehn-Jahres-Periode eingesetzt werden. Im Rahmen dieser Arbeitsteilung bekam das Kernforschungsinstitut die Bereiche der physikalischen und der chemischen Grundlagenforschung, der Reaktorphysik sowie des Reaktordesigns zugewiesen, und die Gesellschaft für Kernbrennstoffe engagierte sich in der Plutoniummetallurgie, der Entwicklung des Wiederaufbereitungsverfahrens sowie der Herstellung von Kernbrennstoff in kleinem Umfang zu Versuchs- und Produktionszwecken (JAEC 1961: 61–85).

In Kapitel IV des Langzeitprogramms vom 8. Februar 1961 formulierte die KeKo direkte und indirekte „Maßnahmen zur Förderung der Entwicklung und Nutzung der Kernenergie“ (JAEC 1961: 111–136).

Zu den direkten Maßnahmen zählte sie die finanzielle Förderung der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung an den Universitäten und Technischen Hochschulen. In den Universitäten sollten die existierenden Fakultäten und die besonderen Postgraduiertenlehrgänge im Bereich der Kernenergie sowie in verwandten Fachgebieten dadurch gefördert werden, daß deren Curricula modernisiert, und entsprechende Forschungseinrichtungen neu geschaffen oder komplettiert werden sollten. Um den geschätzten Bedarf von etwa 1.200 bis 1.300 Nuklearspezialisten, 4.500 bis 5.300 Wissenschaftlern und Ingenieuren verwandter Gebiete, 5.000 bis 5.500 Wissenschaftlern und

Ingenieuren für Strahlentechnik und 300 bis 350 Strahlenphysikern bis zum Jahre 1970 heranbilden zu können, mußten an manchen Universitäten sowohl die Fakultäten als auch die Graduiertenlehrgänge erst geschaffen werden. Universitäten, die weder über nuklearwissenschaftliche Fakultäten noch über Graduiertenkurse verfügten, sollten zumindest Kollegs über verwandte Fachgebiete anbieten können. Von den 96 staatlichen und den mehr als 300 privaten Universitäten sollten viele Anreize erhalten, Weiterbildungsveranstaltungen für spezialisierte Nuklearwissenschaftler und -techniker anzubieten. Diejenigen Universitäten, die über nuklearwissenschaftliche Fakultäten und/oder spezielle Graduiertenkurse verfügten, eigneten sich besonders gut für die Vergabe von Forschungsprojekten und einen dafür notwendigen Ausbildungs- oder Versuchsreaktor, an denen zum einen künftige Spezialisten ihre Grundausbildung erhalten, und zum anderen spezielle Forschungsprojekte durchgeführt werden könnten (vgl. die Zunahme der Kernenergieforscher im privaten und im staatlichen Sektor in Tabelle 8). Gleichzeitig mußten die Universitäten umgehend mit der Mindestausstattung an Strahlenmeßgeräten, Bestrahlungsmaschinen etc. ausgestattet werden (JAEC 1961: 117–122).

Die Errichtung und Unterhaltung des Kernforschungsinstitutes, der GfK, die damals die Hauptkontrollinstanz der Regierung darstellte, des Nationalen Institutes für Radiologische Wissenschaften (NIRW) und anderer Forschungskörperschaften bildete einen zweiten Schwerpunktbereich der direkten staatlichen Förderung. Daneben gewährte die Regierung den Herstellern, Betreibern und Importeuren von Nuklearanlagen und Kernbrennstoffen etc. Beihilfen, die deren eigene FuE sowie den Import ausländischen Know-hows ergänzte. Ferner sollte die Liquidität der Nuklearindustrie durch langfristige, niedrigverzinsliche Kredite der Japanischen Entwicklungsbank (Nihon Kaihatsu Ginkō) erweitert werden. Zu den indirekten Maßnahmen der Förderung zählte die KeKo eine qualifizierte Ausbildung einer hinreichend großen Zahl von Wissenschaftlern und Technikern sowie alle gesetzlichen Schritte zur Förderung der Kernenergie. Die Durchführung dieser Maßnahmen machte ein stetig wachsendes Nuklearbudget erforderlich. Von rund 250 Mio. Yen im Jahre 1954 stieg es auf mehr als 2 Mrd. Yen im Jahre 1956, verdreifachte sich im Jahr der Einführung des ersten Langzeitprogramms und belief sich während seiner Geltungsdauer bis zum Februar/März 1961 auf durchschnittlich mehr als 7,5 Mrd. Yen je Fiskaljahr. Bis zur Revision des neuen Langzeitprogramms am 13. April 1967 stieg es stufenweise zunächst auf rund 9,5 Mrd. Yen im Fiskaljahr 1963, dann auf etwa 15,6 Mrd. Yen im Fiskaljahr 1967 (Murata 1988: Ref. 4).

Tabelle 8: Historische Entwicklung der Anzahl der Forscher im Bereich der Kernenergie (ANARE, MITI 1986: 58)

Jahr	Privatsektor	%	Staatssektor	%	Insgesamt
1966	800	25	2.800	75	3.600
1970	900	21	3.300	79	4.200
1975	2.300	35	4.300	65	6.600
1980	2.300	32	5.200	68	7.300
1984	3.000	37	5.200	63	8.200

Als Résumé kann für das 2. Langzeitprogramm zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie folgendes festgehalten werden: Während seiner Geltungsdauer wurde der erste „Japan-made“-Forschungsreaktor kritisch. In Tōkai-mura wurde am 26. Oktober 1963 mit einem 12-MW-Siedewasserreaktor (JPDR) zum ersten Mal in der noch jungen Geschichte des japanischen Kernenergieprogramms elektrische Energie erzeugt. Die Kernstromerzeugung war jedoch noch weit davon entfernt, eine größere energiewirtschaftliche Rolle zu gewinnen. Die installierte Kernstromerzeugungskapazität belief sich im Jahre 1967 auf 0,17 Gigawatt. Nach und nach wurde die Politik des selektiven Imports von Versuchs-, Forschungs- und Ausbildungsreaktoren durch in Westinghouse- oder General-Electric-Lizenz errichtete Reaktoren ergänzt und erweitert. Dabei wurde kontinuierlich eine Erhöhung des Eigenfertigungsanteils erreicht. Der erste importierte Leistungsreaktor, der gasgekühlte Magnox-Reaktor aus Großbritannien, der mit zwei Jahren Verzögerung fertiggestellt wurde, und wiederum zwei Jahre später, erst im Sommer 1967, den vollen Betrieb aufnahm, wurde zurückhaltend als „Enttäuschung“ und „unerfreuliche Anfangserfahrung“ (Gilinsky/Langer 1967: 3) eingestuft. Der Direktor des Büros für Kernenergie im Amt für Wissenschaft und Technik (AWT), Murata, formulierte es positiv und erklärte, daß der Magnox-Reaktortyp den Wissenschaftlern und Technikern „viel nützliche Erfahrung, (...) aber keinen guten Eindruck vermittelt“ (Murata 1967: 3) habe. Des weiteren wurden die ersten drei US-amerikanischen Leichtwasserreaktoren während dieser Zeit in Auftrag gegeben. Die Nihon Genshiryoku Hatsuden (NGH) bestellte im Jahre 1965 bei General Electric, die mit Hitachi und Toshiba Electric kooperierte, ihren ersten Siedewasserreaktor, der unter dem Namen Tsuruga-1 (340 Megawatt) in Tsuruga (Präfektur Fukui) im März 1970 den Betrieb aufnahm. Ein Jahr später folgten die beiden größten Energieversorgungsunternehmen Japans: Kansai Denryoku bestellte bei Westinghouse, die mit Mitsubishi Heavy Industry (MHI) kooperierte, einen Druckwasserreaktor, der unter dem Namen Mihama-1 (320 MW) ebenfalls in der Präfektur

Fukui im Jahre 1970 in Betrieb ging. In demselben Jahr gab Tōkyō Denryoku bei General Electric einen Siedewasserreaktor in Auftrag, der als Fukushima Daiichi-1 (440 Megawatt) im Jahre 1970/71 an das Stromnetz geschlossen wurde. Man kann daher von der Periode vor 1970 in der Tat als einer Phase der Entwicklung, ab 1970 von einer Phase der Anwendung sprechen.

### **6.3 Das Langzeitprogramm von 1967**

Die erste Dekade des zivilen japanischen Kernenergieprogramms schloß aus der Sicht der japanischen Regierung mit einer insgesamt positiven Bilanz ab: In Ost-Japan war ein rund 2.000 Mann starkes Kernforschungsinstitut (KFI), in West-Japan das Kumatori-Institut für Reaktortests (Universität Kyōto) errichtet worden. Japan führte in der Nähe des KFI das weltweit zweitgrößte Feldforschungsprojekt mit Gamma-Strahlung und einer Kobalt-60-Quelle von mehreren Tausend Curie durch. Im Jahre 1962 hatte sie in der Universität Nagoya für das Zukunftsprojekt der thermonuklearen Fusion das Institut für Plasmaphysik gegründet. Verschiedene Nuklearanlagen- und -ausrüstungshersteller verfügten nun über eigene Forschungsinstitute mit Reaktoren von mehreren Hundert Kilowatt thermischer Leistung, wie zum Beispiel Hitachi und Tōshiba (Mitsui-Nukleargruppe), Fuji Electric (Daiichi-Nukleargruppe), die Mitsubishi- sowie auch die Sumitomo-Nukleargruppe. Die Regierung hatte ein wissenschaftliches Attaché-System ins Leben gerufen, unter dem das Amt für Wissenschaft und Technik (AWT) über das Außenministerium wissenschaftliche Beamte ins Ausland entsandte. Mit der staatlichen Beteiligung an der Gründung von Nihon Genshiryoku Hatsuden (NGH), der Betreiberfirma des ersten importierten Leistungsreaktors, hatte sie die neun regionalen Energieversorgungsunternehmen, in deren Hände die Stromversorgung als regionales Oligopol liegt, ermutigt, ausländische, bewährte Reaktortypen zu bauen.

Das Kernenergieprogramm erschöpfte sich jedoch zu keinem Zeitpunkt in der Übernahme ausländischen Know-hows zur Kernstromerzeugung. Sein übergeordnetes Ziel war von Anfang an der Aufbau einer möglichst alle Anwendungen der Kernenergie umfassenden japanischen Nuklearindustrie, die fähig werden sollte, in weitgehend eigener Regie Kernreaktoren zu bauen und zu betreiben, Brennelemente herzustellen, Uran anzureichern, abgebrannte Brennelemente aufzuarbeiten, Plutonium und Thorium zu nutzen und anderes mehr. Damit das staatliche Interesse an einer nationalen Nuklearindustrie und das unternehmerische Interesse an einer Minimierung des enormen finanziellen Risikos bei der

FuE, dem Bau und dem Betrieb von Nukleartechniken koinzidierte, sozialisierte der japanische Staat die faux frais und garantierte die Rentabilität der Kernenergieentwicklung bereits bevor die Stufe der industriellen Reife erreicht war. Das MITI, das AWT und die Nuklearindustrie einigten sich beispielsweise für die zweite Hälfte der sechziger Jahre auf eine 50:50-Kostenteilung für die Entwicklung der ersten beiden fortgeschrittenen (Prototyp) thermischen Reaktoren (Genshiryoku Iinkai 1967: 42).

Aus der veränderten Sicht einer mehr als fünfjährigen Entwicklung sahen das Amt für Wissenschaft und Technik und die KeKo das Zehn-Jahres-Programm (i.e.S.) von 1961 als veraltet an. Der Ursprung auch für später erfolgte Revisionen geht in der Regel auf ständig geführte Diskussionen in den Unterausschüssen des Japanischen Wissenschaftsrates (JWR; Nihon Gakujutsu Kaigi) zurück. Eine Stimme, Satō Hideo, führte als Grund für die vorzeitige Revision an, daß die Regierung damit den Plan einer „massiven Einfuhr von Reaktoren rechtfertigen“ (Samuels 1987: 242) wollte. Hatte sich das Reaktorentwicklungsprogramm von 1957 als „overly optimistic“ erwiesen, so lagen die Zielsetzungen des 1961er-Programms eher „on the conservative side“ (Huff 1973: 77).

Die Untersuchungen für eine Revision des Langzeitprogramms von 1961 haben im Grunde bereits im Jahre 1964 begonnen. Für die Dauer von eineinhalb Jahren wurde aus Mitgliedern der KeKo sowie 14 renommierten Experten ein Rat für Reaktorentwicklung gebildet; eine Studiengruppe wurde nach Europa und in die USA gesandt, um Kenntnisse über den Stand der überseeischen fortgeschrittenen thermischen Reaktoren zu gewinnen. Auf den Empfehlungen dieses Rates basierten schließlich die „Grundlinien eines revidierten Langzeitprogramms für die Entwicklung und Nutzung der Kernenergie“ (*genshiryoku kaihatsu riyō chōki keikaku kaitei no kihon hōshin*), die die KeKo am 12. September 1966 beschlossen hatte (KGCGK 1968: 369–376). Zwei Wochen später faßte sie den Beschluß, eine Fachabteilung für die Erarbeitung eines neuen Langzeitprogramms (Chōki Keikaku Senmon Bukai) zu errichten. Diese Fachabteilung rekrutierte sich aus Vertretern aller mit der Kernenergie befaßten Ministerien und Ämter sowie 93 meist erfahrenen Wissenschaftlern und Forschern, deren Zahl nach kurzer Zeit auf 132 aufgestockt wurde. Auf ihrer ersten Sitzung vom 3. Oktober 1966 berief sie acht Unterausschüsse ein, die für je einen Komplex (Grundlagenforschung und Ausbildung, Sicherheit, Kernfusion, Kernbrennstoffe, Kernstromerzeugung etc.) die künftige Linie eines revidierten Kernenergieprogramms erarbeiteten. Mitte Dezember 1966 wurden die Beratungen der Unterausschüsse abgeschlossen. Die KeKo hatte bereits im Mai 1966 ihr Reaktorentwicklungsprogramm in das künftige Langzeitprogramm eingewoben. Im Januar des neuen Jahres legten die

Unterausschüsse ihre Berichte vor. Nach den Beratungen wurde auf der 8. Vollversammlung der Unterausschüsse vom 8. März 1967 der Entwurf für das neue „Langzeitprogramm zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie“ angenommen. Auf der zweiten Fachversammlung wurde das Programm nochmals beraten und am 22. März dem Vorsitzenden der KeKo zur Unterzeichnung vorgelegt. Er nahm es, nach erneuter Prüfung, schließlich am 13. April 1967 an und trug seinen Inhalt am 23. Mai in einer Kabinettsitzung der Regierung vor. In einem Schlußwort bat Premierminister Satō schließlich noch um eine „harmonische Implementierung“ des revidierten Langzeitprogramms (KGCGK 1968: 8–10).

Das neue Langzeitprogramm war i.e.S. ein Zehn-Jahres-Programm, erstreckte sich perspektivisch jedoch bis zum Jahre 1985. Es rechnete mit einer Verfünffachung des Strombedarfs der japanischen Wirtschaft innerhalb von 20 Jahren. Hatte die KeKo im Februar 1961 bis zum Jahre 1980 noch mit einer installierten Kernstromerzeugungskapazität von rund 6 bis 8,5 Gigawatt gerechnet, so sollte dieses Entwicklungsziel nach dem neuen Langzeitprogramm bereits im Jahre 1975 erreicht werden. Das wären etwa 8,5% der gesamten Stromerzeugung. Der Umfang und das avisierte Entwicklungstempo des revidierten Programms weisen es als nur noch mit den Programmen in Frankreich und in der Bundesrepublik vergleichbar aus: Bis zum Jahre 1980 wurde eine Kernkraftwerksleistung von 15 bis 20 Gigawatt geplant, die bis zum Jahr 1985 auf 30 bis 40 Gigawatt verdoppelt werden sollte. Das entspräche etwa 21% bis 27% der gesamten Stromerzeugung. Die dem Programm offiziell zugrundegelegte Philosophie orientierte sich an einer „Aufrechterhaltung der friedlichen Nutzung“ (*heiwa riyō iji*), einer „Gewährleistung der Selbständigkeit“ (*jishusei no kakuho*), einer „langfristigen und systematischen Förderung“ (*chōkiteki keikakuteki suishin*) sowie einem „Nutzen für die Gesamtheit des Volkes“ (*kokumin zentai no rieki*) (KGCGK 1968: 11, 114–122).

Im Rahmen des Reaktorentwicklungsprogramms hatte die Regierung im Jahre 1966/67 eine wegweisende Entscheidung gefällt. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse einer im Jahre 1964 einberufenen Arbeitsgruppe zur Reaktorentwicklung beschloß die KeKo im Mai 1966 eine Programmatik zur Reaktorentwicklung (*dōryokuro kaihatsu no kihon hōshin*). Darin wurde die Entscheidung verkündet, den Schnellen Brutreaktor (SBR; *kōsoku zōshokuro*) und den fortgeschrittenen thermischen Reaktor (FTR; *shingata tenkanro*) als „nationale Projekte selbständig zu entwickeln“ (Genshiryoku Iinkai 1967: 38).

Für die Durchführung des SBR-FTR-Programms wurde im Jahre 1967 die Kernreaktor- und Kernbrennstoff-Entwicklungsgesellschaft (KKEG; *Dōryokuro Kakunenryō Kaihatsu Jigyōdan*, kurz: *Dōnen*) gegründet. Der Geschäftsbereich der GfK, die mit der Gründung von

Dōnen aufgelöst wurde, ging vollständig auf das neue Organ über. Als Gründungszweck der Dōnen gab das im April revidierte Langzeitprogramm die Entwicklung, den Bau sowie den Betrieb eines SBR- und eines FTR-Prototypreaktors an (KGCGK 1968: 48–51). Der dafür notwendige Gesetzentwurf zur Abänderung des Atomenergiegrundgesetzes wurde am 14. Juli 1967 angenommen, am 20. Juli verkündet und trat am selben Tage in Kraft. Die seit dem 2. Oktober registrierte Dōnen ist mit einem Kapital von 15,754 Mrd. Yen gegründet worden. Allein 15,513 Mrd. Yen sind ihr von der aufgelösten GfK übertragen worden. Das restliche Kapital schossen noch einmal die Regierung mit 200 Mio. Yen und die Nuklearindustrie mit 41,1 Mio. Yen ein. Die KeKo definierte die Aufgaben der Universalgesellschaft Dōnen folgendermaßen: „SBR/FTR-FuE als erste Stufe einer praktischen Anwendung; Entwicklung der Plutoniumnutzung; Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente; Schürfung, Abbau, Aufbereitung, Besitz und Herstellung von Ausgangsstoffen“ (Genshiryoku Iinkai 1967: 39). Mit der Zustimmung des Premierministers sollte die Dōnen einen Teil dieser Aufgaben an das Kernforschungsinstitut, die Universitäten und andere staatliche sowie private Forschungsinstitute delegieren können. Der Zeitplan für die Entwicklung eines natriumgekühlten, Plutonium-Uran-Mischoxidbrennelemente (Pu-U-MOX) nutzenden Prototyp-SBR sah vor, daß er mit einer elektrischen Leistung von 200 bis 300 Megawatt im Jahre 1986 erstmals kritisch werden sollte. Der FTR-Prototyp sollte seine erste Kritikalität laut Plan bereits im Jahre 1974 erreichen (Genshiryoku Iinkai 1967: 43–47).

Zwei ausgewiesene Kenner des japanischen Nuklearprogramms kennzeichneten die Politik der überholenden Modernisierung des Langzeitprogramms von 1967 mit dem Wort Bocksprungstrategie („leap-frog strategy“; Gilinsky/Langer 1967: V). Der sachliche Gehalt dieser Metapher ging davon aus, daß die in den 1960er und 1970er Jahren in Lizenz gebauten Leichtwasserreaktoren und fortgeschrittenen thermischen Reaktoren bis zum Jahre 1975 rund drei Tonnen Plutonium, bis zum Jahre 1985 etwa 35 Tonnen – die verschiedenen offiziellen und inoffiziellen Schätzungen reichen bis 47 Tonnen (Williams 1972: 29) – Plutonium produziert hätten. Die KeKo ging davon aus, daß ab 1975 jährlich eine Tonne Plutonium und ab den frühen 1980er Jahren rund fünf Tonnen Plutonium als Nebenprodukt der Stromerzeugung anfallen würden. Wenn Japan parallel zum geplanten massiven Reaktorimport sein eigenes FuE-Potential auf erwartete Zukunftstechnologien wie den Schnellen Brutreaktor (SBR), den fortgeschrittenen thermischen Reaktor (FTR), die Wiederaufarbeitung, Urananreicherung und die Kernfusion etc. konzentrieren würde, könnte es nach einer guten Dekade einen vorderen Tabellenplatz in der Weltliga der nuklearen Industrieländer besetzen. Die relativ langen Entwicklungszeiten und hohen FuE-Kosten für

den FTR und insbesondere für den SBR (Prototyp) betrachtete die KeKo als weniger problematisch, weil er aus dem nichtspaltbaren Uran spaltbares Plutonium zu erbrüten vermag und die aus den Uranreserven gewinnbare Energiemenge wesentlich größer ist als die der fossilen Energiereserven zusammengenommen, so die spekulative Kalkulation. Außerdem betrachtete sie den SBR und die Plutoniumnutzung als quasi-inländische Energiequelle, die die Versorgungssicherheit der Elektrizitätswirtschaft erhöht und unabhängig von Natururanimporten und eventuell steigenden Uranpreisen ist. Er spart Trennarbeit – und somit kostbare US-Dollar, Francs und Pfund Sterling – und ist obendrein noch umweltfreundlicher als eine sogenannte „Kohledreckschleuder“. Die veranschlagten Kosten von 200 Mrd. Yen für das FTR-SBR-Programm über zehn, fünfzehn Jahre hinweg, wovon rund 80% aus öffentlichen Zuwendungen bestehen sollten, wurden bereits 1968 von manchem Sachkenner als zu niedrig betrachtet (Genshiryoku Iinkai 1986: 125–130, 1969: 14–20; Gilinsky/Langer 1967: 39; Huff 1973: 84).

Waren im Jahre 1965 in den Universitäten und den staatlichen Forschungsinstituten im Bereich der Kernenergie rund 8.000, in der Privatwirtschaft noch einmal etwa 2.800 „technische Experten“ (AIJ 1967: 13) beschäftigt, so erwartete die KeKo nach dem Langzeitprogramm von 1967, daß insbesondere die Universitäten in den folgenden zehn Jahren etwa 13.000 bis 19.000 Naturwissenschaftler und Techniker für den geplanten Kapazitätsausbau neu ausbilden würden (KGCGK 1968: 12 u. 94–96).

Tabelle 9: Baupläne der japanischen Energieversorgungsunternehmen für Kernkraftwerke bis zum Jahre 1975 (Inbetriebnahme) (KGCGK 1968: 142)

Elektrizitätsgesellschaft	Name des KKW	Leistung (MW)	Baubebeginn	Inbetriebnahme
Tōkyō Denryoku	Fukushima-1	400	12/1966	10/1970
Kansai Denryoku	Mihama-1	340	12/1966	10/1970
Chūbu Denryoku	Nr. 1	350	05/1968	02/1972
Tōkyō Denryoku	Nr. 2	600	12/1968	1972
Kansai Denryoku	Nr. 2	450	12/1968	1972
Kansai Denryoku	Nr. 3	700	8/1970	1974
Chūgoku Denryoku	Nr. 1	350	10/1970	1974
Tōkyō Denryoku	Nr. 3	600	12/1970	1974
Chūbu Denryoku	Nr. 2	500	1/1971	1974
Kyūshū Denryoku	Nr. 1	350	9/1971	1975
Tōkyō Denryoku	Nr. 4	600	1972	1975
Insgesamt	—	5.240	—	—

Anmerkung: Die Kraftwerke in Tōkai-mura und in Tsuruga finden in dieser offiziellen Statistik keine Erwähnung.

Die japanischen Energieversorgungsunternehmen, das MITI und das Amt für Wissenschaft und Technik führten hinsichtlich der industriellen Reife und der Eignung ausländischer Reaktoren für spezifisch japanische Verhältnisse einen internationalen Vergleich durch zwischen dem britischen Calder-Hall-Reaktor, den US-amerikanischen Leichtwasserreaktoren (LWR) und dem kanadischen CANDU-Reaktor. Die Entscheidung fiel schließlich zugunsten der Leichtwasserreaktoren aus.

Alle in Tabelle 9 angeführten Kernkraftwerke sollten Siedewasserreaktoren (SWR) von General Electric oder Druckwasserreaktoren (DWR) von Westinghouse erhalten. In den folgenden fünf bis sieben Jahren war der Bau hauptsächlich von Leichtwasserreaktoren mit einer Blockleistung von 300 bis 1.000 Megawatt geplant. Zu Beginn dieser Phase der praktischen Anwendung engagierten sich zunächst nur fünf der neun regionalen Energieversorgungsunternehmen (EVU) mehr oder weniger erfolgreich im Bereich der Kernstromerzeugung: Die beiden größten EVU, Tōkyō und Kansai Denryoku, sowie Chūbu, Chūgoku und Kyūshū Denryoku. Im Rahmen der Realisierung der Baupläne fallen zunächst zwei Dinge ins Auge: Zum einen traten Verschiebungen bis zur kommerziellen Inbetriebnahme von bis zu vier Jahren auf; zum anderen wurden die in der Planungsphase vorgesehenen KKW-Kapazitäten – das Kernkraftwerk Mihama-1 von Kansai Denryoku einmal ausgenommen – nachträglich um die Standardreaktorgrößen von General Electric und Westinghouse angepaßt, so daß die im Langzeitprogramm von 1967 angegebene installierte Gesamtleistung von 5.240 Megawatt bis zum Jahre 1974/75 um insgesamt 1.637 Megawatt – verspätet, aber – überschritten wurde: Das 460-MW-Kernkraftwerk (alle Angaben brutto) Fuku-shima Daiichi-1 (SWR) von Tōkyō Denryoku wurde im Oktober 1970 kritisch und im Monat darauf in Betrieb genommen. Der Hauptvertragspartner und der Reaktorhersteller wurde General Electric. Das zweite Kernkraftwerk, das Tōkyō Denryoku in der Präfektur Fukushima bauen ließ, wurde das 784-MW-Kernkraftwerk Fukushima Daiichi-2 (SWR), das im Mai 1973 seine erste Kritikalität erreichte und im Dezember desselben Jahres den Betrieb aufnahm. In diesem Fall zeichnete General Electric zusammen mit Tōshiba als Hauptvertragspartner und Reaktorhersteller verantwortlich. Auch das dritte Kernkraftwerk, das 784-MW-Fukushima-Daiichi-3 (SWR), errichtete die Tōkyō Denryoku am selben Standort in der Präfektur Fukushima. Es wurde im September 1974 erstmals kritisch und nahm seinen kommerziellen Betrieb im März 1976 auf. Toshiba war gleichzeitig

Hauptvertragspartner und Reaktorhersteller. Mit Tōkyō Denryoku Nr. 4, dem 784-MW-Siedewasser-Reaktor Fukushima Daiichi-5, wurde das Fundament für den weltweit größten Kernkraftwerkskomplex gelegt, der im Laufe der 1970er und der 1980er Jahre in der Präfektur Fukushima im Nordosten der Hauptinsel Honshū entstehen sollte. Das Kernkraftwerk Fukushima Daiichi-4 wurde von 1972 bis 1975 errichtet. Es erreichte seine erste Kritikalität im August 1977 und nahm den kommerziellen Betrieb im April 1978 auf. Auch für dieses Kernkraftwerk war Tōshiba als Hauptvertragspartner und als Reaktorhersteller ausgewählt worden. Das Energieversorgungsunternehmen Kansai Denryoku gab sein erstes Kernkraftwerk, den 340-MW-Druckwasserreaktor Mihama-1, Ende 1966 bei Westinghouse und der Nukleargruppe von Mitsubishi in Auftrag. Im Juli 1970 wurde Mihama-1 in der Präfektur Fukui kritisch und produzierte bereits ab August elektrische Energie. Beim Bau seines zweiten Kernkraftwerkes, dem 500-MW-Druckwasserreaktor Mihama-2 beauftragte Kansai Denryoku die Mitsubishi-Gruppe als Hauptvertragspartner und ließ den Reaktor von Mitsubishi Heavy Industry (MHI) in Westinghouse-Lizenz erstellen. Auch das dritte Kernkraftwerk von Kansai Denryoku, das 826-MW-KKW Takahama-1, sollte in der Präfektur Fukui im März 1974 kritisch und im November desselben Jahres an das Stromnetz angeschlossen werden. Wie bereits zuvor wurden Westinghouse und die Mitsubishi-Gruppe (MHI) die Hauptvertragspartner von Kansai Denryoku. Chūbu Denryoku nahm sein erstes Kernkraftwerk, Hamaoka-1 (SWR, 540 MW), im August 1974 in der Präfektur Shizuoka in Betrieb. Den Reaktor hatte Tōshiba als Hauptvertragspartner gebaut. Der für Januar 1971 geplante Baubeginn für Hamaoka-2 (SWR, 840 MW) verschob sich um ein gutes Jahr, die geplante Inbetriebnahme um mehr als vier Jahre. Im November 1978 konnte der von Tōshiba hergestellte Reaktor seinen Betrieb aufnehmen. Das Kernkraftwerk Shimane-1 von Chūbu Denryoku wurde mit etwa zwei Jahren Verspätung im März 1974 in Betrieb genommen. Kyūshū Denryoku hatte Mitsubishi Heavy Industry (MHI) im Jahre 1971 mit dem Bau eines 559-MW-Druckwasserreaktors beauftragt. Der Reaktor wurde in der Präfektur Saga in Nordwest-Kyūshū unter dem Namen Genkai-1 planmäßig im Jahre 1974 kritisch und lieferte ab Oktober 1975 Strom.

Das MITI und das Amt für Wissenschaft und Technik rechneten vom Basisjahr 1965 bis zum Jahre 1975 mit einem Wachstum des Strombedarfs um den Faktor 2,3, der sich bis zum Jahre 1985 auf den Faktor 4,8 erhöhen sollte. Die Stromerzeuger planten nach dem Langzeitprogramm von 1967 eine installierte Gesamtkapazität von rund 80 Gigawatt, die bis zum Jahresende 1985 auf rund 160 Gigawatt (!) anwachsen sollte. Der massive Reaktorimport, die geplante Installierung von 30 bis 40 Gigawatt Kernstromerzeugungskapazitäten bis zum

Jahre 1985 war eingebettet in die politökonomische Gesamtstrategie der „Diversifizierung der Energieversorgungsquellen“ (*enerugī kyōkyūgen no tayōka*). Bei der Bildung der „passendsten Kombinationen der verschiedenen Arten von Energiequellen“ (*kakushu dengens no saiteki na kumiawase*) sollte die Kernstromerzeugung ab 1985 als „Hauptquelle für elektrische Energieerzeugung“ erschlossen werden (KGCGK 1968: 40–43).

Für die Frage, wer als Hauptvertragspartner den Auftrag für den Lizenzbau übernehmen sollte, kann somit resümierend festgehalten werden, daß sich rasch ein Schema herausgebildet hatte: General Electric (GE) wurde die Hauptvertragspartnerin für den ersten importierten Siedewasserreaktor (SWR), Tōshiba und General Electric teilten sich diese Rolle beim Bau des zweiten SWR, und von da ab wurde entweder Tōshiba oder Hitachi Hauptvertragspartner. Auf dem Gebiet der Druckwasserreaktoren (DWR) teilten sich Westinghouse und Mitsubishi den Bauauftrag für den ersten Reaktor, für alle weiteren erhielt Mitsubishi den Zuschlag. Wenn ein größerer Leistungsreaktor bestellt wurde, zogen die japanischen Energieversorgungsunternehmen (EVU) in der Regel General Electric oder Westinghouse hinzu. Die EVU zahlen daher bis heute Lizenzgebühren an General Electric und Westinghouse.

Welchen Stellenwert das FTR-SBR-Programm im Rahmen des 1967er-Programms einnahm, macht vielleicht auch ein Blick auf die historische Entwicklung des öffentlichen Nuklearbudgets deutlich: Belief sich das kumulierte Nuklearbudget von 1954 bis 1965 auf rund 80 Mrd. Yen, so versechsfachten sich die fiskalischen Anstrengungen für die Rechnungsjahre von 1966 bis 1975 auf rund 458 Mrd. Yen (Murata 1988: Ref. 4). Die beiden größten Sprünge weist es auf zwischen der Periode von 1967 bis 1970, von 15,6 Mrd. Yen auf 39,4 Mrd. Yen, sowie zwischen den Jahren 1973 und 1975, von 63,3 Mrd. Yen auf 104,3 Mrd. Yen. Diese verhältnismäßig großen Budgetzuwächse brachten hauptsächlich das FTR-SBR-Programm, der Reaktorimport, die FuE in den Bereichen der Wiederaufarbeitung und der Urananreicherung etc. mit sich. Innerhalb des Nuklearbudgets verschoben sich nach und nach die Anteile des Kernforschungsinstitutes (KFI) gegenüber der Dōnen. Absorbierte der KFI-Anteil am Kernenergieentwicklungshaushalt im Jahre 1965 noch rund 56%, so wurde er im Jahre 1969 vom Dōnen-Etat übertroffen. Der Dōnen-Anteil wuchs bis 1972 auf zwei Drittel des gesamten japanischen Nuklearbudgets an. Das KFI-Budget stabilisierte sich seither auf dem Niveau von etwa einem Fünftel des Nuklearhaushalts (JIIA 1975: 175). Das finanzielle Volumen des Langzeitprogramms von 1967 sollte nach den Angaben des Büros für Kernenergie im Amt für Wissenschaft und Technik einschließlich des Reaktorentwicklungsprogramms rund 450 Mrd. Yen aufweisen (Murata 1967: 4).

## 6.4 Die „Phase der Anwendung“

Gegen Ende des Jahres 1972 veröffentlichten die japanischen Energieversorgungsunternehmen (EVU), die staatliche Dōnen und die Nihon Genshiryoku Hatsuden (NGH) ihre Ausbaupläne für die 1970er Jahre (vgl. dazu Tabelle 10).

Auf der Grundlage der Ausbaupläne der Energieversorgungsunternehmen revidierte die KeKo im Juni 1972 erneut das Kernenergieprogramm von 1967. Hatte sie 1967 prognostiziert, daß die installierte Kernstromerzeugungskapazität von im Jahre 1975 sechs Gigawatt (GW) auf 15 bis 20 GW im Jahre 1980 und noch einmal auf 30 bis 40 GW im Jahre 1985 anwachsen würde, so hob sie diese exorbitant hohen Zahlen nun für 1980 auf 32 GW, für 1985 auf 60 GW und für 1990 auf 100 GW an (Kume 1975: 46). So visionär diese Zahlen auch anmuteten, sie waren damals wohl nicht in erster Linie eine sichere Perspektive denn ein Ausdruck der sich verschärfenden Umweltsituation in den industriellen Ballungszentren Japans und spiegelten die gesamtwirtschaftliche Sorge um einen Anstieg der Mineralölpreise und eine Gefährdung des hohen Wirtschaftswachstums wider. Andererseits erschöpfte sich die politische Tätigkeit der KeKo, des Amtes für Wissenschaft und Technik und des MITI selbstverständlich nicht in der Abfassung von visionären Ausbauplanungen; sie machten eine handfeste Politik für die Verwirklichung ihrer „Kernenergievision“. Als exemplarisch für diese Politik können hier das FTR-Programm und die drei Förderungsgesetze (*dengen sanpō*) von 1974 gelten.

### 6.4.1 Das FTR-Projekt

Die KeKo erteilte der Dōnen im Jahre 1967 den Auftrag für die Entwicklung und den Bau eines fortgeschrittenen thermischen Reaktors (FTR).

Im Jahre 1969 ging die KeKo noch davon aus, daß der schwerwassermoderierte, leichtwassergekühlte 165-MW-Prototypreaktor Fugen (*jusui gensoku futtō keisui reikyaku keiro*) Ende 1974 erstmals kritisch und im Jahre 1975/76 den Betrieb aufnehmen würde (Genshiryoku Iinkai 1969: 20–24), verschob das Datum der Kritikalität jedoch im nächsten Fiskaljahr um ein weiteres (Genshiryoku Iinkai 1970: 21). Die Dōnen verteilte Teilaufträge für den Fugen-Reaktor auf die fünf japanischen Nuklearindustrie-Gruppen: Als Hauptvertragspartner baute Hitachi das Reaktorcore und die elektrotechnischen Anlagen, Tōshiba die Turbinen und das Maschinenhaus für den Reaktor, Mitsubishi den primären

Kühlkreislauf, Fuji Electric das Sicherheits- und das Brennstoffsystem und Sumitomo das Hilfskühlsystem. Die Baukosten für den Prototyp-FTR wurden im Verhältnis 50:50 zwischen der öffentlichen Hand und der Nuklearindustrie geteilt (Genshiryoku Iinkai 1967: 42; atw, 2/1985: 55). Zwei Drittel des privaten Kostenanteils sollten die Energieversorgungsunternehmen zu den Baukosten von Fugen beitragen. Der Privatsektor verweigerte die Zahlung seines vollen Anteils mit der Begründung, daß die Preiseskalation der Kostenkomponenten zu groß gewesen wäre, bis Fugen am 20. März 1978 erstmals kritisch und auf den Tag genau ein Jahr später in Tsuruga (Präfektur Fukui) den Betrieb aufgenommen hatte. Seitdem beliefert Fugen drei Präfekturen in Nordjapan mit Strom.

Tabelle 10: Entwicklungspläne der japanischen Energieversorgungsunternehmen (EVU) im Kernenergiebereich, 1971–1980 (AIJ 12/1972: 44–46)

Elektrizitätsgesellschaft	KKWs	Gesamtleistung (MWe)	Leistung pro Reaktor (MWe)
Tōkyō Denryoku	24	28.496	460–1.500
Kansai Denryoku	20	22.768	340–1.500
Chūbu Denryoku	8	9.190	540–1.500
Kyūshū Denryoku	5	3.596	559–826
Chūgoku Denryoku	4	2.960	460–1.000
Hokuriku Denryoku	3	2.100	500–800
Tōhoku Denryoku	3	2.092	524–784
Shikoku Denryoku	3	1.932	566–800
NGH	3	1.623	166–1.100
Hokkaidō Denryoku	1	350	350
Dōnen	1	165	165
Gesamt	75	74.272	—

Er wurde weltweit der erste thermische Neutronenreaktor, der voll mit Mischoxidbrennelementen (MOX) betrieben wurde. Seit dem dritten Brennelementwechsel im Jahre 1981 wurden in Fugen die ersten in Japan selbst aus wiederaufgearbeitetem Brennstoff hergestellten Plutoniumbrennelemente eingesetzt. Fugen war und ist als inländischer Technologieträger von nicht zu unterschätzender strategischer Bedeutung für das japanische Kernenergieprogramm und dient als Testreaktor sowohl für Uran- als auch für Plutonium- als auch für Uran-Plutonium-MOX-Brennelemente (atw, 5/1988: 208). Sein Vorteil ist ein niedriger spezifischer Brennstoffverbrauch. Sein Nachteil liegt in der Naturgesetzlichkeit der in Gang gebrachten Zerfallsprozesse: Ein Haarriß in den Rohrleitungen führte zu einer einjährigen Zwangspause (atw, 3/1981: 115, 12/1981: 632–633).

Da die Baukosten für Fugen je nach Rechnungsweise zwischen 30% und 100% höher als für konventionelle Leichtwasserreaktoren (LWR) ausfielen, konzidierte die KeKo in ihrem abschließenden Urteil vom August 1981, daß der FTR ökonomisch nicht mit den LWRs konkurrieren könne, bestand aber darauf, „that energy security outweighed costs“ (Samuels 1987: 250). Für Japan definierte die KeKo den Fugen-Reaktor als einen notwendigen Zwischenschritt auf dem Weg zu einem geschlossenen Brennstoffkreislauf.

Der logische Schritt, der auf den Prototyp-FTR (*genkeiro*) folgen sollte, war das von der KeKo vorangetriebene Projekt eines Demonstrations-FTR (*jisshōro*).

Im Rahmen des Verbandes der Elektrizitätswirtschaft (VdE, *Denki Jigyō Rengōkai*) beschlossen die Energieversorgungsunternehmen, einen Ad-hoc-Ausschuß zu bilden, der die Pläne der KeKo zum Bau eines Demonstrationskraftwerkes mit einem Schwerwasserreaktor japanischer Konstruktion unterstützen sollte. Der Präsident des FTR-Ad-hoc-Komitees wurde Toyota M. von Tōkyō Denryoku. Hiraiwa, ebenfalls von Tōkyō Denryoku, schlug vor, daß die Dengen Kaihatsu (Elektrische-Energiequellen-Gesellschaft), die Organisation, in der die neun regionalen Energieversorgungsunternehmen (EVU) ihre Planung vornehmen, den Demonstrations-FTR bauen und betreiben sollte, falls die Regierung auf der Kostenseite einspringen würde. Der Präsident von Dengen Kaihatsu, Morozumi, stimmte diesem Vorschlag zu. Die Dengen Kaihatsu verhandelte mit der Dōnen, die für die erforderliche FuE verantwortlich zeichnete, im Jahre 1982/83 über eine Kostenteilung. Man einigte sich schließlich auf ein Verhältnis von 30:70 zwischen der Dengen Kaihatsu und der öffentlichen Hand: „Hitachi was selected as the lead contractor. The advanced thermal demonstration reactor, with a 600 mw capacity, is scheduled for completion by the early 1990s. Like the fast breeder prototype monju it is a large-scale engineering project undertaken by private industry with predominantly public funds for long term energy needs“ (Samuels 1987: 251).

Am 23. Februar 1983 unterzeichneten die Dōnen und die Dengen Kaihatsu eine Vereinbarung über die Zusammenarbeit und die beiderseitigen Zuständigkeiten bei der Entwicklung des geplanten fortgeschrittenen 600-MW-Schwerwasserdemonstrationsreaktors FTR. Der Verband der Elektrizitätswirtschaft (VdE) billigte den Plan der Dengen Kaihatsu, ein geeignetes Gelände bei Ōma in der Präfektur Aomori auf seine Eignung als Standort hin zu untersuchen. Die Planung sah vor, daß Ende 1985 dem Koordinationsrat (Dengen Kaihatsu Chōsa Shingikai) ein Antrag mit dem Ziel vorgelegt würde, Mitte 1988 mit dem Bau des Demonstrations-FTR beginnen zu können, um ihn gegen Ende des Jahres 1994 in Betrieb zu nehmen. Die Gesamtkosten wurden auf rund 330 Mrd. Yen (rd. 3 Mrd. DM) veranschlagt. Im Fiskaljahr 1983 standen 7 bis 9 Mrd. Yen der AWT- und der MITI-Finanzmittel für

Entwurfsarbeiten, Standort- und Umweltuntersuchungen sowie FuE der Dönen zur Verfügung. Am 15. Mai 1984 stimmte der VdE schließlich formell dem Bau eines FTR bei Ōma, der nördlichsten Stadt auf der Hauptinsel Honshū zu. Im Februar 1985 stellte die Dengen Kaihatsu die Konstruktionspläne vor: Der Baubeginn verschob sich von Juli 1988 auf April 1989 und der Betriebsbeginn von Dezember 1994 auf März 1995. Waren zunächst nach dem Preisniveau von 1979 Baukosten von 312,3 Mrd. Yen geplant, so rechnete man nun nach dem Preisniveau von 1984 mit Baukosten von 396 Mrd. Yen. Gegen Ende des Jahres 1987 wurde die voraussichtliche kommerzielle Inbetriebnahme des FTR auf 1997 festgelegt. Für das 21. Jahrhundert ist bereits der Bau von mehreren FTR-Einheiten geplant, bei denen sich einerseits die Bau- und die Betriebserfahrungen mit dem Demonstrations-FTR in den Händen der japanischen Nuklearhersteller und der Elektrizitätswirtschaft ökonomisieren werden; andererseits werden dann das MITI und das Amt für Wissenschaft und Technik (AWT) ihrem Ziel einer Erhöhung der Energieversorgungssicherheit noch ein gutes Stück näher gekommen sein (Genshiryoku Iinkai 1983: 103–109, 1984: 118–124, 1985: 95–98, 1986: 130–136, 1987: 162–168, 1988: 164–169; atw, 7–8/1983: 351, 7/1985: 339).

#### **6.4.2 Die drei Förderungsgesetze**

Die Geschichte der Kernstromerzeugung in Japan ist auch eine Geschichte der kontinuierlich zunehmenden Leadtimes für Kernkraftwerke. Von 1965 bis 1975 lagen sie für Kernkraftwerke im Durchschnitt bei 90 Monaten, verlängerten sich bis zum Jahre 1980 jedoch auf rund 160 Monate, mit leicht steigender Tendenz. Die durchschnittliche Gesamt-Leadtime von 153,1 Monaten setzte sich zu Beginn der 1980er Jahre zusammen aus der Leadtime für behördliche Genehmigungen (21,7 Monate), für die öffentliche Akzeptanz (69,4 Monate) sowie für die einzelnen Bauabschnitte (62,0 Monate) (Lesbirel 1985: 25–28). Der Abschnitt der Gesamt-Leadtime, der am stärksten zu dieser Entwicklung beigetragen hatte, war die Laufzeit für die öffentliche Akzeptanz: „The period from a power company’s decision to build an energy facility until the issue of Denchōshin [Dengen Kaihatsu Chōsei Shingikai = Koordinationsrat für die Entwicklung elektrischer Kraftquellen; M.K.] approval may be regarded as the public acceptance stage“ (Lesbirel 1985: 11).

Das Japanische Atomindustrie-Forum (JAIF) monierte im Februar 1973, daß die Verhandlungen der Energieversorgungsunternehmen mit den Gebietskörperschaften in bezug auf die Standortfestlegung zu einer sequentiellen „plant-by-plant basis“ (Nucleonics Week, 1.3.1973) geführt hätten. Es forderte Gesetze zur Amelioration der Umgebung von Wärme-

und Kernkraftwerken durch den Bau öffentlicher Anlagen und Einrichtungen zur spürbaren Verbesserung der Lebensqualität der ortsansässigen Bevölkerung, um den Widerstand gegen deren Bau zu domestizieren. Das MITI nahm den „Ölschock“ im November 1973 zum Anlaß das Gesetzgebungsverfahren für die in Vorbereitung befindlichen „drei Förderungsgesetze“, *dengen sanpō* genannt (GKGAK 1979: 19–20), zu beschleunigen, die im Jahre 1974 im Parlament verabschiedet wurden:

1. Das Gesetz zur Entwicklung von Gebieten in der Nähe von stromerzeugenden Anlagen (*Hatsudenyō Shisetsu Shūhen Chiiki Seibihō*, Gesetz Nr. 78),
2. das Steuergesetz zur Förderung der Entwicklung von Stromquellen (*Dengen Kaihatsu Sokushin Zeihō*, Gesetz Nr. 79) und
3. das Gesetz zur Einrichtung eines Sonderfonds für Maßnahmen zur Förderung der Entwicklung von Energiequellen (*Dengen Kaihatsu Sokushin Taisaku Tokubetsu Kaikeihō*, Gesetz Nr. 80).

Verschiedene intrafraktionelle Faktionen der regierenden Liberal-Demokratischen Partei (LDP) hatten den Einschluß von Wärme- und Wasserkraftwerken in die Gesetze durchgesetzt. Mit Hilfe der drei Förderungsgesetze, die an dieser Stelle herausragend und exemplarisch für den Förderungscharakter des gesamten Energiegesetzgebungskomplexes (Fujiwara 1984: 21–34) stehen, sollten neue Standorte für geplante Wärme-, Wasser- und Kernkraftwerke gewonnen, und die Akzeptanz der ortsansässigen Bevölkerung an bereits existierenden Standorten konserviert werden. Mit ihnen verfolgte der japanische Staat in seiner Eigenschaft als ideeller Gesamtnutzenkalkulator das Ideal des Nutzen- bzw. Lastenausgleichs: Diejenigen, die aus der Stromerzeugung profitlich nutzen ziehen, sollten diesen Nutzen – zumindest – teilweise wieder an die lokale Bevölkerung in Form von öffentlichen Bauten und Einrichtungen (Parks, Straßen, Kommunikationszentren, Sportanlagen, Museen etc.) zurückgeben, und gleichzeitig den Staatshaushalt ein wenig entlasten helfen. Aus dem staatlichen Etat für die Standortförderung wurden im Fiskaljahr 1974 8,19 Mrd. Yen in drei Präfekturen verteilt. Innerhalb von sechs Jahren verfünffachte die Regierung diesen Haushaltsposten auf 41,41 Mrd. Yen im Jahre 1980 und streute ihn quasi nach dem Gießkannenprinzip über 30 Präfekturen. Das MITI wollte durch den Bau von Straßen, Hafenanlagen, Wasserversorgungssystemen, Bildungs- und medizinischen Einrichtungen den Zustimmungsprozeß der Präfekturverwaltungen und der Standortbevölkerung sowie benachbarter Gemeinden zum Bau neuer (Kern-)Kraftwerke beschleunigen. Die Steuer zur Standortbegünstigung war und ist zweckgebunden. Diese Sondersteuermittel kamen über die Stromgebühren der Endverbraucher zustande. Anfänglich haben die

Energieversorgungsunternehmen dem Preis pro Kilowattstunde 0,085 Yen, später 0,3 Yen und seit dem 1. Oktober 1983 0,445 Yen zugeschlagen. Sie führten diese Sondersteuer an den Fiskus ab, der etwa ein Drittel davon für Infrastrukturmaßnahmen und etwa zwei Drittel für die FuE zum Zwecke der Diversifizierung der Energieträger benutzte. Das MITI, das diese Gelder bewirtschaftet, erwartete aus dieser Sondersteuer sowie aus dem zweckgebundenen Anteil der japanischen Rohölsteuer für den Zeitabschnitt von 1983 bis 1993 ein Aufkommen von rund 30 Mrd. Yen, das zu etwa 30% für die Entwicklung der Kernkraft eingesetzt werden sollte (atw, 12/1983: 642–643).

Der Anwendungsbereich der drei Förderungsgesetze wurde für die Standortförderung von Kernkraftwerken definitorisch festgelegt: Kernkraftwerke mit einer Leistung von mehr als 350 Megawatt, Anlagen der Dōnen mit einer Leistung von mehr als 150 Megawatt, Testanlagen für die Herstellung von Mischoxidbrennelementen (MOX), Forschungsreaktoren zur Reaktorsicherheit, Schnellbrüterversuchsreaktoren sowie Versuchsanlagen zur Urananreicherung. Die Beihilfen zur Standortförderung beginnen in der Regel mit dem Bau eines Kraftwerkes bis fünf Jahre nach seiner Inbetriebnahme sowohl in die Standortgemeinde als auch in betroffene Nachbargemeinden zu fließen. Die Hälfte der Beihilfen errechnet sich nach bestimmten Formeln: Für ein Kernkraftwerk zum Beispiel errechnen sich die Beihilfen nach der Kilowattzahl, die mit einer Einheit von 300 Yen und dem Faktor 7 multipliziert werden. Im Falle anderer kerntechnischer Anlagen wird die thermische Leistung in elektrische Leistung umgewandelt und in die Formel eingesetzt. Für Forschungs- und Versuchsreaktoren teilt man die Baukosten durch die durchschnittlichen Baukosten einer Leistungsreaktoreinheit. Für eine Wiederaufarbeitungsanlage (WAA) rechnet man mit einem Äquivalenzoutput in Höhe der jährlichen Kapazität in Tonnen, die mit 100.000/21 multipliziert wird. Wenn es sich um eine Anreicherungsanlage handelt, multipliziert man die Tonnen Urantrennarbeit (UTA) pro Jahr mit 100.000/3. Für Wiederaufarbeitungsanlagen beträgt die Yen-Einheit 300, für Urananreicherungsversuchsanlagen 450. Für Öl-, Kohle- und Wasserkraftwerke wurden andere Yen-Einheiten sowie auch Faktorengrößen festgelegt. Ein wichtiger Bestimmungsgrund für die Höhe der Faktorenzahl ist dabei wohl in der Länge der Bauzeit der betreffenden Anlage zu sehen. Die Gründe für Unterschiede in den Yen-Einheiten können im Eigenfertigungsanteil inländischer Komponenten, dem spezifischen Beitrag zur nationalen Stromversorgung sowie in den Schwierigkeiten, die bei der Standortfestlegung entstehen können, gefunden werden.

Die Beihilfen zur Standortförderung von Kraftwerken wurden zwischen 1974 und 1980 kumulativ überwiegend für den Bau und die Ausbesserung von Straßen (27,802 Mrd. Yen bzw.

29,5%), die Errichtung von Ausbildungs- und kulturellen Einrichtungen (24,608 Mrd. Yen bzw. 26,2%), für Sport- und Erholungsmöglichkeiten (12,821 Mrd. Yen bzw. 13,6%), Wasserversorgungssysteme (5,822 Mrd. Yen bzw. 6,2%) sowie für öffentliche Einrichtungen für die Land- und Forstwirtschaft und das Fischereiwesen (5,145 Mrd. Yen bzw. 5,5%) ausgegeben. Die Lokalverwaltung in sechs Präfekturen mit KKW-Standorten, die für die Messung der Umweltradioaktivität zuständig ist, erhielt im Jahre 1974 rund 250 Mio. Yen an Beihilfen für Strahlenmeßgeräte. Bis zum Jahre 1980 erhöhte sich die Zahl der Empfänger auf elf Präfekturen, die etwa 900 Mio. Yen für diesen Zweck zur Verfügung gestellt bekamen. Die Beihilfen für die Public-Relations-Abteilung der lokalen Verwaltung stiegen von 50 Mio. Yen für acht Präfekturen im Jahre 1974 stufenweise auf 670 Mio. Yen für 15 Präfekturen im Jahre 1980. Im Fiskaljahr 1981 wurden erstmals auch Sonderbeihilfen zur Standortförderung für Kraftwerke mit einem Betrag von 5,327 Mrd. Yen eingeführt. Sie teilen sich in die Sonderbeihilfen für in der Nachbarschaft kerntechnischer Anlagen liegende Gebiete (3,538 Mrd. Yen) und die Sonderbeihilfen für stromliefernde Präfekturen (1,789 Mrd. Yen). Die Gelder flossen in Städte und Gemeinden, wo sich Nuklearanlagen in Betrieb oder in Bau befanden, oder wo der Baubeginn vor dem Fiskaljahr 1985 liegen sollte. Sie wurden zum einen für eine Reduzierung der Stromgebühren für die Industrie sowie auch für die privaten Haushalte der ortsansässigen Bevölkerung eingesetzt. Zum anderen machten die Lokalverwaltungen mit den Sonderbeihilfen ihren Standort für Anlagemöglichkeiten suchendes Kapital aus der Industrie attraktiv. Zur Errechnung der Höhe der Sonderbeihilfen für eine Gebietskörperschaft multiplizierte man die Anzahl der seßhaften Familien mit Yen-Einheiten von 300 bis 900 pro Monat. In bezug auf die Industrie multiplizierte man die vertraglich vereinbarten Stromlieferungsmengen mit Yen-Einheiten von 75 bis 225 pro Monat. Diese Yen-Einheiten teilte man in sieben Stufen und orientierte ihre Höhe an der elektrischen Nettoleistung des jeweiligen Kernkraftwerkes. Die Sonderbeihilfen für stromliefernde Präfekturen wurden ausschließlich an Präfekturen vergeben, in denen mehr Strom produziert als konsumiert wurde. Die Hälfte dieser Sonderbeihilfen lag zwischen 50 und 400 Mio. Yen und richtete sich nach dem Surplus an Strom. Diese Geldmittel kamen letztlich der Modernisierung lokaler Industriebetriebe zugute.

Parallel dazu wurde im Jahre 1975 ein Ausschuß für Maßnahmen zur Kernenergiesicherheit gegründet, dessen Finanzmittel bis zum Rechnungsjahr 1981 auf 14,037 Mrd. Yen mehr als vervierfacht wurden. Er führt hauptsächlich Forschungs- und Testprogramme durch, sammelt landesweit Daten über die Abgaben von Radioaktivität über das Abwasser und die Abluft an die Umwelt und ist in der Öffentlichkeitsarbeit tätig (AIJ

10/1981: 28, 1/1982: 22–27; Lesbirel 1985: 16).

## 6.5 Das Langzeitprogramm von 1982

Die Revision des Langzeitprogramms vom September 1978 begann bereits zweieinhalb Jahre nach seiner Verabschiedung. Im April 1981 anberaumte die KeKo ein erstes Treffen für diesen Zweck. An diesem Diskussionsforum nahmen unter anderem der Präsident von Kansai Denryoku, Ashihara, der Präsident des Verbandes der Elektrizitätswirtschaft, Hiraiwa, der Präsident von Toshiba, Saba, der Präsident der Dōnen, Segawa, der Präsident des staatlichen Physikalisch-Chemischen Forschungsinstitutes, Miyajima, Prof. Mukaibo von der Universität Tōkyō und der Herausgeber der Zeitschrift *Atoms in Japan* (AIJ), Mori, teil (AIJ 3/1981: 38).

Der Vorsitzende des Japanischen Atomindustrie-Forums (JAIF; Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi), Arisawa Hiromi, sowie zwei weitere führende Vertreter der Nuklearindustrie hatten Premierminister Suzuki und Führern der Oppositionsparteien im September 1980 eine Rationalisierung des Genehmigungsverfahrens für Kernkraftwerke empfohlen, um bis zum Jahr 1990 eine installierte Kernstromerzeugungskapazität von rund 50 Gigawatt (GW) zu erreichen. In Reaktion auf diesen Schritt beschloß die Regierung in einer Kabinettsitzung am 28. November die Zielmarke für das Jahr 1990 auf 51 bis 53 GW anzusetzen. Um dies zu erreichen, müßten neben den in Bau befindlichen und den bestellten Kernkraftwerken 25 Reaktorblöcke der 1-GW-Klasse bis 1990 neu in Betrieb genommen werden (AIJ 1/1981: 2–3; Harris/Ōshima 1980: 89–90).

Das neue „Langzeitprogramm zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie“ wurde von der KeKo schließlich am 30. Juni 1982 verabschiedet und veröffentlicht (NGSK 1982: 1–25).

Der Zeithorizont seiner Prognosen bezog sich mittelfristig auf das Jahr 1990 und langfristig auf das Jahr 2000. Mit Blick auf das 21. Jahrhundert wurde der Kernstromerzeugung die höchste Priorität als „quasi inländische, alternative, ölsubstituierende Energiequelle“ (NGSK 1982:1) eingeräumt. Von allen bedeutsamen alternativen, nicht auf Erdöl basierenden Energiequellen (Atom, Erdgas, Kohle, Wasser etc.), die bis etwa 1990 zusammen den Anteil des Erdöls am Primärenergiebedarf auf deutlich unter 50% drücken sollten, wurde der Schwerpunkt auf den Ausbau der Kernstromerzeugungskapazität gelegt. Innerhalb des Bereiches der Kernenergie maß die KeKo der Schließung und Kommerzialisierung des Kernbrennstoffzyklus den größten Stellenwert bei.

Tabelle 11: Entwicklung der Stromerzeugungskapazität in Japan (für die Energieversorgungsunternehmen) gegen Ende der Fiskaljahre von 1965 bis 1982 in Gigawatt (GW) (AIJ 7/1983: 7)

Jahr	Wasserkraft GW (%)	Wärmeleistung GW (%)	Kernkraft GW (%)	Gesamt (GW)
1965	15,25 (41,8)	21,23 (58,2)	—	36,50
1966	15,79 (39,8)	23,81 (59,9)	0,13 (0,3)	39,73
1967	16,11 (36,7)	27,61 (62,9)	0,17 (0,4)	43,89
1968	16,80 (36,0)	29,67 (63,6)	0,17 (0,4)	46,64
1969	18,18 (35,0)	33,16 (64,0)	0,50 (1,0)	51,84
1970	18,92 (32,1)	38,71 (65,6)	1,32 (2,3)	58,95
1971	19,10 (28,8)	45,81 (69,2)	1,32 (2,0)	66,23
1972	19,66 (26,4)	53,10 (71,1)	1,82 (2,5)	74,58
1973	21,52 (25,5)	60,61 (71,8)	2,28 (2,7)	84,41
1974	22,48 (24,3)	66,10 (71,5)	3,90 (4,2)	92,47
1975	23,79 (23,9)	69,35 (69,5)	6,60 (6,6)	99,74
1976	24,90 (24,0)	71,46 (68,8)	7,43 (7,2)	103,78
1977	25,03 (22,9)	76,10 (69,8)	7,99 (7,3)	109,12
1978	26,25 (22,3)	78,71 (66,9)	12,68 (10,8)	117,63
1979	27,21 (21,9)	81,99 (66,0)	14,95 (12,0)	124,15
1980	28,67 (22,2)	85,18 (65,8)	15,51 (12,0)	129,36
1981	30,50 (22,5)	88,95 (65,6)	16,08 (11,9)	135,53
1982	32,19 (23,0)	90,47 (64,7)	17,18 (12,3)	139,84

Seinen Ziel- und Zwecksetzungen setzte auch das neue Programm Prinzipien voran, nach deren Maßgabe jene realisiert werden sollten: Mit Verweis auf die strikte Befolgung der schon im Atomenergiegrundgesetz vom 19. Dezember 1955 (Gesetz Nr. 186) eingeführten drei Prinzipien von der Demokratie (*minshu*), der Selbständigkeit (*jishu*) und der Öffentlichkeit (*kōkai*) erklärte die KeKo ihren Willen, an der „friedlichen Nutzung“ festzuhalten und die „öffentliche Sicherheit“, die „Autonomie“ und eine „internationale Zusammenarbeit“ zu gewährleisten. Als unwidersprechlich gültigen Ertrag der INFCE-Konferenz (International Nuclear Fuel Cycle Evaluation), an der mehr als 500 Experten aus 46 Ländern teilgenommen hatten, betonte sie die prinzipielle Vereinbarkeit der „friedlichen Nutzung der Kernenergie“ (*genshiryoku heiwa riyō*) mit einer Politik der „Nichtweiterverbreitung“ (*kakufukakusan*). Als fraglos höchstes Ziel gab sie schließlich ihrer „Sorge um die Gesellschaft“ und eine „systematische Förderung der Wirtschaft“ (NGSK 1982:1-3) Ausdruck.

Die Kapazität zur Kernstromerzeugung, die 1980 bei etwa 15,51 Gigawatt einen Anteil

von 12% an der gesamten Stromerzeugung ausmachte, sollte programmgemäß bis 1990 auf etwa 46 GW (22%) und bis zum Jahr 2000 auf rund 90 Gigawatt (30%) erweitert werden (vgl. dazu Tabelle 11).

Wenn der Plan, im Jahre 1990 mit einer Kapazität von 46 Gigawatt 67 Mio. Kiloliter Öläquivalente (9.400 kcal/l) bzw. 255 Terawattstunden Strom pro Jahr zu produzieren, umgesetzt würde, verringerte sich der Bedarf für ausländische Primärenergie (Erdöl) von 66% im Jahre 1980 auf 49% im Jahre 1990. Die gesamte Stromerzeugung sollte sich von 1978 bis 1990 auf 936 Mrd. Kilowattstunden nahezu verdoppeln. Unter den Forschungsschwerpunkten, wie zum Beispiel der Verbesserung der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit von Leichtwasserreaktoren (LWR), der Entwicklung von fortgeschrittenen thermischen Reaktoren (FTR) und Schnellen Brutreaktoren (SBR), der Kernfusion und der Radioisotopennutzung etc., stand die Schließung des nuklearen Brennstoffzyklus (*kakunenryō saikuru*) im Vordergrund: Auf der Basis ihrer Prognosen, die mit den Ausbauplänen der Energieversorgungsunternehmen in etwa kongruent waren, schätzte die KeKo den kumulativen Natururanbedarf für die Jahre 1990 und 2000 auf rund 130.000 Tonnen bzw. auf rund 310.000 Tonnen, wovon 200.000 Tonnen durch langfristige Lieferverträge als gesichert galten. Den Jahresbedarf für angereichertes Uran bezifferte sie für 1990 und das Jahr 2000 auf rund 8.000 Tonnen Urantrennarbeit (UTA) bzw. auf rund 12.000 Tonnen UTA. Sollte seine Deckung bis 1985 noch zu 100% im Ausland erfolgen, so sollte sie bis 1995 sowohl durch Käufe aus dem Ausland als auch durch internationale Projekte mit japanischer Beteiligung, in eigenen Anlagen sowie durch Rezyklierung im Verhältnis von etwa 5:1:5:1 durchgeführt werden. Ab Ende der 1980er Jahre sollten kommerzielle Anreicherungsanlagen den Betrieb aufnehmen, deren Leistungsfähigkeit bis etwa 1995 zunächst auf rund 1.000 Tonnen UTA pro Jahr, um die Jahrhundertwende bis auf rund 3.000 Tonnen UTA pro Jahr vergrößert werden müßte. Bis zum Jahr 1990 bzw. 2000 schätzte die KeKo die kumulativen Investitionen für den Bau inländischer Anreicherungsanlagen auf rund 450 Mrd. US-Dollar bzw. auf 800 Mrd. US-Dollar. Sie betrachtete die Uranreicherung explizit „nicht nur unter dem Gesichtspunkt, die Versorgungssicherheit zu gewährleisten“, sondern subsumierte sie unter das politökonomische Motiv, „einschließlich der Plutoniumnutzung eine vollständige Autonomie innerhalb des nuklearen Brennstoffkreislaufs zu sichern“ (NGSK 1982: 9).

Der Umfang und das Entwicklungstempo des geplanten Ausbaus der Kernstromerzeugungskapazität gab einen Maßstab ab für den Bedarf an Kapazität für die Aufarbeitung abgebrannter Brennelemente. Der Aufbau inländischer Aufarbeitungskapazität bemaß sich zum einen nach der Liquidität und der technischen Fähigkeit der japanischen

Nuklearindustrie mit Hilfe französischer Technologie und staatlichen FuE-Geldern Wiederaufarbeitungsanlagen (WAA) zu errichten und wirtschaftlich zu betreiben; zum anderen war er ein Indikator für den angestrebten Grad an Autonomie hinsichtlich der Wiederaufarbeitung als ein Bein der offiziellen Entsorgungs- und Rezyklierungsphilosophie. Den nationalen Bedarf für die Aufarbeitung abgebrannter Brennelemente bezifferte die KeKo in ihrem neuen Langzeitprogramm für 1990 auf rund 2.300 Tonnen pro Jahr. In dem Monat, als es veröffentlicht wurde, schloß die staatliche Dōnen mit der Firma Japan Nuclear Fuels Service Co. (JNFS) ein Abkommen über den reibungslosen Transfer der Wiederaufarbeitungstechnologie sowie ihrer Betriebserfahrungen mit der Tōkai-mura-WAA auf die JNFS. Sollten die Entwicklungspläne von Dōnen und der Nuklearindustrie programmgemäß verwirklicht werden, so dürften bis zum Jahre 1995 bzw. 2000 mit 2.400 Tonnen bzw. 3.600 Tonnen Uran pro Jahr sogar überschüssige Aufarbeitungskapazitäten installiert sein. In der Frage des radioaktiven Abfalls machte die KeKo im 1982er-Programm keine detaillierten Angaben. Der Ausschuß für den Kernbrennstoffzyklus des MITI hatte vier Jahre zuvor in seinem Juni-Bericht (1978) Zahlen über erwartete Produktionsgrößen veröffentlicht, denen allerdings die deutlich höheren Ausbauprognosen des MITI-Ausschusses für die Stromwirtschaft zugrundelagen: Danach erwartete das MITI, daß der kumulative Anfall niedrigradioaktiven Abfalls von im Jahre 1980 rund 370.000 200-Liter-Fässern auf rund 2,52 Mio. Fässer im Jahre 1990 und auf rund 9,05 Mio. Fässer im Jahre 2000 anwachsen werde. Diese Mengen sollten durch Konzentration und Einbindung in Beton in eine wasserunlösliche Form überführt werden. Weitere 150.000 200-Liter-Fässer bzw. 620.000 200-Liter-Fässer bzw. 3,92 Mio. 200-Liter-Fässer sollten während desselben Zeitraumes volumenreduziert und kontrolliert gelagert werden. Darüber hinaus veranschlagte das MITI für – behandelten – hochradioaktiven Abfall bis zum Jahre 1990 eine kumulative Menge von rund 960.000 100-Liter-Behältern, die bis zur Jahrtausendwende auf 14,34 Mio. 100-Liter-Behälter anwachsen sollte. Die Lösung der Frage der Behandlung und der endgültigen Lagerung des radioaktiven Abfalls befand sich zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des 1982er-Programms noch relativ tief im FuE-Stadium (AIJ 6/1982: 3; NGSK 1982: 10–12; Ōshima 1980: 82–83).

## **6.6 Die Schlacht der Pläne**

Wenn in diesem Kapitel hauptsächlich vom offiziellen japanischen Langzeitprogramm zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie und seinen Re-Visionen die Rede war, so soll an

dieser Stelle nicht verschwiegen werden, daß neben den KeKo-Programmen noch eine Reihe konkurrierender Prognosen, Perspektiven und Visionen zum Beispiel des MITI oder des Zentralen Forschungsinstitutes der Stromindustrie (ZeFoSi) veröffentlicht wurde. Deren Titel vermieden in der Regel bewußt die Begriffe Programm oder Plan. Als politische und wirtschaftliche Seismographen warteten das MITI und das ZeFoSi in relativ kurzen Abständen mit ständig neuen und revidierten Prognosen auf. In seiner Eigenschaft als gesamtwirtschaftlicher Seismograph hatte das MITI dabei stets die Gesamtheit der Energiewirtschaft, das große Ganze im Auge.

Das MITI veröffentlichte im Jahre 1981 auf der Grundlage des Planes für alternative Energiequellen, den das Kabinett Suzuki im November 1980 verabschiedet hatte, seinen Ausbauplan für stromerzeugende Anlagen (vgl. dazu Tabelle 12).

Tabelle 12: MITI-Prognose zur Ausbreitung der Kraftquellen von 1980 bis 1990 in Stromerzeugungskapazität (Megawatt) (AIJ 4/1981: 15)

	1980 in Megawatt (Prozent)	1990 in Megawatt (Prozent)
Wasserkraft	28.670 (22,2)	45.690 (19,5)
Allgemein	17.850 (13,8)	21.330 (9,1)
Pumpspeicherverfahren	10.820 (8,4)	24.360 (10,4)
Wärmeleistung	85.180 (65,8)	137.930 (58,8)
Öl	59.480 (46,0)	56.330 (24,0)
Kohle	5.260 (4,1)	29.560 (12,6)
Flüssigerdgas (LNG)	19.710 (15,2)	45.960 (19,6)
Flüssiggas (LPG)	600 (0,5)	4.700 (2,0)
Erdwärme	130 (0,1)	1.380 (0,6)
Kernkraft	15.510 (12,0)	50.920 (21,7)
Insgesamt	129.360 (100,0)	234.540 (100,0)

Darin legte es das Ausbauziel bis zum Jahre 1990 auf rund 51 Gigawatt fest. Er sah vor, zusätzliche 20.000 Megawatt (20 Einheiten à 1 Gigawatt) vom Koordinationsrat (Denchōshin) genehmigen zu lassen. Für das Jahr 1990 schätzte es den gesamten Strombedarf auf 907.000 Gigawattstunden. Das wären etwa 1,7 mal so viele wie im Jahre 1979 mit 529.000 Gigawattstunden. Der Spitzenstrombedarf, der in Japan in den August fällt, und 1979 rund 91.360 Megawatt betrug, sollte sich gemäß der Prognose des MITI bis 1990 auf 175.740 Megawatt nahezu verdoppeln. Wenn die Leadtime die Baufortschritte für Kraftwerke in

demselben Maße verlangsamte wie in der zweiten Hälfte der 1970er Jahre, rechnete es bis zum Jahre 1988 mit einem Energiemangel. Bis zum April 1981 hatte der Koordinationsrat (Denchōshin) 158 Einheiten mit 57.150 Megawatt genehmigt. Davon befanden sich 77 Einheiten (29.870 MW) im Bau und 81 Einheiten (27.280 MW) in der Phase unmittelbar vor dem Baubeginn. Um einer befürchteten Energieknappheit bis zum Jahre 1988 zu entgehen, plante der Koordinationsrat, für das Fiskaljahr 1981 zusätzliche 61 Einheiten (11.940 MW) und für das darauffolgende Jahr noch einmal 64 Einheiten (19.610 MW) zu genehmigen. In Übereinstimmung mit dem Regierungsplan für alternative Energiequellen wurden keine neuen Ölkraftwerke mehr genehmigt. Um den prognostizierten wachsenden Strombedarf decken zu können, wurden dem Atom, der importierten Kohle und dem Flüssigerdgas die Hauptrollen zugewiesen. Für die Kernenergie bedeutete die Prioritätspolitik des MITI folgendes: Der Status quo umfaßte 22 Einheiten in Betrieb (15.510 MW), zehn Einheiten in Bau (9.220 MW) und sechs bestellte Einheiten, deren Baubeginn erwartet wurde. Der MITI-Plan, der 20 zusätzliche Einheiten (20 Gigawatt) vorsah, forderte vom Koordinationsrat die Genehmigung von sieben neuen Kernreaktoren im Fiskaljahr 1981 und zehn neuen Kernreaktoren im Rechnungsjahr danach, so daß bis zum Jahre 1990 mit 58 Einheiten 50.920 Megawatt installiert wären. Das ZeFoSi veröffentlichte nahezu zeitgleich zu dem MITI-Ausbauplan die Resultate einer dreijährigen Studie über den langfristigen Strombedarf bis zum Jahr 2000, worin es den Bau von unterirdischen und Off-shore-Kernkraftwerken vorschlug, um die geologischen und die gesellschaftlichen Schranken – vier bis fünf Jahre erforderte die Zustimmung der Standortbevölkerung, acht bis neun Jahre nahm die Leadtime von der Genehmigung durch den Koordinationsrat (Denchōshin) bis zur Inbetriebnahme in Anspruch – zu überwinden. Das ZeFoSi legte seinem Bericht zur langfristigen Energiestrategie zwei Szenarien zugrunde: Zum einen, daß sich die importierte Energie, mit der Japan rund 87% seines Energiebedarfs speiste, nominal um den Faktor 4 (real 1,4) verteuerte und das Bruttosozialprodukt von 1975 bis zur Jahrhundertwende durchschnittlich um 4,5% pro Jahr zunahm; zum anderen, daß die globalen Energiereserven knapper würden und die Importpreise für Energierohstoffe um den Faktor 5 (real 1,8) bei einer Erwerbslosenzahl von rund 3,5 Mio. Menschen stiegen. Beiden Szenarien lag ein Bevölkerungsanstieg auf rund 130 Mio. Menschen bis zum Jahr 2000 zugrunde. Die Kernenergieentwicklung sollte die Abhängigkeit von importierten Energieträgern um etwa 10% auf 77% reduzieren helfen (AIJ 4/1981: 14–18).

Das MITI änderte seine KKW-Ausbaupläne in rascher Folge und machte sich darin nicht unbedingt abhängig vom Auftreten bzw. Ausbleiben von Ölpreiskrisen. Der Ausschuß für die

Stromwirtschaft des MITI ging im Mai und Dezember 1979 noch davon aus, daß bis 1985 28 bis 30 Gigawatt Kernstromerzeugungskapazität, bis 1990 51 bis 53 Gigawatt, bis 1995 74 bis 78 Gigawatt und bis zur Jahrtausendwende 97 bis 103 Gigawatt – in der Stromproduktion zu 10 Yen je Kilowattstunde kostengünstiger als Ölkraftwerke – installiert und in Betrieb genommen würden (Ōshima 1980: 74; atw, 2/1980: 58). Kurze Zeit vor der Verabschiedung des neuen Langzeitprogramms von 1982 veröffentlichte das MITI Pläne, wonach von 1982 bis 1990 insgesamt 33 neue Kernkraftwerke mit zusammen 32.000 Megawatt errichtet werden sollten. Bei Verwirklichung dieser Pläne hätte dies einer KKW-Gesamtkapazität von 47 Gigawatt entsprochen, für deren Realisierung insgesamt 13.500 Mrd. Yen veranschlagt wurden (AIJ 6/1982: 3; atw, 4/1982: 186–187). Keine eineinhalb Jahre nach der Veröffentlichung des Kernenergieprogramms revidierte der Unterausschuß für die Energieversorgung des MITI am 16. November 1983 die Zahlen für den Bedarf an Kernstromerzeugungskapazität für das Jahr 1990 von 46 Gigawatt um rund 27% auf 34 Gigawatt herunter. Der Energiebedarf, den das MITI im April 1982 für das Jahr 1990 auf 590 Mio. Kiloliter in Öläquivalenten (9.400 kcal/l) veranschlagt hatte, wurde dementsprechend um rund 22% herunterrevidiert (AIJ 11/1983: 8–11).

In der Konkurrenz um bedrohliche Energieverknappungs- und Verteuerungsprognosen und progressive Ausbaupläne gab allerdings auch das MITI einen perspektivischen, absoluten Höhepunkt der Kernenergieentwicklung an: Er lag bei 110 Leichtwasserreaktoren und 20 Schweren Brutreaktoren (SBR) bis zum Jahre 2010, wobei die Zahl der SBRs bis zum Jahre 2020 mit 90 Stück angegeben wurde (Ōshima 1980: 75).

Tabelle 13: Die mittlere Arbeitsausnutzung japanischer Kernkraftwerke [Definition: Verhältnis aus tatsächlich erzeugter Energie zur im betrachteten Zeitraum theoretisch möglichen maximalen Energieerzeugung] (AIJ 8/1983: 8; atw, 3/1987: 107)

Jahr	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
%	54,1	54,8	42,2	52,8	41,8	56,7	54,6
Jahr	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
%	60,8	61,7	67,6	79	72,3	74,2	76,2

Die vielleicht realistischste Schätzung für die erste Hälfte der 1990er Jahre stellte der Direktor der Verwaltungssektion für Kernenergiesicherheit des Amtes für Energiequellen (Shigen Enerugichō) im MITI, Taniguchi Tomihiro, im Juli 1983 in einer einfachen Rechnung

an. Zu diesem Zeitpunkt wurden in 12 Druckwasserreaktoren (DWR), elf Siedewasserreaktoren (SWR) und einem gasgekühlten Reaktor (17.177 MW) 12% des japanischen Stroms produziert. Er addierte die elf in Bau (10.700 MW) befindlichen und die neun bestellten (8.253 MW) Reaktoren hinzu und erhielt unterm Strich 44 installierte Reaktorblöcke mit einer Leistung von rund 36.000 Megawatt bis etwa Mitte der 1990er Jahre. Taniguchi betonte gleichzeitig die Wahrheit, daß die Errichtung von immer mehr Block- und Erzeugungsleistungen nicht in jedem Falle die zielführendste Methode ist, auch mehr Strom zu erzeugen (vgl. die Entwicklung der mittleren Arbeitsausnutzung japanischer Kernkraftwerke sowie die Entwicklung der Brutto-Stromerzeugung aus Kernenergie in den Tabellen 13 und 14).

In der Anfangsphase der Anwendung der Kernenergie zur Stromerzeugung seit etwa 1970 hatten zum Beispiel Materialermüdungen in Siedewasserreaktoren und Leckagen von Dampferzeugerrohren in Druckwasserreaktoren zu einer relativ niedrigen mittleren Verfügbarkeit und Arbeitsausnutzung geführt. Diese zwangen die Hersteller und Betreiber von Kernkraftwerken zu Verbesserungs- und Standardisierungsplänen sowie zur Entwicklung neuer Materialien (Fujii 1984: 21; Genshiryoku Iinkai 1988: 275). Strengere Qualitätskontrollen der Komponenten und Ausrüstungen, ein strafferes Management der Betreiber, umfassendere Routineinspektionen sowie eine ständige Verbesserung der Ausbildungsqualität der Betreiber sollten diese Probleme lösen helfen. Daß die Taniguchi-Vorschläge noch nicht sehr erfolgreich umgesetzt worden sind, zeigt die Tatsache, daß während des vergangenen Jahres (1988) in der Bundesrepublik Deutschland mit 23 Blöcken 145.346.195 Megawattstunden (MWh), in Japan hingegen in 36 Blöcken vergleichsweise nur 139.289.592 MWh Strom erzeugt worden sind (atw, 3/1989: 136–137). Daß aber, bevor der Schnelle Brutreaktor zur vollen industriellen Reife entwickelt sein wird, die Hauptlast der japanischen Kernstromerzeugung in „nicht ferner Zukunft“ von 50 bis 100 Leichtwasserreaktoren, die bis 1983 mit 12 Yen pro Kilowatt gegenüber dem Öl und der Kohle überlegen gemacht worden waren, getragen wird, sah Taniguchi auch als realistisch an (AIJ 7/1983: 6–17).

Tabelle 14: Entwicklung der Brutto-Stromerzeugung aus Kernenergie in Japan von 1970 bis 1988 in Gigawattstunden (GWh) (atw, 3/1989: 136)

Jahre	Gigawattstunden	Reaktorblöcke
1970	3.296	3
1975	15.938	10
1980	82.760	23
1985	152.612	33
1987	188.966	36
1988	139.290	36
Veränderung 1987/88	-36%	—

Der Zehnjahresplan für Elektrizitätsversorgung der Regierung Nakasone legte seinen Schätzungen die Annahme zugrunde, daß sich das Bruttosozialprodukt von 1983 bis 1993 im jährlichen Durchschnitt um 4% und der Strombedarf um 3–3,5% erhöhen würde. Für eine Steigerung des Elektrizitätsbedarfs um 41% würde somit eine installierte Kapazität von 143.000 Megawatt erforderlich, die neue elektrische Leistungen von 67.700 Megawatt implizierten. Die Kernenergie sollte auch in diesem Plan bis 1993 mit 44.730 Megawatt in 52 Kernkraftwerken den Hauptteil des Neuausbaus übernehmen (atw, 8–9/1984: 400). Diese unverrückbar feststehende Perspektive unterstrich der Minister für Wissenschaft und Technik, Yasuta Takaaki, in seiner Eröffnungsrede anlässlich der dritten japanisch-amerikanisch-deutschen Konferenz über „Die Zukunft der Kernenergie“ vom 22. bis 24. August 1983 in Nara: „Obgleich sich bei Angebot und Nachfrage eine Entspannung eingestellt hat und andere Veränderungen der Situation eingetreten sind, wie etwa eine Abflachung der steigenden Nachfrage nach Elektrizität, wurden an dem im Juni 1982 für Japan aufgestellten Plan für eine langfristige Nutzung der Kernkraft keine grundlegenden Veränderungen vorgenommen. Wir haben die Absicht, auch künftig mit der Erschließung neuer Standorte, mit der Schließung des Kernbrennstoffkreislaufs und mit der Entwicklung neuer Reaktortypen energisch fortzufahren“ (Czakainski 1984: 11).

Die geschilderten interprogrammatischen Revisionen, die einen relativ kurzen – aber repräsentativen – Ausschnitt aus der sogenannten „Schlacht der Pläne“ zwischen dem MITI, der KeKo und der Elektrizitätswirtschaft wiedergeben und in der Regel realistisch – plus mindestens fünf Jahre Wunschdenken – waren, sollten nicht den Blick verstellen für die realen Fortschritte des japanischen Kernenergieprogramms, über das die Langzeitprogramme und die Jahresberichte der KeKo auch Rechenschaft ablegen. Vom Beginn bis zur Mitte der 1980er Jahre erhöhten die japanischen Energieversorgungsunternehmen die installierte

KKW-Leistung nämlich von 15,51 auf 24,52 Gigawatt. Die KeKo hatte den Neuausbau für 1990 und 1995 auf 34 Gigawatt bzw. 48 Gigawatt elektrische Leistung herunterrevidiert, das heißt um etwa fünf Jahre gestreckt. Auf dieser Grundlage sollte die Kernenergie 1995 einen Anteil von 35% der Stromerzeugung bestreiten, die insgesamt über 800 Mrd. Kilowattstunden betragen soll. Kraftwerke auf Erdgasbasis sollten dann 21% der Stromerzeugung stellen, gefolgt von Öl 14%, Wasserkraft 13% und Kohle 12%.

Tabelle 15: Die Kernenergie-Perspektive des MITI von 1985 bis zum Jahre 2030 (ANARE, MITI 1986: 87)

Jahr	1985	2010	2030
Kernstromerzeugungskapazität (in Megawatt)	24.500	87.000	137.000
Einheiten	32	86	112
Kernstromerzeugung (Mrd. Kilowattstunden)	159	550	900
Anteil an der Stromerzeugung (in Prozent)	26%	49%	58%
Einnahmen der Nuklearindustrie (Bio. Yen)	1,6	4,2	6,7
Personal im Nuklearbereich (in 1.000 Personen)	50	130	170
Anteil der Kernkraft an der Primärenergie	9%	20%	27%

Der zweite Vorsitzende des Verbandes der Elektrizitätswirtschaft (Denki Jigyō Rengōkai), Ōgaki Tadao, und der Direktor der Sektion für Kernenergie des Amtes für Energiequellen (AfE; Shigen Enerugichō) im MITI, Ōtsuka Kazuhiko, erklärten im Juni 1984 zur künftigen Bedeutung der Kernenergie für die japanische Energieversorgungsstruktur, daß sie „the country’s largest power source by around the year 2000“ (Ōtsuka/Ōgaki 1984: 17) sein, Japan dann „nur“ noch zu 70% von ausländischen Anreicherungsdiensten abhängig sein und Plutonium seriell in Leichtwasser- und fortgeschrittenen thermischen Reaktoren rezykliert werde.

Die Realisierung von Prognosen in Perspektivstudien des MITI und die Planbarkeit des japanischen Kernenergieprogramms überhaupt kann beim Blick in den historischen Rückspiegel natürlich leicht in Frage gestellt werden. Aber zum Zeitpunkt ihrer Formulierung und mit dem Feingehaltsstempel offizieller Politik versehen, gewinnt zum Beispiel die MITI-Perspektivstudie des Jahres 1985 – ungeachtet technischer, ökonomischer und politisch-sozialer Unwägbarkeiten, die sich in den nächsten 40 Jahren noch herausstellen werden – große programmatische Bedeutung: Nach ihr soll der japanische Nuklearpark im Jahre 2030 mit einer dann installierten Kernstromerzeugungskapazität von insgesamt 137.000

Megawatt (+550%) rund 58% des nationalen Stromanteils produzieren. Das Betriebs- und Wartungspersonal müßte dazu von 50.000 auf 170.000 Personen aufgestockt werden. Der Einführung eines in Japan entwickelten 1.000-MW-Demonstrations-SBR um die Jahrhundertwende sollen zwei kommerzielle 1.500-MW-SBRs folgen. Den entsprechenden Umfang des Nuklearmarktes in der Periode von 1985 bis zum Jahre 2030 schätzte das MITI auf rund 180 Billionen Yen, wovon der Kernkraftwerksbau 50 Bio. Yen, der Betrieb, die Wartung und die Reparaturen 60 Bio. Yen und der nukleare Brennstoffzyklus 70 Bio. Yen absorbieren sollen (atw, 8–9/1986: 407; ANARE, MITI 1986: 87).

Nach der autoritativen Kernenergie-Perspektive des MITI von 1985 bis zum Jahre 2030 (vgl. Tabelle 15) sieht das japanische Programm für den Ausbau der Kernstromerzeugungskapazität langfristig eine – mehr als – Verfünffachung von 1985 bis zum Jahr 2030 vor. Bei einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Reaktorblock-Einheiten wird diese Entwicklung mit – nahezu – einer Vervierfachung der Anzahl der Blockeinheiten einhergehen. Gegen Ende der ersten Dekade des neuen Jahrtausends soll die Kernenergie an der Gesamtstromerzeugung einen Anteil von rund 50% erreichen. Um die gesteckten langfristigen Ziele erreichen zu können, nimmt das MITI eine Verdreieinhalbfachung des im Nuklearbereich tätigen Personals an. Die Realisierung dieser hochgesteckten Ziele bleibt – auch und gerade bei scheinbar verlangsamter Ausbaugeschwindigkeit und technischen Prioritätsverschiebungen – weiterhin zu beobachten.

## **6.7 Das Langzeitprogramm von 1987**

Nach Ablauf der dritten Dekade der Entwicklung und Nutzung der Kernenergie in Japan und etwa vier Jahre nach der Verabschiedung des Langzeitprogramms von 1982 bildete die Kernenergiekommission (KeKo) im April 1986 erneut einen Unterausschuß für ein neues Langzeitprogramm. Sein Planungs- und Koordinationsausschuß der von Prof. em. Ōshima (Universität Tōkyō) geleitet wurde, untergliederte sich in vier Arbeitsgruppen: 1. Stromerzeugung mit Leichtwasserreaktoren (LWR) und Kernbrennstoffzyklus, 2. Entwicklung fortgeschrittener Leistungsreaktoren und Plutoniumrezyklierung, 3. technologische Grenzen und 4. internationale Beziehungen. In ihnen diskutierten Experten aus Industrie, Staat und Wissenschaft etwa ein Jahr lang alle Fragen der Kernenergieentwicklung und -nutzung. Das Konzentrat dieses Arbeitsprozesses legte der Vorsitzende der KeKo, Mitsubayashi, am 22. Juni 1987 als das aktuell gültige Langzeitprogramm zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie vor.

Als Hauptgründe für eine neuerliche Revision des Langzeitprogramms führte die KeKo darin an, daß sich das Wachstum des Energiebedarfs, vornehmlich der Fertigungsindustrien, in der ersten Hälfte der 1980er Jahre verlangsamt habe und die „Angebot-Nachfrage-Situation weltweit entspannt“ (NGSK 1987: 2) sei; die damit in Zusammenhang stehende Größe des nuklearen Brennstoffzyklus bedürfe somit Korrekturen. Zweitens wären aus den „erheblichen Fortschritten“ der letzten Jahre neue Aufgaben abzuleiten und zu verteilen. Mit Bezug auf die Tatsache, daß die Kernstromerzeugung im Fiskaljahr 1985 mit 26% erstmals den Stromanteil ölfuehrender Wärmekraftwerke um 1% übertroffen und eine mittlere Rekord-Arbeitsausnutzung von 76% erreicht hatte, begründete die KeKo die „Nuclear First, Oil Second“-Ära (ANARE 1986: 1) und unterstrich ihre künftige Rolle als „Hauptstromquelle“ (*shuryoku dengen*) sowie ihren Charakter als „quasi-inländische Energiequelle“ (*jun-kokusuan enerugi*) (NGSK 1987: 11). Mit Blick auf den Brennstoffzyklus konzidierte sie, daß gegenwärtig nur die Brennelementfertigung das Stadium der Kommerzialisierung erreicht habe, kündigte aber an, daß sowohl die Urananreicherung als auch die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennstäbe sowie auch die Lagerung niedrigradioaktiven Abfalls die Vorstufen zur industriellen Reife in den folgenden Jahren überschreiten und der Phase der Kommerzialisierung zugeführt würden. Für ihre Prognose, der zufolge sich die „praktische Anwendung von und die Plutoniumnutzung in Schnellen Brutreaktoren (SBR) voraussichtlich bis zum Jahr 2010 verzögern (NGSK 1987: 3) dürfte, nannte die KeKo einen positiven und einen negativen Grund: Zum einen wären die Leichtwasserreaktoren mittlerweile technisch und ökonomisch etabliert und auch der langfristige Uranbedarf gesichert, zum anderen gäbe es aber noch große Probleme, den „aussichtsvollsten Reaktor zur Stromerzeugung“ (*honmei no ro*), den Schnellen Brutreaktor, auf den Weg der Wirtschaftlichkeit zu führen.

Zum Zeitpunkt der Verabschiedung des neuen Langzeitprogramms erzeugten 33 Kernreaktoren mit einer Kapazität von rund 25,68 Gigawatt elektrische Energie (vgl. Tabelle 16). Im abgelaufenen Fiskaljahr hatten sie mit 27% erneut den größten Beitrag zur Stromerzeugung geleistet.

Alle japanischen Kernreaktoren, ein gasgekühlter Reaktor (GGR), 16 Siedewasserreaktoren (SWR) und 16 Druckwasserreaktoren (DWR), arbeiten auf kommerzieller Basis. Die künftige Kernkraftwerksleistung revidierte die KeKo gegenüber den Prognosen des Programms von 1982 deutlich herunter: Bis zum Jahr 2000 sollte eine Kapazität von mindestens 53 Gigawatt rund 40%, bis zum Jahr 2030 mindestens 100 Gigawatt rund 60% des gesamten Stroms in Japan erzeugen (NGSK 1987: 103). Diese

„Revision nach unten“ stellte, positiv formuliert, immerhin noch eine Verdoppelung der Kernkraftwerksleistung in nur 13 Jahren dar.

Tabelle 16: Status quo der Kernstromerzeugungskapazität zum Zeitpunkt der Verabschiedung des Langzeitprogramms von 1987 (NGSK 1987: 102)

Status	Einheiten	Megawatt
In Betrieb	33	25.681
In Bau	12	11.988
Bestellt	6	5.527
Insgesamt	51	43.196

Das Japanische Atomindustrie-Forum (JAIF) rechnete mit der kommerziellen Inbetriebnahme von 22 Kernkraftwerksblöcken mit insgesamt 20.972 Megawatt in den folgenden zehn Jahren und spezifizierte diese Prognose zwei Monate vor der Verabschiedung des neuen Langzeitprogramms. Angaben über den Reaktortyp für die letzten fünf Kernkraftwerksblöcke lagen nicht vor, weil das Planungsstadium noch nicht abgeschlossen war (atw, 8–9/1987: 381):

- September 1987: Fukushima II-4 (1.100-MW-Siedewasserreaktor),
- September 1987: Hamaoka-3 (1.100-MW-Siedewasserreaktor),
- Februar 1989: Shimane-2 (820-MW-Siedewasserreaktor),
- Februar 1989: Tomari-1 (579-MW-Druckwasserreaktor),
- April 1990: Kashiwazaki-Kariwa-5 (1.100-MW-Siedewasserreaktor),
- Oktober 1990: Kashiwazaki-Kariwa-2 (1.100-MW-Siedewasserreaktor),
- März 1990: Ikata-3 (890-MW-Druckwasserreaktor),
- Juni 1991: Tomari-2 (579-MW-Druckwasserreaktor),
- Oktober 1991: Ōhi-3 (1.180-MW-Druckwasserreaktor),
- August 1992: Ōhi-4 (1.180-MW-Druckwasserreaktor),
- März 1993: Noto-1 (540-MW-Siedewasserreaktor),
- Juli 1993: Kashiwazaki-Kariwa-3 (1.100-MW-Siedewasserreaktor),
- Juli 1993: Genkai-3 (1.180-MW-Druckwasserreaktor),
- September 1993: Hamaoka-4 (1.137-MW-Siedewasserreaktor),
- Juli 1994: Kashiwazaki-Kariwa-4 (1.100-MW-Siedewasserreaktor),
- Juli 1995: Onagawa-2 (825-MW- Siedewasserreaktor),
- Juli 1995: Genkai-4 (1.180-MW-Druckwasserreaktor),

- Juli 1996: Kashiwazaki-Kariwa-6 (1.356 Megawatt),
- Oktober 1996: Ōura-1 (1.200 Megawatt),
- Dezember 1996: Ashihama (1.100 Megawatt),
- März 1997: Kansai (1.200 Megawatt),
- März 1997: Ōma (606 Megawatt).

Zur Verwirklichung der LWR-Ausbaupläne werden bis zur Jahrtausendwende mindestens 20 Standorte, bis zum Jahr 2030 mehr als 30 Standorte erforderlich. Bis zum Juni 1987 hatten die Energieversorgungsunternehmen dem MITI 15 Standorte, darunter acht neue, vorgeschlagen.

Im Rahmen des Kernbrennstoffzyklus schätzte die KeKo den kumulativen Uranerzbedarf bis zur Jahrtausendwende auf rund 200.000 Tonnen, für das Jahr 2030 auf mindestens 700.000 Tonnen Uranerz. Zu diesem Zeitpunkt hatten die Energieversorgungsunternehmen ihren Bedarf durch langfristige Lieferverträge mit Kanada, Großbritannien, Australien, Südafrika, Frankreich und den USA sowie durch Joint-ventures, zum Beispiel mit Australien zur Ausbeutung der Ranger-Mine oder mit Frankreich, Spanien und Niger in der afrikanischen Akouta-Mine, abgedeckt. Japan, das heißt seine Energieversorgungsunternehmen betreiben eine Vorratslagerpolitik, die im Krisenfall den Bedarf für zwei Jahre deckt (NGSK 1987: 38–39).

Den jährlichen Anreicherungsbedarf schätzte die KeKo für die Jahrhundertwende auf 7.000 Tonnen Urantrennarbeit (UTA) und bis zum Jahr 2030 auf mehr als 10.000 Tonnen UTA. Im Bewußtsein der enormen globalen Überkapazitäten, die auf dem Gebiet der Lohnanreicherung durch die USA, die Sowjetunion, EURODIF (Belgien, Frankreich, Italien, Spanien) und URENCO (Großbritannien, Niederlande, Bundesrepublik Deutschland) auch noch auf Jahre hinaus fortbestehen werden, unterstrich die KeKo die konsequente japanische Fortführung der Entwicklung inländischer Anreicherungskapazitäten, die nach dem Gaszentrifugenverfahren wirtschaftlich arbeiten und kurz nach der Jahrhundertwende rund 3.000 Tonnen Urantrennarbeit umfassen würden. Aus Gründen einer „Verbesserung der internationalen Konkurrenzfähigkeit“ (NGSK 1987: 40) hält es die KeKo nicht für undenkbar, daß diese Zielgrenze auch überschritten wird. Auf dem Gebiet der Konversion in Uranhexafluorid findet ebenfalls eine integrierte öffentliche und private FuE-Förderung mit dem Ziel statt, sie auf die Reifestufe der industriellen Anwendung zu heben.

Tabelle 17: FuE-Energiebudget im Fiskaljahr 1987 (Mrd. Yen) (International Energy Agency 1988: 282)

1. Konservierung	12,13 Milliarden Yen
2. Öl und Gas	16,68 Milliarden Yen
Kohle	35,53 Milliarden Yen
Atom (ohne SBR)	149,33 Milliarden Yen
3. Neue Energiequellen:	
Sonne	7,58 Milliarden Yen
Wind	0,46 Milliarden Yen
Meer	0,15 Milliarden Yen
Biomasse	1,53 Milliarden Yen
Erdwärme	5,14 Milliarden Yen
4. Atom (fortgeschritten)	95,75 Milliarden Yen
5. Andere Energiequellen	1,21 Milliarden Yen
6. Unterstützende Techniken:	
Strom	4,62 Milliarden Yen
Energiespeicherung	4,42 Milliarden Yen
Sonstige	2,49 Milliarden Yen
Insgesamt:	337,02 Milliarden Yen

Anmerkung: Alle Zahlen sind gerundet.

Für eine Aufarbeitung abgebrannter Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren rechnet die KeKo mit einer jährlich erzeugten Menge von mindestens 1.100 Tonnen bis zur Jahrhundertwende, die im Jahre 2030 rund 2.000 Tonnen übersteigen wird. Die offizielle Wiederaufarbeitungspolitik hat hierbei den Kontrollstandpunkt einer „Reduzierung radioaktiver Abfälle durch Wiederaufarbeitung“ und den Effektivitätsstandpunkt einer „ökonomischeren Nutzung der Uranreserven und Reduzierung der Abhängigkeit vom Ausland durch Wiederaufarbeitung“ (NGSK 1987: 41) eingenommen. Die für die sogenannte „Brüter-Ära“ (*kōsoku zōshokuro jidai*) unerläßliche Plutoniumnutzung wird im Rahmen einer schrittweisen Autarkisierung des nuklearen Brennstoffzyklus vorangetrieben. Die erste private Wiederaufarbeitungsanlage (WAA) soll mit einer Kapazität von 800 Tonnen Mitte der 1990er Jahre in Rokkasho-mura auf der Shimokita-Halbinsel (Präfektur Aomori) den Betrieb aufnehmen. Der Bau einer zweiten privaten WAA wird vermutlich vom künftigen

Plutoniumbedarf abhängig gemacht werden. Ihre voraussichtliche Inbetriebnahme wurde im neuen Langzeitprogramm vorsichtig mit dem Ende der ersten Dekade des 21. Jahrhunderts angegeben (NGSK 1987: 42–43).

Auf dem Gebiet der Entsorgung niedrigradioaktiver Abfälle führt die Firma Japan Nuclear Fuels Industries Co. seit 1986 vorbereitende Arbeiten für den Bau eines Endlagers in Rokkasho-mura durch. Es soll programmgemäß im Jahre 1991 den Betrieb aufnehmen und eine Endkapazität von 600.000 Kubikmetern oder drei Millionen 200-Liter-Fässern aufweisen (NGSK 1987: 43–47). Die Entsorgungspolitik und ihre Prinzipien werden ausführlicher in Kapitel 7, Abschnitt 4 besprochen.

Die FuE-Geldmittel für den Bereich der Kernenergie (vgl. das FuE-Energiebudget im Fiskaljahr 1987 in Tabelle 17) werden sich laut KeKo in der Periode von 1987 bis zur Jahrhundertwende schätzungsweise auf rund 7 Billionen Yen belaufen, die folgendermaßen aufgeschlüsselt werden können: a) ca. 2,5 Bio. Yen für die Entwicklung neuer Reaktortypen und -ausrüstungen zur Stromerzeugung, b) ca. 2,1 Bio. Yen für den nuklearen Brennstoffzyklus, c) ca. 0,9 Bio. Yen für die Kernfusion und die Strahlennutzung und d) ca. 1,5 Bio. Yen für andere Grundlagenforschung.

Tabelle 18: Quellen der FuE-Gelder für die technische Entwicklung in ausgewählten Industrien (ANARE 1986: 48)

	Staat	Privatwirtschaft
Industrie (insgesamt)	24%	76%
Nuklearindustrie	70%	30%
Elektroindustrie	2%	98%
Raumfahrtindustrie	95%	5%

Zu den öffentlichen FuE-Mitteln rechnet die KeKo für den genannten Zeitraum nicht-öffentliche FuE-Mittel in Höhe von ca. 2,2 Bio. Yen hinzu. Des weiteren wird die Elektrizitätswirtschaft nach ihrer Prognose von 1987 bis zum Jahr 2000 insgesamt rund 14 Bio. Yen in den Bau neuer Leichtwasserreaktoren und kommerzieller Anlagen des nuklearen Brennstoffzyklus investieren (NGSK 1987: 79). Wie tragend die Rolle des Staates im Bereich der Nuklearforschung war und ist, zeigt ein Vergleich der relativen Verteilung der Quellen für FuE-Mittel zur technischen Entwicklung für einige Entwicklungsbereiche (vgl. Tab. 18): Bezogen auf alle FuE-Gelder der Industrie beteiligte sich der japanische Staat bislang mit weniger als einem Viertel der angefallenen Kosten in Form von Unterstützungen und

Beihilfen. Auf dem Gebiet der Kernenergie-FuE beglich der japanische Fiskus jedoch mehr als zwei Drittel der angefallenen Unkosten. Für die FuE im Bereich der Kernenergie gilt somit auf Grund der enormen Zeit-Kapital-Risiken der Sonderfall einer umgekehrten FuE-Politik wie sie in der japanischen Industrie im allgemeinen praktiziert wird.

Tabelle 19: Schätzungen bzw. Zielmarken der Kernenergiekommission zum Ausbau der Kernstromerzeugungskapazität nach den Langzeitprogrammen zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie in Gigawatt (eigene Zusammenstellung nach: NGSK 1987: 103; NGSK 1982: 1–25; Genshiryoku Iinkai 1978: 31; Kume 1975: 46; KGCGK 1968: 8–11; JAEC 1961: 17; NGSK 1958: 1–35)

Langzeitprogramme	1956	1961	1967	1972	1978	1982	1987
1965	0,6	—	—	—	—	—	—
1970	—	1	—	—	—	—	—
1975	7	—	6	—	—	—	—
1980	—	7,25	17,5	32	—	—	—
1985	—	—	35	60	33	—	—
1990	—	—	—	100	60	46	—
2000	—	—	—	—	—	90	53
2030	—	—	—	—	—	—	100

Hinsichtlich des Humankapitals unterscheidet die KeKo in ihrem neuen Langzeitprogramm zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie zwischen den beiden Gebieten der Energie- und Strahlennutzung: Die Anzahl der Wissenschaftler und Techniker, die in der Energienutzung beschäftigt sind, soll von rund 32.000 Personen auf etwa 45.000 Personen bis zum Jahr 2000 anwachsen. Das auf dem Gebiet der Strahlennutzung tätige wissenschaftliche Personal soll sich von gegenwärtig rund 23.000 Personen auf 30.000 Personen bis zur Jahrhundertwende erhöhen. Diese Steigerung der Ausbildungszahlen um rund 40% in 13 Jahren soll hauptsächlich von den Universitäten geleistet werden. Das Amt für Energiequellen des MITI hingegen unterscheidet zwischen Forschern und Personal für den Betrieb, die Instandhaltung und die Reparatur von Nuklearanlagen. Erstere, die Anzahl der Forscher und Techniker in Industrie und Wissenschaft, beziffert es auf rund 10.000 Personen. Letzterer Personenkreis soll von etwa 40.000 Personen im Jahre 1985 auf 130.000 Personen im Jahre 2030 ansteigen (ANARE 1986: 55–56).

Fazit: Ungeachtet der Gerüchte und Debatten über die „Einmottung bestehender Atomkraftwerke“ (FR, 29.09.1989: 9) betreibt Japan heute die umfassendsten Ausbaupläne

weltweit.

## **7. Politik zur Schließung des nuklearen Brennstoffzyklus**

### **7.1 Das Uranerz**

Japan verfolgt seit Mitte der 1950er Jahre eine politische Strategie der Diversifizierung zur kurz-, mittel- und langfristigen Sicherung des nationalen Uranbedarfs. Sie schloß und schließt alle gangbaren Wege mit ein: Die Erschließung inländischer Uranvorkommen, den Abschluß langfristiger Lieferverträge mit verschiedenen Lieferländern, die Beteiligung an Joint-ventures zur Prospektierung und Exploitation ausländischer Natururanvorkommen und natürlich die Vorratshaltung.

Das japanische Parlament bewilligte 1954 zum ersten Mal Haushaltsmittel für die Prospektierung inländischer Uranerzstätten (vgl. die hinreichend gesicherten Uranressourcen verschiedener Länder in Tabelle 20) und beauftragte die Geologische Gesellschaft mit ihrer Suche und Vermessung. Zwei Jahre später starteten die im Juli 1956 gegründete staatliche Genshi Nenryō Kōsha (Gesellschaft für Kernbrennstoffe, GfK) – ihr erster Generaldirektor wurde ein Bergbauingenieur von Mitsubishi Mining, Takahashi Saisaburō – und die geologische Vermessungsstelle ein 10-Jahres-Programm, das im Jahre 1966 um weitere zehn Jahre verlängert werden sollte. Damals wurden in mehreren Präfekturen Uranvorkommen entdeckt. Während des ersten Prospektierungsprojektes für eine Fläche von „overly 77,000 square miles“ (Huff 1973: 103) ging es der Regierung hauptsächlich um die Bedarfsdeckung für ihre importierten Forschungsreaktoren. Die wichtigsten Uranerzstätten liegen im Südwesten der Hauptinsel Honshō an der Grenze der Präfektur Okayama zur Präfektur Tottori und in der Präfektur Gifu. Es stellte sich im Laufe der Förderungstätigkeit heraus, daß die Minen von Ningyō-tōge neben denen in Tono sowohl in der Kategorie der hinreichend gesicherten als auch in der Kategorie der geschätzten zusätzlichen Uranreserven die einzigen von wirtschaftlicher Bedeutung waren.

Tabelle 20: Hinreichend gesicherte Uranressourcen – 1. Januar 1987 (1.000 t U) (OECD, NEA/IAEA 1988: 19)

Land	Kostenklasse 80 US-\$ /kg U oder weniger	Kostenklasse 80–130 US-\$ /kg Uran	Insgesamt 130 US-\$ /kg U oder weniger
Algerien	26,00	0,00	26,00
Argentinien	9,30	2,60	11,90
Australien	462,00	56,00	518,00
Brasilien	163,05	0,00	163,05
BR Deutschland	0,80	4,00	4,80
Dänemark	0,00	27,00	27,00
Finnland	0,00	1,50	1,50
Frankreich	53,76	11,39	65,15
Gabun	14,90	4,65	19,55
Griechenland	0,40	0,00	0,40
Indien	34,73	10,96	45,69
Italien	4,80	0,00	4,80
Japan	0,00	6,60	6,60
Kanada	153,00	96,00	249,00
Mexiko	4,50	3,24	7,74
Namibia	97,30	16,00	113,30
Niger	173,71	2,20	175,91
Peru	0,00	1,52	1,52
Portugal	7,10	1,40	8,50
Schweden	2,00	37,00	39,00
Somalia	0,00	6,60	6,60
Spanien	26,70	6,20	32,90
Südafrika	247,07	102,10	349,17
Türkei	0,00	3,90	3,90
USA	124,00	274,00	398,00
Zaire	1,80	0,00	1,80
Zentralafrikanische Republik	8,00	8,00	16,00
Insgesamt (gerundet)	1.615,00	683,00	2.298,00

Die im Jahre 1967 gegründete Dōnen, die die Gesellschaft für Kernbrennstoffe (GfK) absorbierte, führte landesweit deren Prospektierungen fort und hatte bis zum Jahre 1975 rund 200.000 Quadratkilometer der mehr als 370.000 Quadratkilometer großen Landesfläche nach Uranvorkommen untersucht. In den Fiskaljahren 1983 und 1984 war die Dōnen die einzige Organisation in Japan, die an vier Stellen in Zentral- und Süd-Japan Prospektierungen durchgeführt hat: jedoch ohne nennenswerten Erfolg. Unter Einbeziehung nordöstlicher Landesteile galt dasselbe für die Fiskaljahre 1985 und 1986. Für Japan wurden die hinlänglich gesicherten Reserven der RAR-Kategorie (*reasonably assured reserves*) in der Kost-Kategorie 80 US-Dollar je Kilogramm Uran am 1. Januar 1985 auf insgesamt 7.700 Tonnen geschätzt. Zwei Jahre später revidierte die japanische Regierung diese Angabe auf 6.600 Tonnen Uranerz der Kost-Kategorie 80 bis 130 US-Dollar je Kilogramm nach unten. Bis einschließlich 1980 investierten der staatliche und der private Sektor insgesamt 4,35 Mio. US-Dollar in die inländische Uranprospektierung. Japan liegt damit um ein Vielfaches hinter den Anstrengungen vergleichbarer Industrieländer mit vergleichbar geringen eigenen Reserven: Die Bundesrepublik Deutschland zum Beispiel investierte bis zum Jahre 1981 insgesamt mehr als 63 Mio. US-Dollar, Italien rund 52 Mio. US-Dollar in die inländische Uranerzsuche. Zwischen 1981 und 1987 bewegten sich die jährlichen Ausgaben in Japan für diesen Zweck zwischen 580.000 und 770.000 US-Dollar. Japan produzierte bis zum Jahre 1981 kumulativ nur 50 Tonnen Uranerz. Diese Menge stieg bis 1986 auf 79 Tonnen an: 1981 drei Tonnen, 1982 fünf Tonnen, 1983 und 1984 jeweils vier Tonnen und 1986 sechs Tonnen Uranerz (vgl. die Entwicklung der Uranerz-Produktion in Japan in Tabelle 21). Die erwartete Schürfmenge für das Fiskaljahr 1987 schätzte man auf rund sieben Tonnen Uranerz (OECD/NEA, IAEA 1986: 235–241, 1988: 25–32, 34 u. 109–114).

Tabelle 21: Entwicklung der Uranproduktion in Japan im historischen Überblick (in Tonnen Uran) (OECD/NEA, IAEA 1988:47)

Vor 1970	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
2 t	1 t	7 t	8 t	10 t	7 t	3 t	2 t	1 t
1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
2 t	2 t	5 t	3 t	5 t	4 t	4 t	5 t	6 t

Insgesamt: 70 t

Im Rahmen der überseeischen Uranerzprospektierung und Uranproduktion investierten die

Döner und drei private Firmen bis zum Fiskaljahr 1981 insgesamt rund 126 Mio. US-Dollar (Bundesrepublik Deutschland: 216 Mio. US-Dollar). Seit 1981 sind die Döner und die privaten Bergbaugesellschaften in einer Höhe von insgesamt rund 25 Mio. US-Dollar pro Jahr beteiligt: Sie investierten von 1981 bis 1987 insgesamt rund 174 Mio. US-Dollar für diesen Zweck. Infolge der Yen-Aufwertungen ergibt sich für die 1980er Jahre das Erscheinungsbild eines – gegenüber den vergangenen zwei Jahrzehnten – in relativ hohem Wachstum begriffenen Engagements, aber real ist eher ein relativ gleichbleibendes Niveau an Prospektierungstätigkeit mit der Tendenz zur Diversifizierung der Zielländer zu konstatieren. Den ersten Drei-Jahres-Vertrag über den Uranabbau im Ausland schloß die Mitsubishi Metal Mining Co. mit der Rio Algom Mines of Canada über eine gemeinsame Prospektierung in Wyoming. Weitere Abkommen mit Kanada (Princess Mary, Cross Lake, Key Lake etc.), Australien (Ranger, Mulga Rock etc.), Niger (Azelik, Akouta etc.), der Zentralafrikanischen Republik (Bakouma), Sambia (Kariba Lake) und Simbabwe sollten folgen. Allein der Prospektionsvertrag der Döner mit der sambischen Regierung sah ein Prospektions- und Bohrprogramm in den 1980er Jahren von rund 1,3 Mio. US-Dollar vor. Seit 1984 ist die Döner auch in China an der Uranerzsuche beteiligt. Eine zehnjährige mittlere Leadtime von der Prospektierung und den Bohrungen bis zur Produktion schwarzer Zahlen führte dazu, daß sich zunächst hauptsächlich die Döner in der überseeischen Uranerzsuche engagierte. Daneben haben die neun Energieversorgungsunternehmen (EVU) und private Bergbaugesellschaften eine eigene Aktiengesellschaft für die Uranerschließung, die sogenannte Kaigai Uran Shigen Kaihatsu, gegründet. Die zweitgrößte private Erschließungsgesellschaft, die Australien-Erschließungsgesellschaft, die sogenannte Gōshū Uran Shinkō wurde von der Daiichi-, der Sumitomo- und der Mitsubishi-Nuklearindustriegruppe ins Leben gerufen. Die übrigen drei Urangesellschaften sind Tōkyō Uranium, Overseas Uranium Resources and Development Co. und Taihei Uranium Exploration Corp. Zwar verfügen die einzelnen Nuklearindustriegruppen über je eigene Erschließungsfirmen, aber die Prospektierungs- und Förderungsaktivitäten der Döner sind mit je vier Projekten in Kanada und Australien sowie je einem Projekt in Brasilien, Simbabwe, der Zentralafrikanischen Republik und Niger qualitativ und quantitativ bei weitem die größeren. Auf der Grundlage einer Joint-venture-Unternehmung mit Frankreich, Spanien und Niger in Niger hat Japan mit einer Lieferfrist von 1978 bis 1996 20.000 Tonnen Uranerz vertraglich garantiert bekommen. Das ist zwar erheblich mehr als die inländische Uranerzausbeute, deckt aber noch kaum 15% des nationalen Uranerzbedarfs. Die japanische Politik für eine mittel- und langfristige Versorgung mit Natururan stützt sich daher

hauptsächlich auf langfristige Liefer- und Kaufverträge mit Kanada, Australien, Frankreich, Großbritannien, Südafrika und den USA; zumal die weltweite Uranproduktion seit 1965 – mit wenigen Ausnahmen wie 1985 – Jahr für Jahr einen Überschuß produziert hat, der sich dem Interesse an einer Vorratshaltung verdankt. Das Vertragsvolumen mit diesen Ländern beläuft sich von 1969 bis zum Jahr 2003 auf insgesamt 173.000 Tonnen Uran und bildet das Rückgrat der langfristigen Versorgungspolitik der Energieversorgungsunternehmen mit Ausgangsstoffen. Japan bezieht somit etwa 33% seines Uranerzes von Kanada, rund 22% aus Großbritannien, je rund 11% aus Südafrika und Australien, rund 7% aus Frankreich und rund 6% aus den USA. Die übrigen 10% entstammen den eigenen Anstrengungen (NGSK 1987: 108; OECD/NEA, IAEA 1988: 174–179 u. 375–380; Dönen 1988: 6; Langer/Gilinsky 1967: 21; atw, 7/1980: 349; Genshiryoku Iinkai 1987: 97–98).

Noch im Jahre 1985 schätzten die OECD/Nuclear Energy Agency (NEA), deren Vollmitglied (*seishiki kamei*) Japan seit dem 20. April 1972 ist – assoziiertes bzw. außerordentliches Mitglied (*jun kamei*) war Japan bereits seit dem 23. Februar 1965 –, und die Internationale Atomenergie-Agentur (IAEA) auf der Grundlage von an die japanischen Kernkraftwerksbetreiber gesandte Fragebögen die Zunahme deren jährlichen Uranbedarfs von 5.900 Tonnen Uran im Jahre 1986 auf 12.000 Tonnen Uran im Jahre 2000 (OECD/NEA, IEAE 1986: 240). Zwei Jahre später revidierten sie die jährlichen Bedarfszahlen für 1986 und die Jahrhundertwende um 1.100 Tonnen Uran bzw. 2.800 Tonnen Uran auf 4.800 Tonnen Uran für 1986 und 9.200 Tonnen Uran für das Jahr 2000 herunter (OECD/NEA, IAEA 1988: 44). Die relativ hohen mittel- bis langfristigen Uranbedarfsprognosen der japanischen Stromwirtschaft in der ersten Hälfte der 1980er Jahre sind positiv korreliert mit der Revision der Ausbaupläne für Kernkraftwerke, der Entwicklungsstufe, der Entwicklungsgeschwindigkeit und dem Entwicklungsumfang neuer Reaktortypen mit fortgeschrittener Brennstoffökonomie sowie den Errichtungsfortschritten von inländischen WAA-Kapazitäten in der zweiten Hälfte der 1980er und den 1990er Jahren. Die finanziellen und technischen Probleme, programmgemäß Schnelle Brutreaktoren zu entwickeln, zu errichten und in Betrieb zu nehmen, werden auf der anderen Seite vermutlich dazu führen, daß mehr aufgearbeitetes und separiertes Plutonium für die Nutzung in Leichtwasserreaktoren zur Verfügung stehen wird, so daß ein Spareffekt hinsichtlich des geplanten Uranbedarfs eintreten wird. Diese Entwicklung wird noch zu beobachten sein und hängt großteils von der Verfügbarkeit und der Wirtschaftlichkeit der inländischen Wiederaufarbeitungsanlagen und der Mischoxid-Brennelementfertigung ab (OECD/NEA, IAEA 1988: 53).

Abschließend kann festgehalten werden, daß die Regierung und die Nuklearindustrie im

Rahmen ihrer Politik zur mittel- und langfristigen Sicherung des Uranerzbedarfs auf einem niedrigen, aber relativ stetigen Niveau die inländische Prospektierung und Uranproduktion fördern, eine Reihe von Joint-ventures auf allen Kontinenten (Kanada, Australien, Afrika, China etc.) durchführen und nicht zuletzt über langfristige Kauf- und Lieferverträge und eine Diversifizierung der Lieferländer (Kanada, Australien, USA, Frankreich, Großbritannien, Südafrika, Niger, Sambia etc.) die Deckung des nationalen Uranbedarfs gewährleisten. Die Energieversorgungsunternehmen, die gemäß dem Außenhandelskontrollgesetz mit einer ministeriellen Genehmigung das Uran importieren, ergänzen diese Politik um praktiziertes Krisendenken und unterhalten Vorratslager: Eine Elektrizitätsgesellschaft benötigt für eine einjährige Stromproduktion mit einem Kraftwerk der 1-Gigawatt-Klasse rund 30 Tonnen Kernbrennstoff (drei Lastwagen), rund 1,3 Mio. Tonnen Öl (sieben Großtanker), rund 2,2 Mio. Tonnen Kohle (22 große Frachtschiffe) und rund 1 Mio. Tonnen Erdgas (16 Großtanker) (ANARE 1986: 2). Im Fall des Erdöls ist es für die Energieversorgungsunternehmen (EVU) mit relativ hohen Kosten verbunden, eine acht- bis zehnprozentige bzw. 120-Tage-Reserve zu lagern. Im Falle des Kernrohstoffs unterhalten die EVU von daher Vorratslager, die den Uranbedarf im Kriegs- und Krisenfall für rund zwei Jahre decken könnten.

## **7.2 Die Urananreicherung**

Auf dem Gebiet der Konversion von Uran bzw. Urankonzentrat in Uranhexafluorid und der Anreicherung von Uran war Japan von Beginn an auf nordamerikanische Anreicherungsdienste verwiesen. Aus Gründen der Systematik ist es sinnvoll, die in Kapitel 4 Abschnitte 1, 2 und 5 dargestellten japanisch-amerikanischen Abkommen mit Bezug auf die Urananreicherung zu rekapitulieren und diesem Abschnitt voranzustellen.

Die Bedingungen für den Transfer von Materialien zur zivilen Nutzung der Kernenergie wurden zum ersten Mal in dem japanisch-amerikanischen Standardabkommen vom 14. November 1955 festgelegt. Zwar wurde es am 16. Juni 1958 und später noch einmal am 26. Februar 1968 von neuen Nuklearabkommen abgelöst, die Transferbedingungen berührte dies im Kern jedoch nicht. Die US-amerikanische Regierung verknüpfte darin die Lieferung von Forschungsreaktoren und angereichertem Uran und Plutonium etc. mit einem Kontrollrecht über die Nutzung der Kernbrennstoffe sowie später auch über deren Wiederaufarbeitung, da diese neben ihrer Verwendungsweise zur Kernstromerzeugung auch der zur Waffenfertigung eignen. Diese Klausel zwischen „lessee“ und „lessor“ wurde ein fester Bestandteil sowohl des „Agreement of Lease of Special Nuclear Material“ (JAIL, No. 2, 1958: 184–191) vom 23.

Oktober 1956 als auch des „Second Agreement of Lease of Special Nuclear Material“ (JAIL, No. 2, 1958: 192–199) vom 8. Mai 1957 sowie auch des „Special Nuclear Material Lease Agreement“ (JAIL, No. 6, 1962: 270–287) vom 19. Mai 1961. Zwar wurden in den ersten Jahren des japanischen Kernenergieprogramms nur relativ geringe Mengen spaltbares Material benötigt, aber dennoch erhielt die japanische Regierung nicht in jedem Fall die vollständigen von ihr nachgefragten Mengen: Auf der Grundlage eines kurzfristigen Liefervertrages für Kernbrennstoffe vom Juni 1958 zum Beispiel erhielt sie von nachgefragten 270 Gramm U-235 nur 100 Gramm, von erbetenen 20 Gramm U-233 nur die Hälfte, und von einem Kilogramm Plutonium lieferten die USA nur 260 Gramm (Huff 1973: 103).

Mit dem japanisch-amerikanischen Kooperationsabkommen vom 26. Februar 1968 (JAIL, No. 13, 1969: 259–272) antizipierten die Signatarstaaten den im Laufe der nächsten Jahre bevorstehenden Übergang zur praktischen Anwendung der Kernenergie zur Stromerzeugung in Japan. Für eine Geltungsdauer von 30 Jahren gaben die USA eine Liefergarantie für „all of Japan’s requirements for uranium enriched in the isotope U-235 for use as fuel in the power reactor“ (§ 7 A). Die Mengenbegrenzung von 161.000 Kilogramm Uran, die in § 9 festgelegt worden war, „may be amended from time to time by mutual consent of the Parties“ (§ 7 A). In der Regel sollte das Uran des Isotops U-235 bis zu 20% angereichert werden dürfen. Ausnahmen davon waren möglich, „when the United States Commission (i.e. Atomic Energy Commission; M.K.) finds there is a technical or economic justification“ (§ 8) für einen solchen Transfer. Die japanische Regierung verpflichtete sich, kein nukleares Material, das aus der Nutzung des in Kernreaktoren eingesetzten Materials entstehen sollte, an andere Länder oder internationale Organisationen als die USA zu transferieren. Und der Transfer von metallischem Plutonium „shall not exceed a net amount of three hundred and sixty-five (365) kilograms“ (§ 9 B). Eine Weitergabe abgezweigter Plutoniums an eine dritte Nation wäre an die Zustimmung der USA gebunden. Ferner verpflichtete sich die japanische Regierung gemäß § 10 A (2), keine von den USA gelieferten Anlagen und Materialien für den Bau von Kernwaffen, für die Forschung und Entwicklung zur Erlangung von Kernwaffen oder überhaupt für irgendwie geartete militärische Zwecke zu benutzen. Die Anwendung von Safeguards durch die Internationale Atomenergie-Agentur (IAEA), die am 23. September 1963 zwischen den USA, Japan und der IAEA vereinbart worden war, wurde, da Safeguards ein dynamischer Prozeß war und ist, für den neuen Kooperationsvertrag fortgeschrieben (§ 12 A).

Die KeKo stellte im August 1969 erste Überlegungen in bezug auf eine Diversifizierung

der Bezugsquellen für angereichertes Uran an und legte einen Zwei-Stufen-Plan vor. In der ersten Stufe von 1970 bis 1972 sollten das Kernforschungsinstitut (KFI) und das Physikalisch-Chemische Forschungsinstitut (PCF) die Forschung und Entwicklung (FuE) im Bereich der Anreicherung nach dem Gasdiffusionsverfahren übernehmen. Die staatliche Dōnen sollte danach für die FuE auf dem Gebiet des Gaszentrifugenverfahrens verantwortlich zeichnen. In einer zweiten Stufe sollten die FuE-Resultate unter Berücksichtigung der Entwicklung in Nordamerika und Europa in eine politische Richtlinienentscheidung münden. Die KeKo gründete zu diesem Zweck im Oktober 1970 einen „Arbeitskreis für Maßnahmen zur Urananreicherung“ (Nōshuku Uran Taisaku Kondankai), der bis zum Dezember des folgenden Jahres in seinem Bericht programmatische Empfehlungen vorlegte. In diesem „Grundprogramm für die Erforschung und Entwicklung der Urananreicherung“ (*uran nōshuku kenkyū kaihatsu keikaku*) wurde als Zielvorgabe für die 1980er Jahre die inländische Verfügung über die Urananreicherung formuliert. Der ebenfalls von der KeKo eingesetzte „Arbeitskreis für ein Programm zur internationalen Anreicherung“ (Kokusai Nōshuku Keikaku Kondankai) konzentrierte seine Aktivitäten auf bilaterale Gespräche mit den USA und Frankreich im Hinblick auf ein mögliches gemeinsames Anreicherungsprojekt. Der „Arbeitskreis für die technische Entwicklung der Urananreicherung“ (Uran Nōshuku Gijutsu Kaihatsu Kondankai), der im Januar 1972 von der KeKo eingesetzt worden war, unterzieht seither die langfristige FuE-Förderungspolitik zur Urananreicherung einer ständigen Überprüfung (Genshiryoku Iinkai 1972: 32, 1973: 57–59). Im März 1972 gründeten 19 japanische Privatunternehmen und Organisationen beim Zentralen Forschungsinstitut der Stromindustrie (ZeFoSi) einen Forschungsausschuß für Urananreicherung, der bis zum Dezember 1973 die technische und wirtschaftliche Durchführbarkeit eines multinationalen Anreicherungsunternehmens unter japanischer Beteiligung untersuchen sollte. Etwa zur gleichen Zeit untersuchte eine Arbeitsgruppe der KeKo die Bedingungen der Möglichkeit einer Zusammenarbeit mit Frankreich für den Bau einer Gasdiffusionsanlage. In Washington verhandelten Vertreter der japanischen Energieversorgungsunternehmen (EVU) und der Nuklearindustrie mit Vertretern der US-amerikanischen KeKo über eine Beteiligung am Bau einer Urananreicherungsanlage in den USA nach dem von General Electric entwickelten Verfahren der Gasdiffusion. Diese Gespräche müssen sich jedoch in einem sehr vorläufigen Stadium befunden haben, da die japanische Seite später vermutete, daß die US-amerikanische KeKo „has put up a trial balloon to test reaction to the idea“ (Nucleonics Week, 3.2.1972). Diese Option wurde wohl noch früher fallengelassen als die, mit Kanada, Australien oder der britisch-niederländisch-deutschen Troika (URENCO) zusammenzuarbeiten.

Der Direktor des ZeFoSi und zweite Vorsitzende des Forschungsausschusses für Urananreicherung, Fujinami Tsuneo, repräsentierte als ehemaliger Direktor des Amtes für Wissenschaft und Technik (AWT) und Mitglied der KeKo den Konsens der Allianz zwischen der Nuklearindustrie und der staatlichen Kernenergieverwaltung und verantwortete letztendlich die Empfehlungen gegenüber der KeKo. Fujinami führte drei Optionen an, um den Anreicherungsbedarf der Elektrizitätswirtschaft langfristig kostengünstig zu sichern: „First, a multinational plant abroad, second, a domestic plant (based on Japanese enrichment process), and, finally, U.S. AEC’s plants“ (Nucleonics Week, 4.5.1972).

Die Kühnheit dieser praktizierten „Philosophie der Verfolgung alternativer Entwicklungspfade“ (Kanaiwa 1984: 160), so der Vizepräsident der Dōnen, zeigt ein kurzer Blick auf die Situation in Westeuropa. Hier verfolgen die beiden transnationalen Konsortien URENCO (Großbritannien, Niederlande, Bundesrepublik Deutschland) und EURODIF (Belgien, Frankreich, Italien, Spanien) das Ziel der kommerziellen Urananreicherung und können als Vorbild für den japanischen „trend away from U.S. enrichment services“ (Delcoigne 1982: 47) gelten. Parallel zu dieser „Tendenz“ schlossen die USA und Japan im Februar 1972 ein Abkommen zur Heraufsetzung der im Nuklearabkommen von 1968 vereinbarten Liefermenge auf 328.352 Kilogramm U-235 für 26 japanische Kernkraftwerksblöcke. Drei der 26 Blöcke waren bereits in Betrieb und elf befanden sich noch im Bau. Die übrigen 13 Blöcke sollten laut Plan im Laufe der Jahre 1973 bis 1975 den Betrieb aufnehmen.

Tabelle 22: Prognose der Kernenergiekommission für den Bedarf an angereichertem Uran (1975–1990) (Genshiryoku Iinkai 1972: 31, 1973: 58)

Jahr	1975	1980	1985	1990
Installierte Kernkraftwerksleistung (Gigawatt)	9,44	32	60	100
Jahresbedarf (in Tonnen Urantrennarbeit)	3.000	5.000	8.000	11.000

Inwieweit die Gebührenentwicklung US-amerikanischer Anreicherungsdienste die Entscheidung für eine relativ autonome Entwicklung der Urananreicherungstechnologie beeinflusst hat, kann hier nicht entschieden werden. Aber für den Zeitraum zwischen 1971 und 1984 kann man in diesem Zusammenhang von einer veritablen Preisexplosion sprechen. Von November 1971 bis August 1982 stieg der Preis pro Kilogramm Urantrennarbeit (UTA) im Rahmen kurzfristiger Lieferverträge stufenweise von 32,00 US-Dollar auf 149,85 US-Dollar und blieb seither relativ stabil. Dieser Gebührenanstieg entspricht auf einem etwas niedrigeren

Niveau den Preiserhöhungen, die die japanischen Energieversorgungsunternehmen für Lohnanreicherung auf der Grundlage langfristiger Lieferverträge mit dem US-amerikanischen Department of Energy (USDOE) bzw. der Kernenergiekommission (USAEC) zu verkräften hatten. Mit Differenzen von 0,75 US-Dollar bis etwa 15 US-Dollar pro Kilogramm UTA unterhalb der Gebührenhöhe für Anreicherungsdienste auf der Grundlage kurzfristiger Lieferverträge erhöhte sich der Preis pro Kilogramm UTA auf der Grundlage langfristiger Lieferverträge mit festgelegten Höchstliefermengen und einer sogenannten Preisanpassungsklausel in den Jahren von 1973 bis August 1982 von 35,00 US-Dollar auf 138,65 US-Dollar. Die bis zur ersten Hälfte der 1980er Jahre weltweit installierten Anreicherungsüberkapazitäten und die damit verbundene verschärfte Konkurrenz um die zahlungsfähige Nachfrage trugen schließlich wesentlich zur Verwohlfeilerung der Anreicherungsgebühren bei. Fast zwei Jahre lang stagnierte der Preis pro Kilogramm UTA bei 138,65 US-Dollar. Seither wurden die Gebühren dieser zweiten Kategorie jährlich gesenkt: Im September 1984 auf 135,00 US-Dollar pro Kilogramm UTA, im Oktober 1985 auf 125,00 US-Dollar, im Oktober 1986 auf 119,00 US-Dollar sowie im Oktober 1987 nochmals auf 117,00 US-Dollar (Genshiryoku Iinkai 1987: 101, 1988: 96). Trotzdem oder vielleicht gerade wegen dieser relativ entspannten Marktlage fördert die japanische Regierung kontinuierlich die inländische Entwicklung der Urananreicherung „nicht nur unter dem Gesichtspunkt einer stabilen Versorgung mit angereichertem Uran, sondern auch vom Standpunkt der Schaffung und Sicherung des nuklearen Brennstoffzyklus insgesamt, inklusive der Nutzung von Plutonium etc. und unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit“ (NGSK 1987: 40).

Am Ende des Jahres 1972 empfahl der Ausschuß für die Entwicklung von Anreicherungstechnologie gegenüber der KeKo schließlich den Bau einer Pilotanlage nach dem Gaszentrifugenverfahren. Wenn diese Anlage bis zur Wirtschaftlichkeit weiterentwickelt wäre, plante die KeKo für 1985 den Bau einer international konkurrenzfähigen Anlage. Das Amt für Wissenschaft und Technik (AWT) hielt diese Schätzung für zu konservativ und rechnete mit einem um zwei, drei Jahre früheren Datum. Seit 1973 entwickelte die Dōnen nun die Nutzung der Urananreicherung nach dem Gaszentrifugenverfahren als nationales Projekt (*kuni no purojekuto*). Als Standort der Pilotanlage wurde Ningyō-tōge in der Präfektur Okayama bestimmt. Der Bauherr und zukünftige Betreiber, die Dōnen, begann im Jahre 1975 mit dem Bau und plante insgesamt 7.000 Zentrifugen mit einer Leistung von 50 Tonnen Urantrennarbeit (UTA) pro Jahr. Nach vier Jahren Bauzeit erfolgte die dreistufige Inbetriebnahme der Anlage. Im September 1979 gingen 1.000 von Tōshiba, Hitachi und Mitsubishi Heavy Industries hergestellte Zentrifugen in den Betrieb über, im Oktober 1980

weitere 3.000 Zentrifugen und am 26. März 1982 die restlichen 3.000 Zentrifugen (Genshiryoku Iinkai 1987: 99–103).

Der Vizeminister für Wissenschaft und Technik, Hayashi Hiroko, und der Präsident der Dōnen, Segawa Masao, wohnten am 26. März 1982 gegen 10.30 Uhr einer kleinen Feier zur Eröffnung der vollen Inbetriebnahme der ersten japanischen Pilot-Anreicherungsanlage in Ningyō-tōge bei. Vor diesem Datum wurde die Urananreicherung, das sogenannte „front-end“ (AIJ 4/1982: 5) des nuklearen Brennstoffzyklus in Übersee hauptsächlich vom US-amerikanischen Department of Energy (DOE) und von EURODIF durchgeführt. Mittels der heraufgesetzten Endkapazität von rund 70 Tonnen Urantrennarbeit konnte der Bedarf für den sechsmonatigen Betrieb eines 1.000-Megawatt-Kernreaktors gedeckt werden. Zum Zeitpunkt ihrer Inbetriebnahme bezifferten sich die Produktionskosten der Pilotanlage drei- bis viermal so hoch wie die Anreicherungsgebühren des U.S. DOE. Das Projekt selbst hat bis zum März 1982 rund 5 Mrd. Yen absorbiert. Das erste „Japan-made“ angereicherte Uran, etwa eine Tonne, die aus der Pilotanreicherungsanlage stammte, verschiffte die Dōnen nach Tōkai-mura und übergab es am 23. Mai 1981 an die dortige Brennelementfertigungsanlage. Dort wandelte die Firma Japan Nuclear Conversion Co. das angereicherte Uran in Urandioxid um. Eine andere Firma, die Nuclear Fuels Industries, stellte daraus Brennelemente für den schwerwassermoderierten, leichtwassergekühlten Prototypreaktor „Fugen“ (165 Megawatt) her. Aus der gelieferten Tonne konnten 15 Einheiten zu je 28 Stück hergestellt werden. Für eine Beladung mit Brennelementen benötigte der „Fugen“ 224 Einheiten, das heißt weniger als 10% der Beladung bestand aus Brennelementen, die aus dem „Japan-made“ angereicherten Uran gefertigt worden war. Diese Brennelemente wurden am 29. Dezember 1982 benutzt, als ein Brennstoffwechsel fällig geworden war. Gut ein Jahr vorher war der „Fugen“ bereits einmal mit Mischoxidbrennelementen mit Plutonium aus der japanischen Wiederaufarbeitungsanlage (WAA) in Tōkai-mura beladen worden. Damals, 1981, erteilte das Amt für Wissenschaft und Technik der Firma Asahi Chemicals Industry eine Genehmigung zur Errichtung einer Versuchsanlage zur Urananreicherung auf chemischer Basis (Chemex-Verfahren) auf der südlichen Hauptinsel Kyūshū in Hyūga (Präfektur Miyazaki). Sie wurde bis 1983 für rund 4,3 Mrd. Yen fertiggestellt. In ihr werden jährlich etwa 500 Kilogramm auf 3% angereichertes Uran-235 gewonnen. Daneben führt das Kernforschungsinstitut Versuche auf dem Gebiet der Laseranreicherung durch. Der Minister für Forschung und Technologie, Takeuchi, räumte jedoch dem Gaszentrifugenverfahren in einer Pressekonferenz „bis auf absehbare Zeit“ den Vorrang vor der Laseranreicherung ein (AIJ 5/1981: 13–14; atw, 10/1985: 493).

Im Fiskaljahr 1982 stellte das Amt für Wissenschaft und Technik (AWT) Haushaltsmittel in einer Höhe von 25 Mio. Yen bereit, um Standortuntersuchungen für eine Demonstrationsanreicherungsanlage durchführen zu lassen. Die Dōnen und das AWT wählten einen Standort neben der Pilotanreicherungsanlage in Ningyō-tōge, wo dieses 56-Mrd.-Yen-Projekt mit einer Kapazität von zunächst 200 Tonnen Urantrennarbeit (UTA) pro Jahr errichtet werden sollte. Der erste Abschnitt mit 100 Tonnen pro Jahr (jato), der laut Plan schon 1987 in Betrieb gehen sollte, ging schließlich im April 1988 in Betrieb. Der zweite Abschnitt der Demonstrationsanlage wurde am 26. Januar 1989 in Betrieb genommen. Die kommerzielle Urananreicherung nahm sie mit einem Jahresdurchsatz von 300 Tonnen Uran am 18. Mai 1989 auf, aus dem sie rund 60 Tonnen leicht angereichertes Uran extrahieren kann. Sie dient als „Brücke“ für eine zukünftige kommerzielle Anlage. An ihr sollen die Forscher und Techniker entscheidende Verbesserungen hinsichtlich der Zuverlässigkeit und der Wirtschaftlichkeit eines neuen Zentrifugentyps mit noch höherer Leistung entwickeln und etablieren (Genshiryoku Inkai 1987: 103; AIJ 4/1982: 5–9; atw, 5/1989: 203, 8–9/1989: 383).

Im Herbst 1988 erteilte die KeKo eine Errichtungsgenehmigung für eine Pilotanreicherungsanlage mit 1.000 Zentrifugen fortgeschrittener Entwicklung. Diese Anlage wird derzeit, ebenfalls auf dem Ningyō-tōge-Werksgelände der Dōnen, errichtet und wird Zentrifugen testen, die für den kommerziellen Anreicherungskomplex in Rokkasho-mura (Präfektur Aomori) bestimmt sind, der um das Jahr 1995 seinen Betrieb aufnehmen soll. Dieses Projekt wird gemeinsam von der Dōnen, den Energieversorgungsunternehmen und der eigens am 1. März 1985 für dieses „Co-Location“-Projekt eines nuklearen Brennstoffzykluszentrums gegründeten Nihon Gennen Sangyō (auch: Japan Nuclear Fuel Industries, JNFI) betrieben. Der Plan der KeKo, die von der Dōnen entwickelte Anreicherungstechnik reibungsarm in den kommerziellen privatwirtschaftlichen Betrieb übergehen zu lassen, soll in diesem Zentrum auf der Halbinsel Shimokita in Nord-Honshū verwirklicht werden. Im Sommer 1988 einigten sich das MITI, die KeKo, das Amt für Wissenschaft und Technik und der Verband der Elektrizitätswirtschaft (Denki Jigyō Rengōkai, kurz: Denjiren) auf dieses Großprojekt, dessen Standort von Denjiren im Oktober desselben Jahres bekanntgegeben worden ist. Die Kosten für das Zentrum sind auf rund 4,1 Mrd. US-Dollar veranschlagt worden. Es umfaßt eine kommerzielle Urananreicherungsanlage mit einer Endkapazität von 1.500 Tonnen Urantrennarbeit pro Jahr, die 1991 in Betrieb gehen soll, eine Wiederaufarbeitungsanlage (WAA) für 800 Tonnen Schwermetalldurchsatz pro Jahr, die 1995 den Betrieb aufnehmen soll, sowie ein Endlager für niedrigradioaktive Abfälle. Ganz im Sinne dieses Zeitplanes ergänzen die Nuklearhersteller und die

Energieversorgungsunternehmen die Aktivitäten der Dōnen durch komplementäre Firmengründungen. Zum Beispiel gründeten Tōshiba, Hitachi und Mitsubishi Heavy Industries am 1. Dezember 1984 die Firma Uranium Enrichment Machinery (UEM) in Sendai (Präfektur Miyagi) zur Herstellung von Zentrifugen und anderen Anreicherungskomponenten. Am 24. Oktober 1985 begannen sie mit dem Bau einer weiteren Fabrik, in der seit März 1987 Gaszentrifugen auf dem fortgeschrittenen Entwicklungsstand der Dōnen hergestellt werden. Ferner wurde am 1. März 1985 die bereits erwähnte Japan Nuclear Fuel Industries (JNFI) mit dem Zweck gegründet, Urananreicherungsanlagen betreiben und niedrigradioaktive Stoffe endlagern zu können. Das Management dieser Firma besteht aus Vorstandsmitgliedern verschiedener Energieversorgungsunternehmen sowie leitenden Direktoren staatlicher Stellen. Aus diesen Beispielen wird die im großen und ganzen erfolgreiche zeitliche Abgestimmtheit und die Arbeitsteilung des öffentlichen und des privaten Sektors auf dem Gebiet der aktuell erfolgenden Kommerzialisierungsphase der Urananreicherung in Japan ersichtlich. Das Ziel, die Urananreicherung mittelfristig in erheblichem Umfang im eigenen Land durchführen zu können, läßt sich unter das politökonomische Interesse der Energiepolitik subsumieren, der Kernenergiewirtschaft eine weitere wichtige Komponente bei der Schließung und Kommerzialisierung des nationalen Kernbrennstoffzyklus an die Hand zu geben. In einem langfristigen Szenarium wird die japanische Elektrizitätswirtschaft einen ansehnlichen Teil ihres Anreicherungsbedarfs somit in eigener Regie durchführen können. Nach den Plänen der KeKo wird der jährliche Bedarf für Anreicherungsdienste im Jahr 2000 nämlich mindestens 7.000 Tonnen Urantrennarbeit (UTA) und im Jahr 2030 mehr als 10.000 Tonnen UTA betragen (NGSK 1987: 40–41).

### **7.3 Die Wiederaufarbeitung**

Die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennstäbe aus Leichtwasserreaktoren (LWR) kann als „back-end“ oder Schlußstein im nuklearen Brennstoffkreislauf oder auch als eine „Brücke, die vom Zeitalter der LWRs zum Zeitalter der fortgeschrittenen Reaktoren führt“ (Akimoto 1984: 187), bezeichnet werden. Die Gründe, die die japanische Regierung bewogen haben, die Wiederaufarbeitungstechnologie zu erforschen und zu entwickeln und in Japan technisch und wirtschaftlich zu etablieren, sind laut Wiederaufarbeitungsphilosophie der KeKo vornehmlich eine optimale Brennstoffausnutzung sowie eine Abfallreduzierung: „Vom Standpunkt der Devisenersparnis ist es erforderlich, daß die Wiederaufarbeitung in Japan durchgeführt wird (...). Die Frage der Wiederaufarbeitung ist eng verknüpft mit der Entwicklung eines

Plutonium als Brennstoff nutzenden Leistungsreaktors (Genshiryoku Iinkai 1959: 79–80) (...). Unser an Uranreserven armes Land beabsichtigt eine effektive Nutzung der Kernbrennstoffe durch die Schaffung eines nuklearen Brennstoffkreislaufs im Lande (...) (auch) vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit und der Transportprobleme aus (...)“ (Genshiryoku Iinkai 1982: 22 und 1985: 86).

Die KeKo formulierte im Langzeitprogramm vom 22. Juni 1987 einen Grundsatz, dem sie im Rahmen ihrer Aufarbeitungspolitik strikt folgt. Danach werden abgebrannte Brennstäbe aufgearbeitet und die Nutzung von rezykliertem Plutonium und Uran gefördert, um eine „Selbständigkeit der Plutoniumnutzung zu gewährleisten“, die unerlässlich für die „künftige SBR-Ära“ (NGSK 1987: 41–42) ist.

Diesem Grundsatz folgt die KeKo im Grunde schon seit der Formulierung des ersten Kernenergieprogramms im Jahre 1956/57. Darin legte sie fest, daß das Kernforschungsinstitut (KFI) und die Gesellschaft für Kernbrennstoffe (GfK; Genshi Nenryō Kōsha) Grundlagenforschung zu den verschiedenen Verfahren der Wiederaufarbeitung betreiben sollten (Genshiryoku Iinkai 1982: 23). Im Mai 1959 setzte die KeKo eine „Fachabteilung für Wiederaufarbeitung“ (Genshiryoku Iinkai 1959: 79) ein. Diese rechnete in ihrem Zwischenbericht vom Mai 1960 damit, daß der Japan Research Reactor (JJR-2 und -3), der Japanese Power Demonstration Reactor (JPDR) sowie der Calder-Hall-Reaktor bis zum Jahre 1966 insgesamt rund 60 Tonnen bestrahlter Brennelemente erzeugen würden (Genshiryoku Iinkai 1960: 104). Um langfristig nicht stets auf ausländische Aufarbeitungsdienste angewiesen zu sein, stellte sie eine einfache Kosten-Nutzen-Kalkulation an: Die US-Regierung hatte im Jahre 1960 die Gebühren für die Aufarbeitung einer Tonne abgebrannter Brennstäbe auf 6,1 Mio. Yen festgelegt. Bei einer zugrundegelegten Gebühr von 5,8 Mio. Yen bis 8,7 Mio. Yen pro Tonne Uran und Kosten von etwa 700 bis 800 Mio. Yen für den Bau einer für eine Tonne pro Tag ausgelegten Wiederaufarbeitungsanlage (WAA) machte sich mittel- bis langfristig eine eigene WAA nicht nur bezahlt, sondern machte gleichzeitig ein Stück unabhängiger von den WAA in Europa und Nordamerika (Genshiryoku Iinkai 1961: 75).

### **7.3.1 Die Tōkai-WAA**

Das Langzeitprogramm von 1961 kündigte schließlich erstmals den Bau einer Wiederaufarbeitungsanlage (700 Kilogramm je Tag) für das Jahr 1971 an. Im April desselben Jahres entsandte die KeKo einen Untersuchungsausschuß für zwei Monate nach Europa und

Nordamerika, um sich über die dortigen Entwicklungen informieren zu lassen (Genshiryoku Inkai 1961: 75 u. 1965: 59). Im April 1962 legte die Fachabteilung für Wiederaufarbeitung ihren Untersuchungsbericht vor. Sie empfahl darin, eine Pilotanlage mit einer Kapazität von 0,7 bis 1,0 Tonnen Uran pro Tag mit Hilfe ausländischer Technologie zu errichten. Zum einen rechnete die KeKo damit, daß nach Maßgabe der Fortschritte im Rahmen der Realisierung des Kernenergieprogramms ab 1969 größere Mengen abgebrannter Brennstäbe anfielen. Zum anderen zielte der Bau einer japanischen Wiederaufarbeitungsanlage auf den Erwerb von Plutonium zu Forschungs- und Ausbildungszwecken (Genshiryoku Inkai 1963: 35, 1966: 53 und 1985: 86).

Die KeKo beauftragte die britische Nuclear Chemical Plant im Jahre 1963 mit der Ausarbeitung vorbereitender Entwürfe für eine japanische Wiederaufarbeitungsanlage, die diese im folgenden Jahr auch abschloß. Im Mai 1964 entschied die KeKo inoffiziell, daß die Gesellschaft für Kernbrennstoffe (GfK) mittels ausschließlich öffentlicher Gelder diese Pilotanlage bauen werde. Den Auftrag für die Ausarbeitung der ersten detaillierten Entwürfe vergab sie im Februar 1966 an die französische Saint Gobain Techniques Nouvelles (SGN). Für die zweiten detaillierten Entwurfsarbeiten standen die französischen Anlagen in Marcoule und Cap La Hague Modell. In diesem Jahr führten das Kernforschungsinstitut und die Gesellschaft für Kernbrennstoffe bzw. die neue Dōnen erstmals „kalte“ Tests in ihrer Aufarbeitungstestanlage durch. Im März 1968 folgten „heiße“ Tests mit abgebrannten Brennstäben aus dem japanischen Forschungsreaktor Japan Research Reactor 3 (JRR-3). Zwei Monate später hatte die Dōnen zum ersten Mal in der japanischen Nukleargeschichte 18 Gramm hochwertiges Plutonium mit Hilfe ihrer Testanlage extrahiert. Dieses Quantum sollte bis gegen Ende des Jahres auf 200 Gramm Plutonium anwachsen (Genshiryoku Inkai 1964: 37, 1967: 60 u. 1985: 86–87). Auf der Grundlage der SGN-Entwürfe begann im Juni 1971 der Bau der Tōkai-WAA auf dem Gelände des Kernforschungsinstitutes. Im Oktober 1974 waren die Bauarbeiten beendet und die Anlage wurde dem Betreiber übergeben. Die Dōnen begann im September 1977 mit der Durchführung „heißer“ Tests und führte die Anlage schließlich in den Probetrieb über.

Schließt man den Probetrieb mit ein, so hat die Tōkai-WAA von September 1977 bis Juni 1988 insgesamt rund 392 Tonnen Uran aufgearbeitet. Als Aufarbeitungsverfahren hatten das Kernforschungsinstitut und die Dōnen die sogenannte Flüssig-Flüssig-Extraktion nach dem Purex-Verfahren (*shisshiki pyūrekusuhō*, engl. plutonium-uranium reduction and extraction), als das vielleicht vielversprechendste ausgewählt. Mit Hilfe dieses in Nordamerika und in Europa bewährten Verfahrens sollte eine Trennung in Produkt- und

Abfalllösungen von auf niedriger als 4% angereichertem Uran mit einer Leistung von 700 Kilogramm pro Tag erfolgen (Genshiryoku Iinkai 1981: 146).

Die aus Tabelle 23 ersichtliche diskontinuierliche Leistung der Anlage ist auf Betriebspausen wegen radioaktiver Leckage etc. zurückzuführen. Hatte sie im September 1977 den Probetrieb aufgenommen, so mußte dieser im August des folgenden Jahres zu einem Zeitpunkt unterbrochen werden, als insgesamt erst 19,1 Tonnen aufgearbeitet waren. Nach fünfzehnmonatigem Stillstand wurde der Versuchsbetrieb im November 1979 wiederaufgenommen. Mit Genehmigung des Amtes für Wissenschaft und Technik (AWT) vom 25. Dezember 1980 ging die Wiederaufarbeitungsanlage im Januar 1981 vom Probe- in den Vollbetrieb über. Bis Anfang 1981 hatte die Dönen nach offiziellen Angaben aus 70 Tonnen bestrahlter Brennelemente rund 400 Kilogramm Plutonium in Form von Nitratlösung gewonnen. Die US-amerikanische Zustimmung (vgl. Kapitel 7, Abschnitt 3.4.), der zufolge Japan von September 1977 bis September 1979 insgesamt maximal 99 Tonnen bestrahlter Brennelemente mit einem Plutoniumgehalt von bis zu 1% aufarbeiten dürfte, bezog sich unter anderem darauf, daß es als eines der Endprodukte Plutoniumnitrat zwar herstellen, jedoch nicht einsetzen, sondern nur lagern dürfte. Die japanische Seite beschwerte sich in zähen und langwierigen Verhandlungen aus ihrer Sicht daher zu Recht über den US-amerikanischen Standpunkt, den Handel mit Eierbrutmaschinen einerseits sehr zu befürworten, ja aktiv zu fördern, andererseits aber die Hühnerzucht auswärts verbieten zu wollen (atw, 1/1981: 9; Genshiryoku Iinkai 1985: 87).

Tabelle 23: Die Aufarbeitungsleistung der Tōkai-WAA in Tonnen je Jahr (Genshiryoku Iinkai 1988: 101)

Jahr	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Leistung (t/a)	8	11,1	12	54,6	53	33,4
Kumulative Leistung	8	19,1	31,1	87,7	138,7	172,1
Jahr	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Leistung (t/a)	1,9	5,2	73,5	69,2	51,4	19
Kumulative Leistung	174	179,2	252,8	322	373,3	392,4

Anmerkung: Die Angabe für 1988 bezieht sich auf das Datum bis Ende Juni.

Im April 1982 entstanden „nadellochgroße“ (Genshiryoku Iinkai 1984: 79) Leckagen an einer der Uranlösungswannen. Der Betrieb mußte erneut eingestellt werden. Nach der sich als

schwierig gestaltenden ferngelenkten Reparatur wurde der probeweise Betrieb im Dezember 1983 wiederaufgenommen. Im Februar 1984 kam es jedoch erneut zu einem Zwischenfall, so daß in den Jahren 1983/84 insgesamt nur 7,1 Tonnen Uran aufgearbeitet wurden (Genshiryoku linkai 1983: 26–27 und 1984: 78–79).

Im Februar 1985 wurde der Betrieb der Tōkai-WAA erneut aufgenommen. In diesem Jahr erzielte sie mit 73,5 Tonnen Uran ihr bis dahin bestes Arbeitsergebnis und überschritt erstmals ihr Soll um 3,5 Tonnen aufgearbeiteter Brennelemente. Dazu gehörten auch 10 Tonnen Brennelemente, die aus dem FTR-Prototyp „Fugen“ entladen worden waren (Genshiryoku linkai 1986: 36 und 1988: 101; atw, 4/1985: 168).

Alle japanischen Energieversorgungsunternehmen, die Kernkraftwerke betreiben, unterhalten auf dem Gelände der Tōkai-WAA Bassins bzw. lagern die bestrahlten Brennelemente aus ihren Leichtwasserreaktoren dort. Ihre Menge betrug im März 1983 bereits rund 1.000 Tonnen und stieg im folgenden Jahr auf rund 1.200 Tonnen an. Bis zum März 1987 wuchs sie auf rund 2.000 Tonnen bestrahlter Brennelemente an (Genshiryoku linkai 1983:71, 1984:78–79, 1987: 104, 1988: 100).

Der bestimmende Grundsatz für durch Wiederaufarbeitung gewonnenes und rückgeführtes Uran wird laut Kernenergieprogramm von 1987 seine Benutzung sein. Überschüssiges Uran wird gelagert und auf seine Nutzungsmöglichkeiten hin untersucht, als da sind: „Die Nutzung als Mischoxidbrennstoff (MOX), die Wiederanreicherung und die direkte Mischung mit angereichertem Uran (NGSK 1987: 43).

Um einen kommerziellen Betrieb der Tōkai-WAA annähernd zu ermöglichen, erklärten sich die Energieversorgungsunternehmen Anfang 1981 bereit, im Frühjahr 1981 für die Aufarbeitung von bestrahlten Brennelementen aus Siedewasserreaktoren (SWR) und nach der Sommerpause von Brennelementen aus Druckwasserreaktoren (DWR) eine von 400.000 US-Dollar (rd. 80 Mio. Yen) pro Tonne auf 650.000 US-Dollar (rd. 135 Mio. Yen) pro Tonne erhöhte Aufarbeitungsgebühr zu bezahlen. (Zum Vergleich: Für die kommerzielle Aufarbeitung abgebrannter Brennstäbe in La Hague/Frankreich zahlten bundesrepublikanische und japanische Auftraggeber Ende der 1970er Jahre „around 500 dollars per kilogram in 1978 dollars“ (Imai/Rowen 1980: 113).) Während der Geltungsdauer des neuen, zwischen Dōnen und den Energieversorgungsunternehmen vereinbarten Preises bis Ende März 1983 sollten 200 Tonnen bestrahlter Kernbrennstoffe in der Tōkai-WAA aufgearbeitet werden. Die oben bereits erwähnten Stillstände zogen jedoch einen Strich durch diese Rechnung (atw, 3/1981: 121).

Im September 1983 wurden in der Tōkai-WAA durch Aufarbeitung einer ersten Charge

von 580 Gramm Kernbrennstoff aus dem Schnellbrüterversuchsreaktor „Jōyō“ zum ersten Mal insgesamt 30 Gramm Plutonium aus Brüterbrennstoff extrahiert. Die zweite Charge, mit der die Dōnen 120 Gramm Plutonium bis März 1984 gewinnen wollte, sollte den höchsten von „Jōyō“ erreichbaren Abbrand von rund 41.000 Megawatt-Tage pro Tonne (MWd/t) aufweisen. Das gewonnene Plutonium (Pu) wurde später in der Pu-Verarbeitungsanlage in Tōkai-mura als in „Jōyō“ einzusetzender Rückführungsbrennstoff behandelt. Von den 251,8 Tonnen bestrahlter Brennelemente, die die Dōnen bis Anfang 1986 in der Tōkai-WAA aufgearbeitet hat, wurden weit mehr als 1.000 Kilogramm Plutoniumnitrat zurückgewonnen. Rund die Hälfte davon wird in ein pulverförmiges U-Pu-Oxidgemisch umgewandelt und zur Herstellung von Mischoxidbrennstoff (MOX) verwandt, der im „Fugen“-Reaktor einer Nutzung zugeführt wird. Im April 1984 hatte die Dōnen erstmals rund 100 Kilogramm Uran aus abgebrannten Brennelementen gewonnen. Dieses wurde für die Fertigung von MOX-Brennelementen benutzt und in vier Brennstäben im Juni desselben Jahres in den „Fugen“-FTR-Prototyp eingesetzt. Für das Fiskaljahr 1986 plante die Dōnen eine Steigerung der WAA-Kapazität. Im darauffolgenden Fiskaljahr erzielte sie schließlich auch ihr bestes Ergebnis mit etwa 75 Tonnen Uran aus bestrahlten LWR-Brennelementen (Genshiryoku Iinkai 1984: 75, 1988: 100–101; atw, 2/1986: 62; Nakamura 1984: 161–164).

Die Hauptaufgabe der staatlichen Tōkai-WAA kann in planungsbegleitenden FuE-Arbeiten und in der Ausbildung von Personal für die erste private Wiederaufarbeitungsanlage in Rokkasho-mura (Präfektur Aomori) gesehen werden, die der Pilotanlage in den 1990er Jahren folgen soll. Mit zunehmenden Fortschritten beim Bau und beim Betrieb der Rokkasho-WAA wird die Bedeutung der Tōkai-WAA in den frühen 1990er Jahren vermutlich schrittweise abnehmen.

### **7.3.2 Die Rokkasho-WAA**

Der sachnotwendige und logische Schritt, der auf die Tōkai-WAA folgen soll, ist der Bau einer ersten privaten Wiederaufarbeitungsanlage auf kommerzieller Grundlage. In ihrem Weißbuch zur Kernenergie von 1976 rechnete die KeKo damit, daß bis 1985 eine Jahresmenge von rund 700 Tonnen bestrahlter Brennelemente anfielen, die dann kumulativ rund 4.100 Tonnen Uran betragen sollte (Genshiryoku Iinkai 1976: A: 68). In ihrem Kernenergieprogramm von 1987 ging sie für das Jahr 2000 gar von mindestens 1.100 Tonnen Uran jährlich aus, die sich bis zum Jahre 2030 auf mehr als 2.000 Tonnen Uran pro Jahr erhöhen sollte (NGSK 1987: 41).

Daß Japan eine kommerzielle Wiederaufarbeitungsanlage benötigen und bauen würde, stand bereits fest, als mit dem Erdaushub für die Tōkai-WAA begonnen wurde. Mit wessen Hilfe zu welchen Kosten wo diese Anlage mit welcher Endkapazität wann ausgelegt würde, war jedoch in der ersten Hälfte der 1970er Jahre noch relativ ungewiß; zumal die Aufarbeitung abgebrannter Brennstäbe qua Gesetz immer noch den staatlichen FuE-Organen vorbehalten war.

Während der Bau der Tōkai-WAA fortschritt, führte die US-amerikanische Allied-Gulf gegen Ende 1972 Vorverhandlungen mit leitenden Angestellten der japanischen Handelshäuser Mitsui, Mitsubishi und Sumitomo in der Frage eines möglichen Exports der „five-tonne-per-day-Barnwell-facility“ (Nucleonics Week, 28.12.1972) nach Japan. Zwar schätzten die Vertreter dieser drei Handelshäuser den japanischen Jahresbedarf für 1980 auf rund 700 Tonnen Uran und für 1985 auf rund 1.600 Tonnen Uran, fühlten sich aber nicht besonders stark zu einem frühen Vertragsabschluß gedrängt.

Während der 15-monatigen Zwangspause der Tōkai-WAA verabschiedete das japanische Parlament am 1. Juni 1979 die 14. Revision des Kernreaktorengesetzes und machte den Weg frei für die Nuklearindustrie, mit der Zustimmung des Premierministers bestrahlte Kernbrennstoffe aufarbeiten zu dürfen. Als Reaktion auf diesen legislatorischen Schritt antworteten die neun regionalen Energieversorgungsunternehmen (69% bzw. 6,85 Mrd. Yen) und die Nuklearhersteller sowie Finanzgruppen (31% bzw. 3,15 Mrd. Yen) am 1. März 1980 mit der Gründung von Nihon Gennen Sābisu (NGS; auch: Japan Nuclear Fuel Service, JNFC). Nihon Gennen Sābisu sollte die erste private Wiederaufarbeitungsanlage mit einer Kapazität von 1.200 Tonnen Uran pro Jahr betreiben, den Kernbrennstoffkreislauf an dieser Stelle schließen und somit die japanische Energieversorgungsstruktur insgesamt verbessern helfen (Genshiryoku Iinkai 1982: 24, 1985: 88; atw, 8–9/1979: 405; AIJ 12/1979: 27).

Im Juni 1982 schlossen die Dōnen und Nihon Gennen Sābisu (NGS) eine „Grundlegende Vereinbarung über die technische Zusammenarbeit für den Bau und den Betrieb einer Wiederaufarbeitungsanlage“ (Genshiryoku Iinkai 1983: 27). Denjiren, der Verband der Elektrizitätswirtschaft, legte der Präfekturverwaltung in Aomori und der Gemeindeverwaltung in Rokkasho-mura im Juli 1984 formell eine Bitte um Zusammenarbeit vor. Das Zusammenarbeitsgesuch des Denjiren mündete im April des folgenden Jahres in eine grundlegende gemeinsame Vereinbarung zwischen den Energieversorgungsunternehmen und Nihon Gennen Sābisu auf der einen Seite und der Präfektur- bzw. der Gemeindeverwaltung von Aomori bzw. von Rokkasho-mura auf der anderen Seite. Mit Bezug auf das „Co-Location“-Projekt eines nuklearen Brennstoffzykluszentrums in Rokkasho-mura

veröffentlichte der Sonderausschuß für die Sicherheit von Kernbrennstoffen Anfang Februar 1986 einen 22 Punkte umfassenden Katalog von Sicherheitskriterien, denen die geplante kommerzielle Wiederaufarbeitungsanlage (WAA) genügen müßte. Ihnen liegen die Erfahrungen speziell mit der Tōkai-WAA zugrunde. Neben der für die Halbinsel Shimokita in Nord-Honshū unerläßlichen aseismischen Auslegung soll die Rokkasho-WAA besonders gut gegen mögliche Flugzeugabstürze gesichert werden, zumal sie in der Nähe einer US-amerikanischen Luftwaffenbasis liegt. Im Februar 1987 wurde mit dem Grundentwurf begonnen. Zwei Monate später schloß Nihon Gennen Sābisu (NGS) mit der Société Générale pour les Techniques Nouvelles (SGN), an der das Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) und die Compagnie Générale des Matières Nucléaires (COGEMA) beteiligt sind, ein Abkommen über den Transfer von Know-how auf dem Gebiet der Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren. In einem weiteren Vertrag wurde die Übertragung der SGN-Ingenieurtechnik auf japanische Industriebetriebe geregelt. Der Hauptvertragspartner von Nihon Gennen Sābisu ist Mitsubishi Heavy Industries, die wesentliche Teile der Auslegung an die SGN übertragen hat. Im Juni 1987 hat die SGN ihrerseits Teile aus ihren vertraglichen Verpflichtungen als wichtigster Subkontraktor auf die British Nuclear Fuels Ltd. (BNFL) und die Kernbrennstoff-Wiederaufarbeitungs-GmbH (KEWA) in Frankfurt am Main übertragen. Nihon Gennen Sābisu hat ferner Kenntnisübertragungs-Vereinbarungen mit SGN namens des französischen Commissariat à l'Énergie Atomique und COGEMA und mit KEWA namens der Deutschen Gesellschaft für Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen mbH (DWK) und des Kernforschungszentrums Karlsruhe (KfK) abgeschlossen. Sollte die Rokkasho-WAA laut Weißbuch zur Kernenergie von 1980 mit Baukosten von rund 700 Mrd. Yen für 1.200 Tonnen pro Jahr ausgelegt werden, so gab der von Nihon Gennen Sābisu im November 1988 gestellte Antrag auf Errichtung einer Wiederaufarbeitungsanlage an, daß sie LWR-Brennelemente nach dem Purex-Verfahren mit einem Durchsatz von nunmehr 800 Tonnen pro Jahr aufarbeiten können soll. Die Nihon Gennen Sābisu übernimmt gleichzeitig auch den Transport für bestrahlte Brennelemente, die Zwischenlagerung von Plutonium, die Rückgewinnung von Uran sowie auch zum Teil die Konditionierung des beim Aufarbeitungsprozeß anfallenden radioaktiven Abfalls. Laut Planung der künftigen Betreibergesellschaft soll die Rokkasho-WAA eine Lagerkapazität für 3.000 Tonnen LWR-Brennelemente für alle japanischen Kernkraftwerke aufweisen. Der Stand der Kostenplanung für den Bau dieser ersten privaten Wiederaufarbeitungsanlage lag gegen Ende 1988 bei rund 840 Mrd. Yen. Die Inbetriebnahme wird für 1995 erwartet (Genshiryoku Iinkai 1988: 101–102 u. 1985: 88; Genshiryoku Iinkai 1980: A: 108; atw, 5/1987: 213 u.

12/1988: 569).

Nach der langfristigen Perspektive des Kernenergieprogramms von 1987 plant die KeKo bereits eine zweite private Wiederaufarbeitungsanlage für die Zeit um das Jahr 2010, um auf dem Gebiet der Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente stufenweise nahezu autark zu werden und im kommenden Jahrhundert vielleicht sogar als konkurrierender Anbieter auf dem Weltmarkt aufzutreten (NGSK 1987: 42).

### **7.3.3 Die Wiederaufarbeitung im Ausland**

Der überwiegende Teil bestrahlter Kernbrennstoffe wurde – und wird bis zur Inbetriebnahme der Rokkasho-WAA auch weiterhin – im Ausland in Kommission aufgearbeitet. In den 1960er Jahren wurden die relativ geringen Mengen Brennstäbe in Idaho in den USA und in Windscale in Großbritannien aufgearbeitet. Die Rückführung der dabei gewonnenen Stoffe fand jedoch in der Regel nicht in japanischen Kernreaktoren statt. Seit der zweiten Hälfte der 1970er Jahre spielt die Wiederaufarbeitungsanlage von Cap La Hague in Frankreich eine zunehmend größere Rolle für die Deckung des Aufarbeitungsbedarfs der japanischen Energieversorgungsunternehmen und trat gewissermaßen an die Stelle der US-amerikanischen Dienste.

Der erste Transfer von 21,6 Kilogramm auf 90% angereichertem Uran fand im August 1966 statt. Das Kernforschungsinstitut (KFI) entlud seinem Forschungsreaktor JRR-2 (Japan Research Reactor) 24 Brennstäbe (2.000 Curie) und transportierte sie von Tōkai-mura über Yokohama und Seattle nach Idaho in die USA, wo sie aufgearbeitet wurden. Ihm folgten im März 1967 ein zweiter Transfer von vier Kilogramm (14.000 Curie) und im August 1967 ein dritter sowie im April 1968 ein vierter Transfer (5,3 Kilogramm, 30.000 Curie). Bis zum Anfang der 1970er Jahre retransferierte das Kernforschungsinstitut insgesamt sechzehnmal gepachtete Brennstäbe US-amerikanischer Provenienz nach Idaho, wo sie im Rahmen einer weiteren Nutzung ausschließlich der Zweckbestimmung der US-Regierung unterworfen waren. Dasselbe Transferverfahren, das im August 1966 für den Japan Research Reactor (JRR-2) eingeführt wurde, praktizierten die USA und Japan kurze Zeit später auch für den japanischen Materialprüfreaktor JMTR sowie den Forschungsreaktor der Universität Kyōto. Im April 1968 transferierte die Universität Kyōto zum ersten Mal 1,6 Kilogramm auf 90% angereichertes Uran in neun Brennstäben (10.000 Curie) via die genannten Stationen nach Idaho. Aus dem JRR-2 wurden im Jahre 1970/71 etwa acht Kilogramm Uran, aus dem Forschungsreaktor der Universität Kyōto rund sieben Kilogramm Uran und im März 1971 aus

JMTR ebenfalls ca. acht Kilogramm Uran in die USA verschifft. Die Nihon Genshiryoku Hatsuden (NGH) und die British Nuclear Fuels Ltd. (BNFL) unterzeichnetem im April 1968 ein Aufarbeitungsabkommen für die Wiederaufarbeitungsanlage in Windscale. Auf der Grundlage dieses Abkommens erhielt Japan das aus den bestrahlten Brennstäben des Tōkai-mura-KKW in Windscale extrahierte Plutonium erstmals re-re-transferiert. Das Aufarbeitungsvolumen wurde vorläufig auf 160 Tonnen Uran in drei Jahren festgelegt. Im August 1969 verschiffte Nihon Genshiryoku Hatsuden davon etwa 24 Tonnen Uran, im Oktober desselben Jahres rund 30 Tonnen Uran, im Mai des folgenden Jahres rund 30 Tonnen Uran und im Oktober 1970 noch einmal eine Tranche von etwa 35 Tonnen Uran (Genshiryoku linkai 1966: 54, 1967: 60–61, 1969: 48–49, 1970: 48–49 u. 1973: 48).

Schon aus den transferierten Mengen geht für den heutigen Betrachter hervor, daß sich das japanische Kernenergieprogramm noch in seiner Entwicklungsphase bzw. im Übergang zur Anwendungsphase befand. Lieferten das Kernforschungsinstitut und die Universität Kyōto ihre bestrahlten Brennstoffe zur Aufarbeitung nach Idaho, so transferierte Nihon Genshiryoku Hatsuden ihre Ende der 1960er Jahre rasch zunehmenden Mengen Brennstäbe aus den Kernkraftwerken in Tōkai-mura und Tsuruga nach Windscale. Nach 1971 haben die japanischen Energieversorgungsunternehmen dann Aufarbeitungsabkommen hauptsächlich mit Großbritannien und Frankreich abgeschlossen. Die japanischen Energieversorgungsunternehmen und Nihon Genshiryoku Hatsuden (NGH) schlossen mit der französischen Compagnie Générale des Matières Nucléaires Ende September 1977 ein Abkommen, dem zufolge die französische Seite von 1982 bis 1990 insgesamt 1.600 Tonnen bestrahlter Brennelemente aufarbeiten sollte. Ein Teil des Vertragswertes von rund 3,5 Mrd. Francs diente als Baukostenzuschuß zur französischen Wiederaufarbeitungsanlage. Parallel dazu verhandelte die japanische Nuklearindustrie mit der British Nuclear Fuels Ltd. (BNFL), die ebenfalls eine neue kommerzielle Wiederaufarbeitungsanlage zu errichten beabsichtigte, über die Aufarbeitung von weiteren 1.600 Tonnen bestrahlter Brennelemente. Gegenwärtig haben die neun regionalen Energieversorgungsunternehmen und Nihon Genshiryoku Hatsuden (NGH) Aufarbeitungsverträge mit der Compagnie Générale des Matières Nucléaires und der British Nuclear Fuels Ltd. abgeschlossen, die ein Volumen von insgesamt rund 3.400 Tonnen Uran beinhalten. Allein Nihon Genshiryoku Hatsuden, Tōkyō Denryoku und Kansai Denryoku lassen rund 1.400 Tonnen bestrahlter Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren in Kommission aufarbeiten. Die Nihon Genshiryoku Hatsuden und Tōkyō Denryoku sind dabei vertraglich mit British Nuclear Fuels Ltd. verbunden, Kansai Denryoku ist mit der Compagnie Générale des Matières Nucléaires liiert. Für den gasgekühlten Reaktor von Nihon

Genshiryoku Hatsuden sind Aufarbeitungsleistungen von seiten der British Nuclear Fuels Ltd. von insgesamt rund 1.100 Tonnen Uran vereinbart. Bis Ende 1987 sind so auf der Grundlage der Abkommen zwischen den Energieversorgungsunternehmen und der Nihon Genshiryoku Hatsuden mit der British Nuclear Fuels Ltd. und der Compagnie Générale des Matières Nucléaires bestrahlte Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren in einer Menge von rund 2.700 Tonnen und aus dem gasgekühlten Reaktor in einer Menge von rund 950 Tonnen Uran nach Großbritannien und nach Frankreich transportiert worden. Für die erste Hälfte der 1990er Jahre erwarten die japanischen Energieversorgungsunternehmen in diesem Zusammenhang größere Lieferungen radioaktiven Abfalls, der beim Aufarbeitungsprozeß angefallen ist und von Japan – vielleicht – übernommen werden muß. Die Option, den radioaktiven Abfall zu behalten oder Anfang der 1990er Jahre nach Japan zu verbringen, liegt in Europa (Genshiryoku Iinkai 1979: A: 93, 1980: A: 107, 1988: 102; atw, 9/1977: 557).

#### **7.3.4 Die Genehmigungsvorbehalte der USA**

An dieser Stelle soll nun das in diesem Kapitel in Abschnitt 3.1. benutzte vereinfachende Bild vom Handel mit Eierbrutmaschinen, den die USA einerseits fördern, andererseits aber die Hühnerzucht anderer Länder limitieren wollen, auf sein politisches Konfliktpotential für die japanisch-amerikanischen Beziehungen hin untersucht werden.

Der § 8 F des japanisch-amerikanischen Zusammenarbeitsabkommens von 1968 sollte neun Jahre nach seinem Inkrafttreten als Berufungstitel für US-amerikanische Einsprüche gegen die „heißen“ Tests zur Inbetriebnahme der Pilot-Wiederaufarbeitungsanlage in Tōkai-mura fungieren: „When any special nuclear material received from the United States requires reprocessing or any irradiated fuel elements containing fuel material received from the United States of America are to be removed from a reactor and are to be altered in form or content, such reprocessing or alteration may be performed in Japanese facilities *upon joint determination of the Parties* (...)“ (JAIL, No. 13, 1969: 264; Hervorh. M.K.).

Die japanischen Nuklearpolitiker betrachteten das Nuklearabkommen von 1968 mit den USA einerseits als nützlich und unerlässlich für das Fortschreiten ihrer langfristigen Entwicklungspolitik zur Schließung des nationalen Brennstoffkreislaufs. Andererseits gewahrten sie spätestens seit Mitte der 1970er Jahre in der Zustimmungsklausel seitens der USA, die zu jeder Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen und Plutoniumtransporten von Fall zu Fall beantragt werden mußte, zunehmend eine Schranke ihrer Souveränität und Freizügigkeit. Seit März 1976 machten es die USA zur Auflage, den sogenannten

MB#10-Antrag zur Wiederaufarbeitung mit einer detaillierten Liste über die Endnutzung aller transferierten Nuklearmaterialien zu versehen. Als die Zustimmung für Lieferungen von Japan nach Großbritannien Sache des Kongresses wurde, kam es des öfteren zu kleinen Verzögerungen. Seit die MB#10-Anträge auf einer „case by case“-Basis bearbeitet wurden, haben die Unwägbarkeiten für die Planungsmöglichkeiten der japanischen Seite somit zugenommen. Die japanische Regierung strebte daher in langjährigen Verhandlungen eine generelle, programmatische Zustimmung an und wollte sich von dem als Restriktion empfundenen US-amerikanischen Genehmigungsvorbehalt für den Betrieb von Wiederaufarbeitungsanlagen sowie für die Rezyklierung von Plutonium emanzipieren. Eine Revision des Nuklearabkommens von 1968 bedeutete für Japan, eigene Planungen für seine Wiederaufarbeitungsanlage in Tōkai-mura sowie für künftige private Wiederaufarbeitungsanlagen in Rokkasho-mura und anderswo vornehmen zu können. Hatte die Regierung von US-Präsident Ford im Jahre 1975 als Antwort auf die Zündung eines indischen Kernsprengkörpers und die Ankündigung Frankreichs und der Bundesrepublik Deutschland, an Pakistan und Südkorea bzw. Brasilien WAA-Technologie zu verkaufen, mit der Ankündigung eines Exportembargos für Wiederaufarbeitungs- und Anreicherungstechnologie reagiert, so überraschte die US-Administration am 28. Oktober 1976 die Weltöffentlichkeit mit der Meldung, daß sie die kommerzielle Wiederaufarbeitung nicht länger als einen „notwendigen und unerläßlichen Schritt im nuklearen Brennstoffkreislauf“ (Ebinger 1984: 152) zu betrachten gewillt war.

Die Klassifizierung der kommerziellen Wiederaufarbeitung durch die größte Industrienation der Welt als „uneconomical“ stellte neben der Philosophie der Wiederaufarbeitung gleichzeitig auch einen integralen Bestandteil des japanischen Nuklearprogramms in Frage. Präsident Carter ging noch einen Schritt weiter und erklärte, „that the United States would indefinitely defer commercial reprocessing and plutonium recycling and reassess breeder development strategy“ (Scheinman 1984: 28). Einige Gesetzentwürfe im US-amerikanischen Kongreß, die darauf hinausliefen, daß die ausländische Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente aus angereichertem Uran US-amerikanischer Provenienz verboten werden sollte, empfand die japanische Regierung zu Recht als relativ bedrohlich für die Verwirklichung ihres eigenen Kernenergieprogramms.

Das Kernenergie-Nichtweiterverbreitungsgesetz vom 10. März 1978 (Public-Law 95-242; 92 Stat. 120) bestimmte schließlich eine Neuverhandlung von Zusammenarbeitsabkommen (§ 404), restriktivere Verfahren für Ausfuhrgenehmigungen für nukleares Material und Ausrüstungen sowie „sensitive Technologie“ (§ 126) und beauftragte den Präsidenten, „alle

Liefer- und Empfängerstaaten zu einer Neubewertung des Kernbrennstoffkreislaufs aufzufordern“ (§ 105), um eine wirksamere Nichtweiterverbreitungspolitik durchführen zu können (Bundesministerium des Innern 1981: 463–499).

Als die „heißen“ Tests in der Tōkai-mura-WAA anlaufen sollten, trafen sich der japanische Premierminister Fukuda und US-Präsident Carter im März 1977. Von April bis September führten beide Seiten drei Verhandlungsrunden durch. Man einigte sich schließlich auf eine zeitlich befristete, bedingte Betriebsaufnahme: 1. Der Betrieb erfolgt unter einem Aufarbeitungssystem, das Uran und Plutonium separat extrahiert. 2. Die Betriebserlaubnis gilt für rund zwei Jahre bis Ende August 1979. 3. Die Höchstmenge zur Aufarbeitung nuklearen Materials beträgt 99 Tonnen. 4. Der Bau einer Konversionsanlage für Plutonium, von Plutoniumnitrat in Plutoniumoxid, wird storniert (AIJ 5/1981: 5–6).

Japan erklärte sich darüber hinaus bereit, mit dem Bau einer kommerziellen Wiederaufarbeitungsanlage (rund 1.000 Tonnen pro Jahr) mindestens noch bis zum Ende der INFCE-Expertenkonferenz (International Nuclear Fuel Cycle Evaluation) im Februar 1980 zu warten. Stellvertretend für die Mehrheit des Parlaments betrachtete das liberaldemokratische Unterhausmitglied Komiyama die „Restriktionen“ des amerikanisch-japanischen Abkommens vom September 1977 als „Hemmnis zur Verwirklichung der angestrebten Maßnahmen“ zur „Schließung des Brennstoffkreislaufs“ (Czakainski 1984: 25).

Tabelle 24: Das japanisch-amerikanische Tauziehen um die Betriebserlaubnis für die Pilot-Wiederaufarbeitungsanlage in Tōkai-mura (Genshiryoku linkai 1982: 122)

Monat/Jahr	Verlängerung der Betriebserlaubnis	Wiederaufarbeitungsmenge (kumulativ)
09/1977	Für zwei Jahre	99 Tonnen
09/1979	Bis zum 30. April 1980	99 Tonnen
04/1980	Bis zum 30. April 1981	99 Tonnen
02/1981	Bis zum 1. Juni 1981	149 Tonnen
06/1981	Bis zum 31. Oktober 1981	149 Tonnen
10/1981	Allgemeine Zustimmung bis zu einer langfristigen Übereinkunft für Kernbrennstoffe US-amerikanischer Provenienz	Innerhalb der Aufarbeitungsleistung von 210 Tonnen je Jahr

Das Tauziehen um die japanische WAA-Politik setzte sich bis in die zweite Hälfte der 1980er Jahre fort. Im Jahre 1981 erreichte die japanische Regierung eine partielle Befreiung von den restriktiven Bestimmungen des amerikanisch-japanischen Kommuniqués vom September

1977. Im Anschluß an einen offiziellen Staatsbesuch vom 7. bis 8. Mai 1981 ließen Ronald Reagan und Suzuki Zenkō ein 16-Punkte-Kommuniqué veröffentlichen, worin es für Premierminister Suzuki in Abschnitt 14 erfreulicherweise hieß: „(...) the President endorsed the view of the Prime Minister that reprocessing is of particular importance to Japan. The Prime Minister and the President thus agreed that the two governments should promptly start consultations with a view to working out a permanent solution at an early date on such pending issues as the continued operation of the Tokai Reprocessing Facility and the construction of an additional reprocessing plant in Japan“ (AIJ 5/1981: 4).

Wenige Tage später einigten sich die beiden Außenminister Haig und Itō am 1. Juni darauf, die Betriebsfrist der Tōkai-WAA bis zum 31. Oktober 1981 zu verlängern und die maximale Aufarbeitungsmenge auf 149 Tonnen heraufzusetzen. Haig versprach eine drastische Wende gegenüber der „starren“ Politik der vorangegangenen Carter-Administration. Einen Tag vor Ablauf der verlängerten Betriebsfrist unterzeichneten der japanische Botschafter in den USA, Okawa Yoshio, und Richard T. Kennedy ein gemeinsames Kommuniqué. Darin gaben die USA ihr Plazet für den Betrieb der Tōkai-WAA mit voller Leistung (210 Tonnen pro Jahr) bis Ende 1984. Der Betrieb der Tōkai-WAA und der Bau einer kommerziellen Wiederaufarbeitungsanlage in Japan war nun relativ frei von Einschränkungen seitens der USA. Japan erklärte gleichzeitig seine Bereitschaft für eine aktivere Unterstützung der Safeguards-FuE der Internationalen Atomenergie-Agentur (IAEA). Das in der Tōkai-WAA gewonnene Plutonium durfte somit zu Mischoxidbrennelementen verarbeitet und zum Beispiel für das japanische SBR-Programm verwandt werden. Die von Präsident Reagan und Premierminister Suzuki avisierte „Dauerlösung“ sollte laut Kommuniqué vom 30. Oktober 1981 nicht später als bis zum 31. Dezember 1984 vereinbart werden. Parallel dazu schritt der Bau einer Plutoniumkonversionsanlage voran, deren Fertigstellung für das Frühjahr 1983 erwartete wurde, da mittlerweile eine vorläufige Übereinkunft über den Bau einer Anlage zur Entwicklung von Uran-Plutonium-Ko-Konversionsverfahren erzielt worden war (AIJ 11/1981: 7–10).

Durch den Austausch von Aide-mémoires vereinbarten die japanische und die US-Regierung am 20. Dezember 1985, daß das Abkommen über den Betrieb der Tōkai-WAA erneut um ein Jahr verlängert werden sollte. In der Spätphase der Reagan-Ära schließlich unterzeichneten am 4. November 1987 US-Botschafter M. Mansfield und der japanische Außenminister Kuranari ein neues Abkommen über die japanische Behandlung bestrahlter Kernbrennstoffe und aufgearbeiteten Plutoniums, die für kommerzielle Reaktoren aus den USA geliefert wurden. Um den Widerstand des Senats gegen das Abkommen abzubauen,

schlug die Reagan-Administration vor, die Route für die monatlich nun tonnenweisen Plutonium-Uran-Lufttransporte zwischen Japan und den europäischen Wiederaufarbeitungsanlagen nicht über US-amerikanisches und kanadisches Territorium führen zu lassen, sondern sie über die Beringstraße und den Nordpol zu verlegen. Sie hatte Erfolg. Mit 53:30 Stimmen lehnte der Senat am 21. März 1988 die Vorlage für eine gemeinsame EntschlieÙung von Senat und Repräsentantenhaus zur Verweigerung der Zustimmung zu dem neuen Nuklearabkommen und dem Durchführungsabkommen mit Japan ab (atw, 4/1987: 164, 12/1987: 567 und 6/1988: 271).

#### 7.4 Die Abfall-Politik

Es liegt in der Natur von Forschungsreaktoren, Kernkraftwerken, Wiederaufarbeitungsanlagen, Brennelementfabriken, Urananreicherungsanlagen etc., kurz: allen Kernbrennstoffe und Radioisotope nutzenden Anlagen, daß sie während ihres Betriebs und zum Teil über die Stilllegungsphase hinaus als sowohl lästige als auch teilweise regenerierbare Nebenprodukte flüssige, gasförmige und feste radioaktive Abfälle produzieren (vgl. die Klassifikation radioaktiver Abfälle in Tabelle 25). Die extreme Giftigkeit verschiedener Spaltstoffe sowie ihre teilweise ungeheure Langlebigkeit über viele Generationen hinweg haben der Kernenergiewirtschaft ein Schlüsselproblem der zivilen Kerntechnik für mehrere Jahrhunderte bis Jahrtausende beschert, das ein großes Gefahrenpotential für die menschliche Erbmasse in sich birgt.

Tabelle 25: Klassifikation radioaktiver Abfälle (Angaben für feste radioaktive Abfälle beziehen sich auf die Oberflächen-Radioaktivität) (Nihon Kagakusha Kaigi 1988: 213)

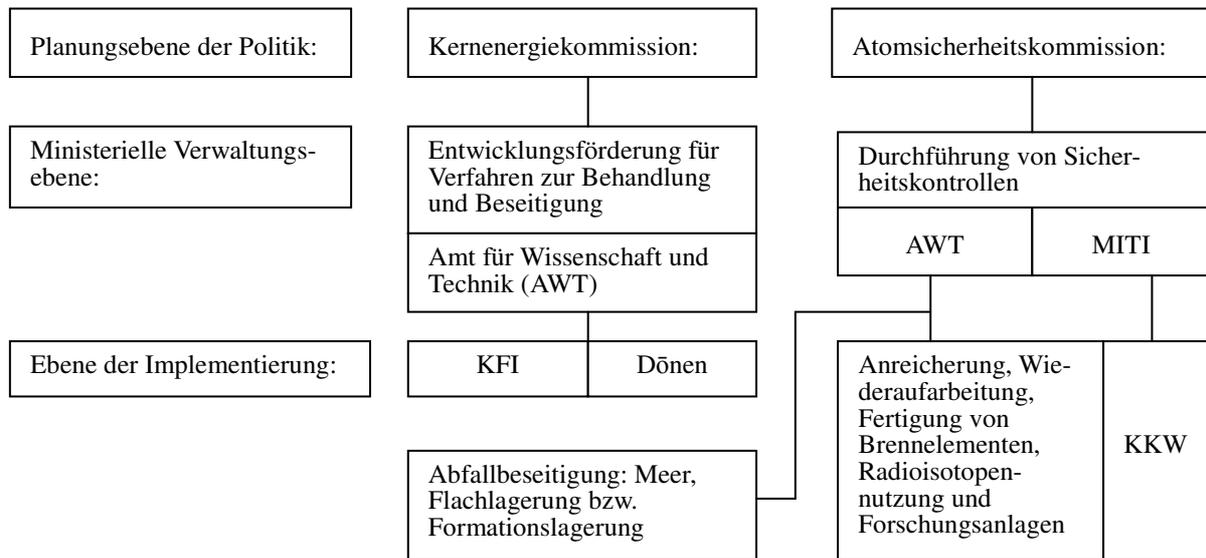
Zustand radioaktiver Abfälle	Niveau der Radioaktivität	Einheit Mikrocurie = $\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ bzw. Milliröntgen mR/Zeit
Flüssig	extrem	mehr als $10^5 \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
	hoch	$10^5 - 10^1 \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
	mittel	$10^1 - 10^3 \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
	niedrig	$0^3 - 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
	extrem niedrig	weniger als $10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
Gasförmig	hoch	mehr als $10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
	niedrig	$10^{-6} - 10^{-10} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
	extrem niedrig	weniger als $10^{-10} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$

Fest	hoch niedrig extrem niedrig	mehr als 2.000 mR/Zeit 2.000–200 mR/Zeit weniger als 200 mR/Zeit
------	-----------------------------------	--

Die offizielle japanische Entsorgungsphilosophie faßt seit Mitte der 1980er Jahre die Wiederaufarbeitung (*saishori*) und die Spaltstoffrückführung, die Behandlung und die Beseitigung radioaktiver Abfälle (*hōshasei haikibutsu no shori shobun*) zu einem integrierten Entsorgungskonzept zusammen. Ein Vergleich zwischen dem drittgrößten Nuklearprogramm der westlichen Welt mit dem relativ niedrigen Entwicklungsniveau dieses Entsorgungskonzeptes hat Befürworter wie auch Kritiker, im Bewußtsein der geologischen Instabilität der japanischen Inselkette sowie ihrer relativ großen Bevölkerungsdichte, dazu veranlaßt, im Rahmen des hinteren Endes des nuklearen Brennstoffzyklus lapidar von Japan als einem „Haus ohne Klo“ (Yamaka 1981: 32; Childs 1984: 208; Powell 1983: 38) zu sprechen.

Das Kernenergieprogramm von 1961 enthielt hinsichtlich des Entsorgungskonzeptes erstmals die Formel, daß „künftig die Entsorgung flüssiger, gasförmiger und fester radioaktiver Abfälle sowie die Abfallversenkung im Meer“ (JAEC 1961: 107–109) erforscht werden sollte. Seit Anfang der 1960er Jahre verteilte demnach das Amt für Wissenschaft und Technik (AWT) Aufträge an das Kernforschungsinstitut (KFI), das Nationale Institut für Radiologische Wissenschaften (NIRW) sowie an einige Unternehmen der Nuklearindustrie zur grundlegenden Erforschung geeigneter Verfahren für die Abfallbehandlung und -beseitigung (vgl. die schematisch vereinfachte Darstellung des staatlichen Systems der nuklearen Abfallwirtschaft in Abbildung 26). Die Entsorgung der bis 1967 erzeugten relativ geringen Abfallmengen wickelte Japan hauptsächlich über Großbritannien ab. Mit der umfassenden Anwendung der Kernenergie seit Beginn der 1970er Jahre – rund 1.600 Organisationen in Industrie, Landwirtschaft, Medizin etc. nutzten um 1970 Radioisotope und Kernbrennstoffe – und der Umsetzung der Politik zur Schließung des Brennstoffzyklus akkumulierten auch die Nuklearabfälle. Im Oktober 1976 schließlich formulierte die KeKo zum ersten Mal Grundsätze ihrer Abfallpolitik, wie sie im Kern heute noch in Kraft sind und in den kommenden zwei Dekaden umgesetzt werden sollen.

Abbildung 26: Vereinfachte Darstellung des staatlichen Systems der nuklearen Abfallwirtschaft (Yoshimura 1980: 25)



Die KeKo definierte in ihnen die Aufgaben öffentlicher und privater FuE-Organisationen im Rahmen der Abfallwirtschaft: Die Behandlung und die Lagerung niedrigradioaktiver Abfälle (NRA), so die KeKo, obliegt prinzipiell den Aufgaben ihrer Erzeuger. Sie empfahl den Betreibern von Forschungsreaktoren, Brennelementfabriken und Kernbrennstoffe und Radioisotope nutzenden Anlagen, gemeinsame Behandlungsprogramme zu unternehmen. Die Regierung habe Sicherheitsstandards für die Behandlung von NRA festzulegen (KeKo, ASK) und durch ihre zuständigen Organe (AWT, MITI) deren Einhaltung in den Behandlungsanlagen der Nuklearindustrie zu kontrollieren. Die Behandlung von NRA erfolgt programmgemäß durch Zementierung (*semento koka*), Bituminierung (*asufaruto koka*) und später auch durch Plastifizierung (*purasuchikku koka*) in Metallcontainern, die im Stillen Ozean versenkt (*kaiyō tōki*) oder auf dem flachen Land (*rikuchi shobun*) endgelagert werden sollen. Die (End-)Lagerung von hochradioaktivem Abfall (HRA) soll in geeigneten geologischen Formationen (*chisō shobun*) erfolgen. Bevor eine Endlagerung von NRA stattfindet, obliegt es der staatlichen Verantwortlichkeit (Dōnen, KFI), die experimentelle Beseitigung solange zu testen, bis die Privatwirtschaft ihre Methoden möglichst reibungsarm übernehmen und verwerten kann. Im Rahmen der Behandlung, der Zwischen- und der Endlagerung von HRA setzte die KeKo das von ihr definierte Verursacherprinzip außer Kraft und setzte an seiner Statt das sogenannte Prinzip des gerechten Lastenausgleichs (*sedaikan no futan no kōhei no gensoku*).

Tabelle 27: Staatliches Budget für Maßnahmen zur Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle (in Mio. Yen) (Yoshimura 1980: 25)

	Fiskaljahr 1979	Fiskaljahr 1980
FuE zur Behandlung und Beseitigung	970	1110
– niedrigradioaktiver Abfälle	380	360
– hochradioaktiver Abfälle	590	750
Verfahren zur Behandlung und Beseitigung	50	40
– niedrigradioaktiver Abfälle	50	40
– hochradioaktiver Abfälle	—	—
Insgesamt	1020	1150

Darin definierte die KeKo die Dōnen und das Kernforschungsinstitut (KFI) als die zuständigen FuE-Organisationen für die Entwicklung von Verfahren zur Behandlung und Beseitigung hochradioaktiver Abfälle (HRA). Die Beseitigung im Weltraum (*uchū shobun*), im ewigen Eis (*hyōshō shobun*) oder unter dem Meeresgrund (*kaiyō teika shobun*) kommt für Japan sehr wahrscheinlich nicht in Frage. Der flüssige HRA, der volumenmäßig um ein Vielfaches geringer, aber um ein Vielfaches toxischer als NRA ist, soll in Borosilikatglas eingeschmolzen (*garasu koka*), 30 bis 50 Jahre zwischengelagert (*rikuchi hokan*) und in geologischen Formationen endgelagert (*chisō shobun*) werden. Die geologische Entsorgung soll laut KeKo bis zur zweiten Dekade des 21. Jahrhunderts in vier Stufen erfolgen: 1. Auswahl geeigneter Formationen, 2. Auswahl geeigneter Standorte, 3. Demonstration der Beseitigungsverfahren und 4. Bau und Betrieb von Beseitigungsanlagen. Die für die Abfallbeseitigung auf dem Land und im Meer zuständige oberste Behörde ist das Amt für Wissenschaft und Technik (AWT). Der staatliche Etat für Maßnahmen zur Behandlung radioaktiver Abfälle in den Fiskaljahren 1979 und 1980 zeigt, daß sein Löwenanteil von den FuE-Kosten für die Behandlung und Beseitigung von NRA und HRA absorbiert worden ist. Ein seitdem stetig wachsender Anteil wird für die Behandlung hochradioaktiver Abfälle aufgebraucht (vgl. dazu Tabelle 27).

Weder NRA noch HRA wurde bis 1980 überhaupt beseitigt bzw. endgelagert. Die in Anlagen zur Veredelung, Konversion, Anreicherung und Brennelementfertigung produzierten, mengenmäßig relativ geringen, Uranabfälle werden üblicherweise unbehandelt in Metallfässern gelagert, zum Teil verbrannt und auf dem Gelände des Erzeugers solange kontrolliert aufbewahrt (*mippei kanri*), bis eine Beseitigungsmethode jenseits der Demonstrationsstufe erfolgreich entwickelt worden ist. Das Volumen der von Kernkraftwerken in relativ großen Mengen Beta- und Gammastrahlung tragenden,

freigesetzten Abfälle wird reduziert und konzentriert und auf dem Kernkraftwerksgelände gelagert. Der größere Teil ihrer angereicherten, flüssigen Nuklearabfälle wird mit Zement oder Bitumen konzentriert und kontrolliert verwahrt; der Rest wird in Tanks oder Bassins auf dem Erzeugergelände aufbewahrt. Wiederaufarbeitungsanlagen (WAA) setzen hauptsächlich Beta- und Gammastrahlung sowie Plutonium tragende Abfälle frei. NRA und mittelradioaktive (MRA), feste Abprodukte werden in Metallfässern, andere NRA und MRA zum Beispiel in Tanks gelagert. Der flüssige HRA wird bis zum Ende der zweiten Hälfte der 1980er Jahre in speziellen Tanks gelagert. Das Verfahren, ihn in Glas einzuschmelzen, befindet sich derzeit in der Phase der Demonstration (vgl. 7.4.3). Die Plutoniumabfälle aus Plutonium-Uran-Mischoxid-Brennelementfertigungsanlagen (Pu-U-Mox) werden unbehandelt in Metallfässern gelagert. Abfälle, die aus der Nutzung von Radioisotopen entstehen, werden in Metallfässern – zum Teil auch in Flaschen – verpackt und zentral auf dem Gelände der Japanischen Gesellschaft für Radioisotope (JGfR; Nihon Hōshasei Dōi Genso Kyōkai, später Nihon Aisotopu Kyōkai) aufbewahrt. Der andere Teil wird an das Kernforschungsinstitut geschickt, hitzebehandelt und kontrolliert gelagert. Forschungsanlagen setzen alle genannten Arten von Nuklearabfällen frei; manche werden mit Zement oder Bitumen konzentriert, manche in Metallfässern oder Spezialcontainern mit oder ohne Behandlung gelagert, so daß sie nach und nach je nach der Art des Abfalls und dem technischen Stand und der Wirtschaftlichkeit des jeweiligen Behandlungsverfahrens behandelt werden können. Je nach den im Laufe der Jahre revidierten Kriterien für die Klassifikation von extrem niedrigradioaktivem Abfall oder auch auf Grund einer langen Lagerung als niedrig- bzw. mittelradioaktiver Abfall wird deren Schädlichkeit als sozialadäquate Last für unbedenklich erklärt, und darf in so einem Fall kontrolliert auf Raum und Zeit in der Biosphäre verteilt werden. Zu den obengenannten Nuklearabfällen werden ab dem Jahre 1990 – diese Option liegt bei Frankreich und Großbritannien – die dann zurückzunehmenden verfestigten WAA-Abfälle (*henkan kokatai*) hinzukommen, die bei den Aufarbeitungsdiensten von British Nuclear Fuels Ltd. (BNFL) und der Compagnie Générale des Matières Nucléaires (COGEMA) für die japanischen Energieversorgungsunternehmen erzeugt worden sind. Die KeKo schließt ihr Entsorgungskonzept mit der Empfehlung, daß der Plastifizierung und der Pelletisierung im Rahmen der Entwicklung von Behandlungsverfahren für niedrigradioaktiven Abfall gegenüber der Zementierung und der Bituminierung – wegen des größeren Beseitigungsfaktors – der Vorrang eingeräumt werden sollte. Neben dem Verglasungsverfahren als Voraussetzung für die Beseitigung von hochradioaktivem Abfall soll im Rahmen einer Zusammenarbeit mit Australien das dort entwickelte Verfahren zur

Versiegelung radioaktiver Nuklide in synthetisches Gestein getestet werden (*shinrokku*; engl. synroc) (Yoshimura 1980: 24–27; NGSK 1987: 45–47; Nihon Kagakusha Kaigi 1988: 213–223; Genshiryoku Iinkai 1988: 107–117).

#### **7.4.1 Der niedrigradioaktive Abfall**

Während des Normalbetriebs von Kernkraftwerken, der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennstäbe, bei Reparaturen und nicht zuletzt auch bei Leckagen und Havarien fallen gasförmige, flüssige und feste radioaktive Stoffe an. Die beiden Kernenergieprogramme von 1982 und 1987 sehen für sie drei Behandlungsweisen vor: 1. Die Verdünnung und den unkontrollierten Verbleib in der Umwelt, 2. die Konzentration und die kontrollierte Lagerung sowie 3. die Verwendung als Rohstoff- und Energiequelle. Unter Nummer 1 fällt niedrigradioaktiver Abfall (NRA) in gasförmigem und teilweise auch solcher in flüssigem Zustand, der kontrolliert (*hōshutsu teigenka no hōshin*) mit der Abluft und dem Abwasser an die Umwelt abgegeben werden darf. Andere flüssige und feste NRA werden einer Konditionierungs- und Konzentrationsbehandlung zugeführt und in 200-Liter-Metallfässern auf dem Erzeugergelände gelagert. Diese zweite ist die heute vorwiegend praktizierte Behandlungsmethode. In den Rahmen von Nummer 3 fallen zum Beispiel FuE-Aktivitäten der Dōnen und des Kernforschungsinstitutes (KFI), in Zusammenarbeit mit einigen Universitäten und der Nuklearindustrie die Verwendung radioaktiver Abfälle auch als Energie- und Rohstoffquelle zu nutzen: Es laufen zur Zeit Untersuchungen zur Festlegung von Kriterien für die Klassifikation von radioaktivem Abfall, der TRU-Nuklide (Transurane) enthält. Die Grundlagenforschung soll auf einer fortgeschritteneren Stufe die Gewinnung zum Beispiel der Transurane Americium, Curium und Neptunium oder auch nichtradioaktiver Elemente, wie zum Beispiel die Edelmetalle Palladium und Rhodium, in größerem Maßstab ermöglichen (NGSK 1982: 11–12 und 1987: 46–47).

Als Beseitigungsmethode für niedrigradioaktiven Abfall sieht die Politik der KeKo eine (Flach-)Lagerung auf dem Land (vgl. zur Lagerungsmenge für niedrigradioaktive Abfälle den Status quo von 1987 in Tabelle 28) und eine Versenkung im Meer (vgl. 7.4.2) vor. Einer Endlagerung ist bis dato kein niedrigradioaktiver Abfall zugeführt worden. Im August 1980 belief sich der Stand der Lagerungsmenge auf rund 260.000 200-Liter-Fässer. In jedem neuen Jahr erwartete die KeKo eine Zunahme um rund 60.000 200-Liter-Fässer. Entsprechend den Ausbauplänen schätzte sie die kumulative Zunahme bis zum Jahr 1990 auf rund 1,2 Mio. und bis zur Jahrhundertwende auf etwa 3,8 Mio. 200-Liter-Fässer. Die reale Entwicklung zeigte

bis Ende März 1987 jedoch „nur“ ein Anwachsen auf rund 670.000 200-Liter-Metallfässer.

Tabelle 28: Lagerungsmenge für niedrigradioaktive Abfälle in 200-Liter-Metallfässern, Stand Ende Fiskaljahr 1987 (Genshiryoku Iinkai 1988: 109)

Erzeugeranlagen	Ende März 1988 (akkumulierte Lagerungsmenge)	Lagerungskapazität
Kernstromerzeugende Anlage	ca. 453.000	766.600
Japanisches Kernforschungsinstitut	ca. 99.000	119.600
Dönen	ca. 86.600	134.400
Brennelementfertigungsfabriken	ca. 21.800	40.200
Japanische Gesellschaft für Radioisotope	ca. 52.200	54.900
Insgesamt	ca. 712.800	1.115.700

Die Entsorgung von niedrigradioaktivem Abfall durch Flachlagerung auf dem Land sowie durch Versenkung im Meer sollte sich laut KeKo volumenmäßig im Verhältnis 40:60 auf beide Entsorgungsmedien verteilen. In bezug auf die Gesamtradioaktivität stehen niedrig- und hochradioaktiver Abfall etwa im Verhältnis von 0,1 zu 99,1 zueinander.

Im Jahre 1976 hatten die japanischen Energieversorgungsunternehmen, die Fertigungsindustrie für Brennelemente, das staatliche Kernforschungsinstitut (KFI) und andere Organisationen ein Entsorgungszentrum für radioaktive Abfälle gegründet, das seit 1979 in einer stillgelegten Mine in Nord-Japan Experimente mit konditioniertem Nuklearabfall durchführt. Es betonierte einen Minenschacht aus und lagerte Abfall ein, füllte die Zwischenräume mit Erde und Sand aus und asphaltierte die Oberfläche wegen des Wasserschutzes. Parallel dazu führt(e) das Kernforschungsinstitut Langzeitversuche über das Korrosionsverhalten von Containern durch, die in feuchter Erde lagern. Für die Implementierung des riesigen – 1985 auf eine Billion Yen Finanzvolumen veranschlagten – Shimokita-„Co-Location“-Projektes (Präfektur Aomori) eines privaten nuklearen Brennstoffzykluszentrums mit einer Wiederaufarbeitungsanlage, einer Urananreicherungsanlage und einer Lagerungsanlage für niedrigradioaktiven Abfall gründete sich für die letzteren beiden Vorhaben am 1. März 1985 ein hauptsächlich aus den neun regionalen Energieversorgungsunternehmen bestehendes Konsortium namens Nihon Gennen Sangyō (Nuclear Fuel Industries). Diesem Projekt kommt heute und in Zukunft hohe politische Priorität zu, zumal sich der Meeresversenkungsplan (vgl. 7.4.2) unvorhergesehenerweise verzögerte. Im Jahre 1986 wurde mit den vorbereitenden Arbeiten für den Bau der Lagerungsanlagen für niedrigradioaktiven Abfall begonnen. An diesem rund

100-Milliarden-Yen-Projekt arbeiten mit etwa 700 Personen zwar weniger Menschen als am Hügelgrab von Kaiser Nintoku (4. Jh.), aber die Lagerungskapazität dieses Nuklearabfallgrabes wird, falls die Anlage plangemäß 1991 für den Betrieb freigegeben wird, zunächst 200.000 Kubikmeter oder eine Million 200-Liter-Fässer und am Ende insgesamt 600.000 Kubikmeter oder drei Millionen 200-Liter-Fässer fassen (Ōtsuka/Ōgaki 1984: 17; AIJ 8/1980: 43–44, 7/1983: 21; NGSK 1987: 43–44).

#### **7.4.2 Die Meeresversenkung**

Professor Saitō ein ehemaliges Mitglied des Brynielsson-Ausschusses der Internationalen Atomenergie-Agentur (IAEA), der die sichere (Meeres-)Entsorgung niedrig- (NRA) und mittelradioaktiver Abfälle (MRA) zuerst empfohlen hatte, wurde zum ersten Vorsitzenden des KeKo-Beratungsausschusses für die Beseitigung radioaktiver Abfälle ernannt. Professor Miyake wurde von 1961 bis 1964 sein Nachfolger. In diesem Gremium wurden die Grundsätze einer künftigen Abfallpolitik diskutiert. Auf der Grundlage der in den technischen Beratungsausschüssen des Amtes für Wissenschaft und Technik (AWT) vorgenommenen technischen Sicherheitsbewertung der Meeresversenkungsmethode wurden potentielle Entsorgungsstellen im Stillen Ozean ausgewählt, die sich fast alle in Tiefen um 6.000 Meter und außerhalb einer 200-Seemeilen-Zone vor der japanischen Küstenlinie befanden. Von 1972 bis 1974 betrieben das Amt für Fischereiwesen, das Wetteramt, das Meteorologische Forschungsinstitut und das Amt für Meeressicherheit Untersuchungen hinsichtlich einer künftigen Versenkung von niedrig- und mittelradioaktivem Abfall im Stillen Ozean. Die Behältnisse, in denen er gelagert werden soll, werden dort sehr großen hydrostatischen Drücken ausgesetzt sein, da die ausgewählten Orte durchschnittlich rund 2.000 Meter tiefer liegen als entsprechende atlantische. Das Zentrale Forschungsinstitut der Stromindustrie (ZeFoSi) und das Kernforschungsinstitut (KFI) haben zur Entwicklung der erforderlichen Behälter Wasserdrucktestanlagen gebaut und führen darüber hinaus Aufschlagtests und langzeitige Korrosionsversuche etc. durch. Die Resultate eines unter der Leitung von Dr. Ichikawa (AWT) zur Bewertung der Umweltsicherheit der Meeresentsorgung durchgeführten Experiments im Jahre 1975/76 wurden drei Jahre später von einer Expertengruppe unter Dr. Miyanaga überprüft und in ihren Schlußfolgerungen von der neu eingesetzten Atomsicherheitskommission (ASK) bestätigt: Gesetzt, alle niedrigradioaktiven Abfall enthaltenden Kontainer leckten und setzten ihre Radioaktivität vollständig frei, so stellte sie „nur etwa ein Millionstel des natürlichen radioaktiven Kaliums im Meerwasser“ (AIJ 8/1980:

14) dar. Die radioaktive Konzentration in Meeresorganismen, die über die Nahrungskette in den menschlichen Körper gelangen könnte, entspräche demnach etwa ein Zehntel Millionstel der natürlichen Umweltradioaktivität, der die Menschen ausgesetzt sind. Weiterhin unterstellt, die – geplanten – rund 100.000 versenkten Curie pro Jahr würden frei, so beliefe sich diese Strahlendosis auf etwa ein Fünftausendstel der natürlichen Radioaktivität. Da in einer realistischeren, weniger pessimistischen Annahme die Mehrzahl der Fässer – wenn die ursprüngliche Radioaktivität durch Zerfallsakte auf ein Zehntausendstel abgeklungen wäre – erst nach vielen Jahren eines Korrosionsprozesses schadhaft würden, betrüge die dann freiwerdende Rest-Radioaktivität weniger als 0,1%, die zudem größtenteils der Meeresboden absorbieren würde. Die radioaktive Konzentration in 6.000 Meter Tiefe wäre somit gering und die an der Oberfläche vollends vernachlässigbar.

Am 29. Dezember 1972 unterzeichnete eine Reihe von Staaten, die an einer kontrollierten Versenkung von niedrig- und mittlradioaktivem Abfall im Meer interessiert waren, die Londoner Konvention zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen (Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter; im folgenden Londoner Konvention genannt), die im Jahre 1975 in Kraft trat. Sie hatte für keine Regierung eine rechtlich bindende Wirkung. Ihre Bedeutung gewinnt das Londoner Inspektorat dadurch, daß sich seine Mitglieder den Beschlüssen ihrer gemeinsamen Konsultativsitzungen in freier Verantwortung unterwerfen. Etwa ein Jahr vor einer Versenkungsaktion informiert die Regierung des versenkenden Staates oder der versenkenden Staatengruppe die Kernenergie-Agentur der Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (NEA/OECD), deren Mitglied Japan seit dem 20. April 1972 (assoziiertes Mitglied seit Februar 1965) ist, und erfragt beim Londoner Inspektorat eine Sondererlaubnis für die Versenkung von niedrig- und/oder mittlradioaktivem Abfall. Es gewährt oder verweigert die Versenkung und entsendet im positiven Regelfall einen Beobachter, der den Versenkungsort, die Zahl, das Volumen und die Art der Radioaktivität der versenkten Fässer und etwaige Zwischenfälle etc. protokollarisch festhält.

Japan gehörte nicht zu den Gründungsmitgliedern der Londoner Konvention. Das japanische Amt für Wissenschaft und Technik (AWT) ließ zunächst ab 1972 zwei Umweltsicherheitsberichte über die Beseitigung von niedrigradioaktivem Abfall durch Versenkung im Meer (*kaiyō tōki*) anfertigen. Im November 1979 erklärte die Atomsicherheitskommission (ASK) das Experiment, 5.000 bis 10.000 200-Liter-Metallfässer mit verfestigtem niedrigradioaktivem Abfall (rd. 500 Curie) etwa 900 Kilometer südlich der

Bucht von Tōkyō und etwa 1.100 Kilometer nördlich der Marianen-Inseln in einer Meerestiefe von 5.000 bis 6.000 Meter zu versenken, für technisch sicher durchführbar: „There are no problems connected with the safety of this method“ (AIJ 8/1980: 36). Dem Versenkungsplan hatten pazifische Anrainerstaaten, wie zum Beispiel die USA, Australien und Ozeanien und nicht zuletzt die pazifischen sogenannten Zwerg-Inselstaaten, die als Treuhandgebiet der Vereinten Nationen (UNO) von den USA verwaltet werden, noch nicht zugestimmt. Um den Versenkungsplan plangemäß im Sommer 1981 durchführen zu können, ratifizierte das japanische Parlament im Frühjahr 1980 die Londoner Konvention. Japan ist seit dem Tag des Inkrafttretens der Beitrittserklärung zur Londoner Konvention am 14. November 1980 das 45. Mitglied des Londoner Inspektorates. Nachdem die australische Regierung im Februar 1980 über den japanischen Plan formell informiert worden war, begann eine Zeit, des flammenden Protests und der Resolutionen gegen den Versenkungsplan, zum Beispiel durch den Senat der Konföderation der nördlichen Marianen-Staaten, Palau, Guam, Yap, Hawaii etc. Die japanische Regierung schickte einen wissenschaftlichen Gesandten, Gotō Hiroshi, zwischen August und November 1980 auf vier Missionen zu den betroffenen Inselstaaten, um für ihren Plan zu werben. Als extremes Beispiel für die – alles andere als – Begeisterung der pazifischen Inselstaaten für den japanischen Versenkungsplan kann die Verweigerung des Zutritts für Gotō auf Vanuatu, eine ehemalige französische Kolonie, genannt werden. Im Herbst 1981 erklärte die japanische Regierung den Plan für aufgeschoben, aber nicht aufgehoben. Im Jahr darauf versenkten Belgien, Großbritannien, die Niederlande und die Schweiz offiziell und mit der Zustimmung des Londoner Inspektorates insgesamt 11.693 Tonnen konditionierte radioaktive Abfälle in 14.630 Behältern mit insgesamt 1.364 Curie Alpha-Radioaktivität, 49.539 Curie Beta/Gamma ohne Tritium, 77.449 Curie Tritium und 64 Curie Radon-226 im Meer (atw, 4/1983: 172). Nach einer fünftägigen Konsultativsitzung vom 14. bis 18. Februar 1983 einigten sich die mittlerweile 52 Signatarstaaten der Londoner Konvention auf Antrag der pazifischen Inselstaaten Kiribati und Nauru darauf, daß „bis zum Vorliegen einer aussagekräftigen, wissenschaftlich abgesicherten Studie über die ökologischen Auswirkungen eine Versenkung von Nuklearabfall“ (atw, 3/1983: 109) ausgesetzt wird.

Am Ende der Konferenz zur Verhütung von Meeresverschmutzung in London, am 24. Februar 1984, verlängerten die Teilnehmerstaaten ihr Moratorium für eine Versenkung niedrig- und mittlerradioaktiver Abfälle im Meer vom 18. Februar 1983 trotz, besser: wegen Uneinigkeit bis zum nächsten Treffen im August 1985. Großbritannien, Belgien, die Niederlande, die Schweiz und auch Japan haben sich offiziell an das freiwillige Moratorium

gehalten. Auf der 9. Konsultativsitzung der Unterzeichnerstaaten der Londoner Konvention wurde gegen Ende 1985 das bestehende Moratorium auf unbestimmte Zeit verlängert. Sechs der mehr als 50 Staaten, Frankreich, Großbritannien, Kanada, die Schweiz, Südafrika und die USA, hatten gegen eine Verlängerung gestimmt, und ließen diplomatisch erkennen, daß sie unter diesen Bedingungen die Beschlüsse der Londoner Konvention nicht unbedingt zu tragen gewillt seien (Yamaka 1981: 33-36; Childs 1984: 210; Genshiryoku Iinkai 1984: 82–86, 1985: 88–91, 1986: 36; atw, 2/1981: 63, 4/1984: 165, 7/1980: 355, 4/1983: 172 und 12/1985: 610).

### 7.4.3 Der hochradioaktive Abfall

Japan strebt nicht nur den Kernkraftwerksbau mit einem nahezu hundertprozentigen Eigenfertigungsanteil und eine Kernstromerzeugung in großem Maßstab an, sondern betreibt langfristig und systematisch die Schließung und Kommerzialisierung des nuklearen Brennstoffkreislaufs. Dieses Programm impliziert die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennstäbe, die wiederum die Produktion von hochradioaktivem Abfall (HRA) einschließt. Der Ausbau der Kernstromerzeugungskapazität korreliert also mit der Akkumulation von hochradioaktivem Abfall. Im Rahmen des hinteren Endes des nuklearen Brennstoffkreislaufs ist somit die Entwicklung von Behandlungsverfahren und Beseitigungsmethoden für hochradioaktiven Abfall notwendig geworden.

Tabelle 29: Geschätzte Produktionsmenge hochradioaktiver Abfälle (HRA) (alle Angaben sind gerundet; kumulativ, inklusive zurückgenommene Abfälle, x 10<sup>2</sup> m<sup>3</sup>) (AIJ 7/1980: 18)

Jahr	1980	1985	1990	1995	2000
Kernstromerzeugungskapazität (Gigawatt)	15	25	50	73–75	100
Volumen verglaster flüssiger HRA	—	—	1	4,5	11–12

Anmerkung: Die Angaben beruhen auf Schätzungen des Leiters der Abteilung für Kernbrennstoffe der Dōnen, Dr. Suzuki Susumu, denen er die Ausbaupläne der Kernenergiekommission zugrundegelegt hat.

Seit die Kernenergiekommission (KeKo) im Oktober 1976 ihre langfristige Abfallpolitik zur Entsorgung von HRA vorstellte, sind die Dōnen und das Kernforschungsinstitut (KFI) Träger der Entwicklung von Verfahren zur Behandlung und Beseitigung von HRA und von

Untersuchungen zu deren Sicherheitsabschätzung. Die Inbetriebnahme der Tōkai-mura-WAA im Jahre 1977 war ein wesentlicher Bestimmungsgrund dafür, daß mit der FuE zur Behandlung von hochradioaktivem Abfall spätestens nun ernsthaft begonnen werden mußte. Der Schwerpunkt bei der Behandlung und Beseitigung von hochradioaktivem Abfall lag von Anfang an auf der Einschmelzung in Borosilikatglas (*garasu koka*), das in geeigneten geologischen Formationen endgelagert (*chisō shobun*) werden soll(te). Unterstellt, daß alle abgebrannten Brennstäbe wiederaufgearbeitet werden, schätzte die KeKo, daß der gesamte verglaste flüssige hochradioaktive Abfall (HRA) im Jahre 1990 rund 1.000 Fässer, im Jahre 1990 etwa 4.000 Fässer betragen, und bis zum Jahr 2000 schließlich auf ca. 10.000 Fässer anwachsen werde. Je Metallfaß in Borosilikatglas eingeschmolzener flüssiger HRA enthält rund 400.000 Curie Radioaktivität. Es wird etwa 300 Jahre währen, bis sie sich auf einige Hundert Curie vermindert haben wird. Von April 1979 bis Dezember 1980 untersuchte unter der Leitung von Dr. Yamazaki Fumio ein von der KeKo eingesetzter Ausschuß für die Beseitigung radioaktiver Abfälle das gleichnamige nationale Entsorgungsproblem und legte einen Bericht zur „Förderung der FuE für die Beseitigung von HRA“ (AIJ 1/1981: 9–13) vor.

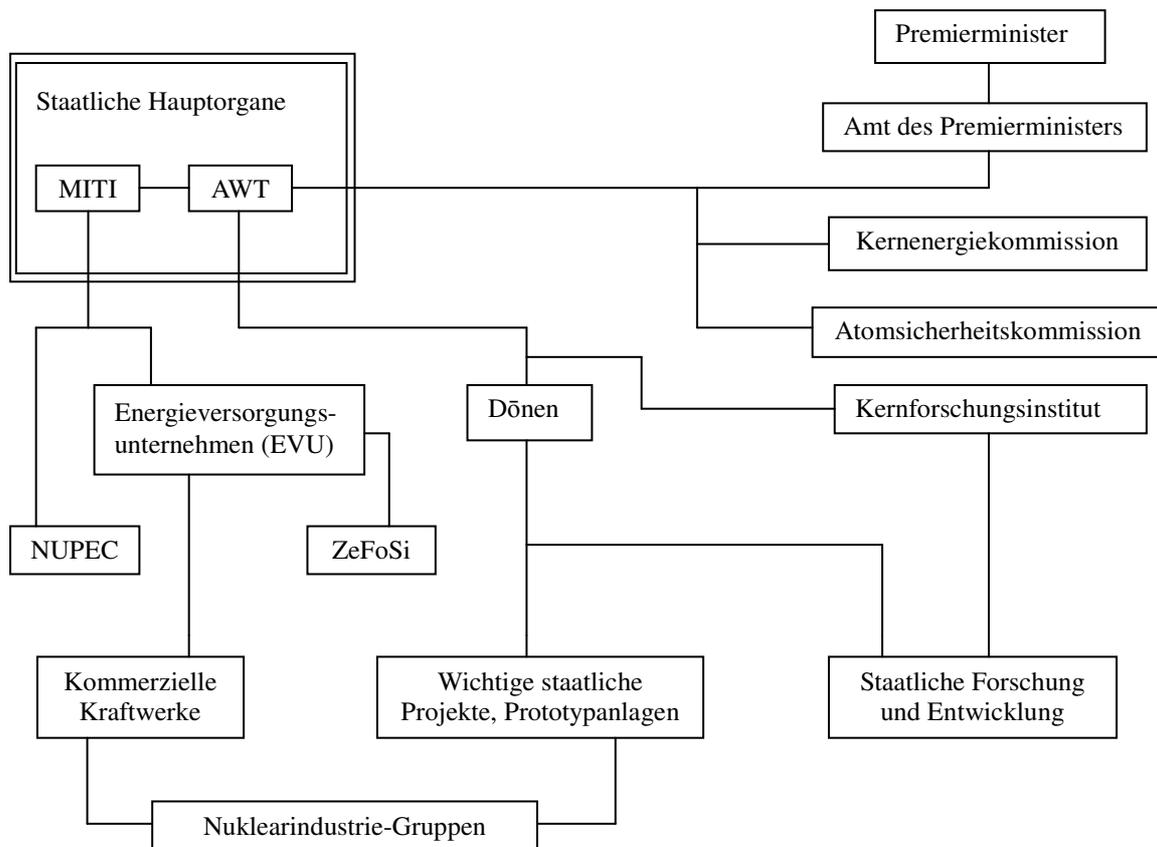
Die KeKo berücksichtigte in diesem neuen FuE-Konzept vom Dezember 1980 die FuE-Resultate, die im In- und Ausland seit 1976 erzielt worden waren. Die Verglasung und die geologische Lagerung hatten immer noch Priorität, vornehmlich der Zeithorizont wurde weiter gefaßt: Ein Fünf-Stufen-Forschungsprojekt zur geologischen Beseitigung wurde mit der zeitlichen Zielvorgabe angekündigt, im Jahre 2015 eine experimentelle Beseitigung durchführen zu wollen. Das Projekt, dem der Status eines nationalen Projektes (*kuni no purojekuto*) verliehen wurde, beinhaltete ein „Konzept chemischer Barrieren“ zur Isolierung der verglasten hochradioaktiven Abfälle (vgl. dazu die geschätzten Produktionsmengen von HRA in Tabelle 29) von der Biosphäre. Von der Internationalen Atomenergie-Agentur (IAEA) erwartete die KeKo die Ausarbeitung einheitlicher Sicherheitsstandards, die „for the first 600 years“ (AIJ 2/1981: 2–3) maßgeblich sein sollten.

Im Jahre 1980 führte die Dōnen in Tōkai-mura erstmals „kalte“ Tests durch, und plante für das Fiskaljahr 1987 den Bau einer Pilotanlage zur Verglasung und Lagerung von flüssigem hochradioaktivem Abfall (HRA). Die von der Tōkai-WAA seit 1977 produzierten flüssigen HRA wurden in Tanks mit einem Volumen von 90 Kubikmeter gelagert. Im Jahre 1982 stellte das Kernforschungsinstitut eine Testanlage für Abfallsicherheit im Labormaßstab fertig und begann kurze Zeit später mit ersten „heißen“ Tests. Wenige Zeit vorher hatte die Dōnen in ihrer Testanlage zur chemischen Verarbeitung von HRA mit „heißen“ Tests begonnen. Zu dieser Zeit schlug das Amt für Wissenschaft und Technik (AWT) den Standort Shimokawa in

Hokkaidō für den Bau einer Testanlage für HRA in einer stillgelegten Kupfermine vor, wo man auch eine Endlagerung nicht ganz ausschließen wollte (AIJ 8/1980: 17–23; Childs 1984: 208).

Die FuE-Resultate, die die Dōnen als Betreiber und Bauherr von Konditionierungsanlagen gewinnt, sollen die privaten WAA-Betreiber in den 1990er Jahren übernehmen, anwenden und verwerten. Ende 1986 beantragte die Dōnen beim Amt für Wissenschaft und Technik (AWT) eine Errichtungsgenehmigung für den Bau einer Demonstrationsanlage zur Verglasung hochradioaktiver Spaltproduktlösungen. Auf dem Gelände der Tōkai-mura-WAA soll sie 1991 ihren Betrieb, der für einen Durchsatz von 0,7 Kubikmeter pro Tag ausgelegt sein wird, aufnehmen können. In etwa gleichzeitig zu dem geplanten Baubeginn der genannten Demonstrationsanlage nahm die Dōnen dort Ende 1987 eine Plutoniumabfallanlage (Pu-AA) in Betrieb. Der plutoniumhaltige Abfall aus der Mischoxid-Brennelementproduktion (MOX) sowie aus den Wartungsarbeiten der zugehörigen Anlagen soll in ihr konzentriert und in eine lagerfähige Form gebracht werden. Dabei sollen die Verfahren der Veraschung und des Einschmelzens der Abfälle getestet werden. Die Kapazität der Pu-AA beträgt etwa 450 Kubikmeter pro Jahr, das entspricht etwa 2.000 bis 3.000 Abfallfässern pro Jahr. Die angestrebte Volumenreduktion liegt im Bereich von einem Zehntel bis einem Achtzigstel. Die hochradioaktiven Abfälle, die Plutonium enthalten, sollen in keramische Verbindungen oder in metallischer Form eingeschlossen werden (NGSK 1987: 44–47; Tamiyama 1984: 157–158; atw, 2/1988: 66, 12/1986: 586, 1/1987: 9 und 1/1988: 8).

Abbildung 30: Organisationsschema mit Zuständigkeiten im Bereich der Erforschung, Entwicklung und Anwendung der Kernenergie (Shoda 1987: 441)



Abkürzungen: NUPEC = Nuclear Power Engineering Corporation (Test Center)

ZeFoSi = Zentrales Forschungsinstitut der Stromindustrie

Im Rahmen ihres HRA-Tieflagerungsplanes wählte die Dönen Anfang 1988 auf der Hauptinsel Honshū in der Präfektur Iwate bei der Stadt Kamaishi ein Gelände aus, wo im Frühjahr 1987 nach mehr als 100 Jahren Förderaktivität ein Bergwerksbetrieb geschlossen worden war. Derzeit führt sie dort über einen Zeitraum von insgesamt fünf Jahren Versuche durch, die der Untersuchung des Granits zur Einlagerung von hochradioaktivem Abfall im Zusammenhang mit wasserführenden Schichten und Erdbeben dienen. Daneben hat sie noch 17 weitere Standorte für eine geologische Endlagerung ausgewählt, an denen die vorgefundenen geologischen und hydrologischen Bedingungen untersucht werden.

Das Einschmelzen von hochradioaktivem Abfall in Borosilikatglas ist heute zwar das wichtigste, aber nicht das einzige Behandlungsverfahren, auf das sich die FuE-Aktivitäten staatlicher Einrichtungen wie des Kernforschungsinstitutes und der Dönen sowie der Elektrizitätswirtschaft in Gestalt des Zentralen Forschungsinstitutes der Stromindustrie

(ZeFoSi) konzentrieren. Australien beteiligte Japan und andere potentielle Nachfrager, wie zum Beispiel Großbritannien, Mitte der 1980er Jahre im Rahmen seines Entsorgungsprogramms an der FuE von „synroc“ (synthetisches Gestein) als Konditionierungsmedium für hochradioaktiven Abfall, das Professor Ringwood von der Australian National University erfunden und entwickelt hatte, um radioaktiven Abfall in eine stabile Kristallstruktur einzubinden. Der Präsident des japanischen Kernforschungsinstitutes, Fujinami, und der Vorsitzende der australischen Kernenergiekommission, Professor Brennan, unterzeichneten im Sommer 1984 ein Zusammenarbeitsabkommen zur Synroc-FuE. Im September 1985 unterzeichneten beide Seiten in Tōkyō ein zweites Abkommen auf diesem Gebiet. Seitdem wird diese Behandlungsmethode parallel im australischen Kernforschungsinstitut Lucas Heights und im japanischen Kernforschungsinstitut in Tōkai-mura erforscht und experimentell angewandt (Genshiryoku linkai 1984: B: 144–146, 1885: B: 153–155, 1986: B: 163–165; Genshiryoku linkai 1984: 86, 1985: 88–92, 1988: 110; atw, 3/1984: 113, 8–9/1984: 404 und 11/1985: 553).

Wie akut das Problem der Entwicklung von Techniken zur Entsorgung hochradioaktiver Abfälle in den 1980er Jahren geworden ist, zeigt auch die Ausgabenentwicklung dieses Haushaltspostens im Haushalt für das Amt für Wissenschaft und Technik (AWT). Die Geldmittel, die die Dōnen vom AWT im Fiskaljahr 1988 (01.04.1988–31.03.1989) für diesen Zweck bewilligt bekam, bezifferten sich im Vergleich zu null Yen im Jahre 1979/80 nun auf rund 3,6 Mrd. Yen. Verglichen mit den rund 7,7 Mrd. Yen für die Entwicklung von Wiederaufarbeitungstechnologie oder den rund 16,5 Mrd. Yen für die Entwicklung des Schnellen Brutreaktors (SBR) oder gar mit den rund 23,4 Mrd. Yen, die das japanische Kernforschungsinstitut zur Erforschung der Kernfusion für denselben Zeitraum zugeteilt bekam, relativiert sich dieses Problem im Nu und zeigt, daß die japanischen Kernenergiepolitiker offensichtlich noch dringlichere Fragen als die Beseitigung des erzeugten Nuklearabfalls im Auge haben (Atomic Energy Bureau, Science and Technology Agency 1988: I–28).

## 8. Ausleitung

Was könnte die Dynamik der Kernenergieentwicklung in Japan an dieser Stelle deutlicher zur Anschauung bringen als ein Schlaglicht auf einige augenfällige Fortschritte, die während der Quellensuche und der Ausarbeitung dieser Studie im Jahre 1989 gemacht worden sind!

Am 26. Januar 1989 nahm die nach dem Zentrifugenverfahren arbeitende, von Dōnen geplante Demonstrationsanlage für Urananreicherung in Ningyō-tōge (Präfektur Okayama) die zweite Tranche DOP-2 von 100 Tonnen Urantrennarbeit pro Jahr auf und erreichte damit ihre Auslegungskapazität von 200 Tonnen Urantrennarbeit pro Jahr. Mit dieser für rund 56 Mrd. Yen errichteten Anlage sollen 60 Tonnen von angereichertem Uran pro Jahr für Leichtwasserreaktoren (LWR) produziert werden. Die Elektrizitätsgesellschaft Chūgoku Denryoku nahm am 10. Februar 1989 den 37. japanischen Kernkraftwerksblock, den 820-Megawatt-Siedewasser-Reaktor (SWR) Shimane-2 (Präfektur Shimane) von Hitachi nach einer 55-monatigen Bauzeit in den kommerziellen Betrieb. Am selben Tag hat das Kernforschungsinstitut (KFI) beim zuständigen Amt für Wissenschaft und Technik (AWT) eine Baugenehmigung für einen mit einer thermischen Leistung von 30 Megawatt ausgelegten heliumgekühlten, graphitmoderierten Hochtemperatur-Testreaktor (HTTR) beantragt. Er soll bei planmäßiger Genehmigung von Frühjahr 1990 bis Frühjahr 1996 auf dem Gelände des Ōarai-Forschungszentrums (Präfektur Ibaraki) gebaut und fertiggestellt werden. Noch im selben Monat (22.) begann Chūbu Denryoku mit den Bauarbeiten zu Hamaoka-4, einem 1.137-Megawatt-SWR von Tōshiba, dessen kommerzielle Inbetriebnahme für September 1993 geplant ist. Nur sechs Tage später erhielt Tōhoku Denryoku vom MITI die Baugenehmigung für Onagawa-2, einen 825-Megawatt-SWR auf dem Standort Onagawa in der Präfektur Miyagi. Die Bauarbeiten werden seit dem 3. August in Angriff genommen und sollen bei erfolgreicher Planverwirklichung bis zum Februar 1996 abgeschlossen sein. Onagawa-2 wird als 50. Kernkraftwerksblock auf seinen Nachbarblock 1 folgen, der bereits im Jahre 1983 in Betrieb genommen worden ist. Und schließlich nahm Hokkaidō Denryoku nach zwanzigjährigen Vorarbeiten am 22. Juni 1989 den kommerziellen Betrieb des ersten Kernkraftwerksblockes, des 579-Megawatt-Druckwasserreaktors (DWR) Tomari-1 von Mitsubishi Jūkōgyō (Mitsubishi Heavy Industries), auf der nördlichen Hauptinsel Honshū auf. Sein Bau war im August 1984 zusammen mit einem identischen Block begonnen worden. Tomari-1 wurde am 16. November 1988 zum ersten Mal kritisch und am 29. Mai 1989 mit dem Stromnetz synchronisiert. Sein Nachbarblock namens Tomari-2 war im Juni 1989 zu rund 77% fertiggestellt und soll plangemäß im Juni 1991 den Betrieb aufnehmen. Des

weiteren wurde der 1.100-Megawatt-Kernkraftwerksblock Kashiwazaki-Kariwa-5 (SWR, Präfektur Niigata) von Tōkyō Denryoku am 20. Juli 1989 zum ersten Mal kritisch. Seine Bauzeit betrug rund fünf Jahre und neun Monate. Der Baubeginn für die Reaktorblöcke 6 und 7 ist für Februar 1991 bzw. April 1993 festgelegt, so daß diese Anlagen im Falle der Planverwirklichung ab Juli 1996 bzw. Juli 1998 elektrische Arbeit leisten können (zu den japanischen Reaktorherstellern vgl. Tabelle 31) (atw, 7/1988: 320, 11/1988: 512; 2/1989: 57, 4/1989: 154, 5/1989: 200 und 203, 6/1989: 264, 7/1989: 315–316, 8–9/1989: 356, 10/1989: 456).

Tabelle 31: Die japanischen Kernkraftwerke nach Reaktorherstellern, Reaktortyp, Leistung und Anzahl der Kernkraftwerke (KKW) aufgeschlüsselt – Dezember 1988 (atw, 3/1989: 141)

Hersteller	Typ	MWe brutto (KKW)	MWe brutto (KKW)	MWe brutto (KKW)	MWe brutto (KKW)
		In Betrieb	In Bau	Bestellt	Insgesamt
		Inland	Inland	Inland	Inland
Hitachi	SWR	4.264 (5)	2.200 (2)	—	6.464 (7)
Toshiba	SWR	7.872 (9)	3.300 (3)	—	11.172 (12)
Mitsubishi	DWR	9.661 (13)	6.195 (6)	—	15.856 (19)

Anmerkung: Ohne bereits wieder stillgelegte bzw. stornierte Anlagen. Angaben über exportierte Kernreaktoren liegen bis dato nicht vor.

Zusammenfassend kann somit festgehalten werden: Japan betreibt heute (Stand: Ende September 1989) einen gasgekühlten Reaktor (GGR), eine Demonstrationsanlage des leichtwassergekühlten, schwerwassermoderierten fortgeschrittenen thermischen Reaktors „Fugen“ (FTR) und insgesamt 36 Leichtwasserreaktoren (LWR) an 16 Standorten. Davon sind 17 Druckwasser- (DWR) und 19 Siedewasserreaktoren (SWR). Zwölf Kernreaktoren befinden sich im Bau und vier sind bestellt bzw. geplant. Von den heute zwölf Kernkraftwerksblöcken in Bau mit zusammen 11.967 Megawatt (brutto) werden sechs mit einem Siedewasser- und fünf mit einem Druckwasserreaktor ausgerüstet. Der zwölfte in Bau befindliche Kernkraftwerksblock ist der Schnelle Brutreaktor „Monju“ (280 MW, Prototyp), der zu etwa 62% (Stand Juni 1989) fertiggestellt ist. Die Bauarbeiten zum Monju-Reaktor sollen im April 1991 abgeschlossen sein. Seine erste Kritikalität soll dann im Oktober 1992 erfolgen. Die Inbetriebnahmen der in Bau befindlichen Blöcke sind von 1990 bis 1996 geplant. Die geplanten bzw. bestellten Anlagen Maki-1 und Kashiwazaki-Kariwa-6 und -7

(alle SWR, Präfektur Niigata) sollen bis 1998 noch den Betrieb aufnehmen. Alles in allem ergibt sich, unterstellt die Baupläne der Errichter und der Betreiber, des Amtes für Wissenschaft und Technik (AWT) und des Ministeriums für Internationalen Handel und Industrie (MITI) gehen auf, rechnerisch für das Jahr 1998 somit eine installierte Kernstromerzeugungskapazität von insgesamt 45.774 Megawatt (brutto) in 54 Nuklearanlagen. Inwieweit diese Ausbauprogramme fristgerecht mit welchen Modifikationen realisiert werden, bleibt einer künftigen Gesamtanalyse und Bewertung vorbehalten.

Tabelle 32: Aufschlüsselung der Gelder des regulären Haushaltes für das Amt für Wissenschaft und Technik nach Verwendungszwecken im Bereich der Kernenergie-FuE im Fiskaljahr 1988 (Mrd. Yen) (Atomic Energy Bureau, Science and Technology Agency 1988: I-27 und I-28)

Nukleare Sicherheit und Maßnahmen zur Non- Proliferation	1,944
Japanisches Kernforschungsinstitut	97,31
– Sicherheitsforschung	11,217
– Kernfusion	23,356
– Umbau von JT-60	1,128
– Konzeptionelle Aktivitäten für einen internationalen thermonuklearen Versuchsreaktor	1,747
– Nuklearschiff	7,313
– Hochtemperatur-Versuchsreaktor	0,95
– Nutzung hochentwickelter Strahlentechnik	2,313
– FuE für die SOR-Anlage („Synchrotron Orbital Radiation“)	0,178
Dōnen (mit den Mitteln des Sonderhaushaltes 138,085)	62,279
– Entwicklung des Schnellen Brutreaktors	16,548
– Prospektierung nutzbarer Uranressourcen in Übersee	2,848
– Entwicklung von Urananreicherungstechnologie	2,662
– Entwicklung von Wiederaufarbeitungstechnologie	7,735
– Entwicklung von Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle	3,612
Nationales Institut für Radiologische Wissenschaften	8,118
Physikalisch-Chemisches Forschungsinstitut	4,283
FuE an anderen staatlichen Forschungsinstituten	1,815
Insgesamt	176,404

Stellen wir den Status quo nun in einen globalen, komparativen Zusammenhang, so ergibt sich, daß Japan von den weltweit in 328 Blöcken (ohne die Länder des Rates für Gegenseitige Wirtschaftshilfe) installierten 269.000 Megawatt mit seinen nunmehr 29.445 Megawatt über etwa 10,8% der Kernstromerzeugungskapazität der westlichen Welt verfügt. Beträgt die

mittlere Arbeitsausnutzung global durchschnittlich 65%, so wiesen die japanischen Kernkraftwerke beispielsweise im Kalenderjahr 1988 eine gemittelte Arbeitsausnutzung von rund 59% und eine gemittelte Zeitausnutzung von etwa 73% auf. Japan nahm somit – gleichauf mit Indien – den 15. Platz in der Weltrangliste ein. Es ist jedoch auf die Relativität dieses Tabellenplatzes hinzuweisen; zumal in dieser Leistungsbilanz alle Länder mit mindestens zwei Kernkraftwerken in kommerziellem Betrieb, wie zum Beispiel Argentinien (57%), Indien (59%), die Republik Südafrika (66%), Südkorea (72%), Spanien (80%) und Taiwan (68%) etc., mitgezählt sind (atw, 6/1989: 264, 7/1989: 316, 8–9/1989: 418 und 420).

Tabelle 33: Regulärer Haushalt und Sonderhaushalt des Nuklearbudgets im Fiskaljahr 1988 (in Mrd. Yen; die Angaben in Klammern beziehen sich auf das vorangegangene Rechnungsjahr) (Genshiryoku Iinkai 1988: 507)

	AWT	MITI	Außenamt	Insgesamt
Regulärer Haushalt	176,407 (178,811; -1,3%)	0,251 (0,254; -1,2%)	4,466 (4,243; +5,3%)	181,124 (183,308; -1,2%)
Sonderhaushalt	95,083 (94,552; +0,6%)	91,014 (82,363; +10,5%)	—	186,098 (176,914; +5,2%)
Sonderhaushalt A	15,032 (12,596; +19,3%)	64,463 (55,518; +16,1%)	—	79,495 (68,114; +16,7%)
Sonderhaushalt B	80,051 (81,956; -2,3%)	26,551 (26,845; -1,1%)	—	106,603 (108,800; -2,0%)
Insgesamt	271,491 (273,363; -0,7%)	91,265 (82,617; +10,5%)	4,466 (4,243; +5,3%)	367,222 (360,222; +1,9%)

Anmerkung: Sonderhaushalt = „Sonderhaushalt für Maßnahmen zur Förderung der Erschließung elektrischer Kraftquellen“ (*dengen kaihatsu sokushin taisaku tokubetsu kaikei*); Sonderhaushalt A = „Haushalt für die günstige Standortfestlegung elektrischer Kraftquellen“ (*dengen ritchi kanjō*); Sonderhaushalt B = „Haushalt für die Diversifizierung elektrischer Kraftquellen“ (*dengen tayōka kanjō*).

Das japanische Kernenergieprogramm erschöpfte sich zu keinem Zeitpunkt in der Übernahme überseeischen Know-hows zur Kernstromerzeugung. Zum einen leisteten die staatlichen und halbstaatlichen FuE-Organe, wie zum Beispiel das Kernforschungsinstitut (KFI), die Dōnen, das Nationale Institut für Radiologische Wissenschaften (NIRW) und das Physikalisch-Chemische Forschungsinstitut (PCF) etc., wichtige Vorarbeiten und Hilfestellungen, die japanische Nuklearindustrie in den Stand zu versetzen, im Rahmen des Lizenzbaus von US-amerikanischen Leichtwasserreaktoren (LWR) den Eigenfertigungsanteil von anfänglich etwa 50% auf heute im Durchschnitt rund 99% zu heben, so daß wir heute die technische und ökonomische Etablierung des LWR in Japan konstatieren können (vgl. dazu die Aufschlüsselung der Gelder des regulären Haushaltes für das AWT in Tabelle 32)

(Genshiryoku Iinkai 1988: 273–274). Daß nun aber sowohl die technische Zuverlässigkeit und die Wirtschaftlichkeit als auch die Arbeitsausnutzung der LWRs als noch nicht optimal gewährleistet betrachtet wird, dokumentieren zum Beispiel die drei Verbesserungs- und Standardisierungsprogramme von 1975 bis 1977, von 1978 bis 1980 und von 1981 bis 1985 (NGSK 1987: 104).

Ein wesentliches übergeordnetes Ziel des Kernenergieprogramms war zum anderen „von Anfang an“ (Genshiryoku Iinkai 1985: 86, gemeint: seit Existenz der japanischen Kernenergiekommission; M.K.) der Aufbau einer möglichst alle Anwendungen der Kernenergie anbietenden inländischen Nuklearindustrie, die – lieber früher als später – die Fähigkeit gewinnen sollte, in weitgehend eigener Regie Forschungs-, Materialprüf- und Leistungsreaktoren zu bauen, Brennelemente herzustellen, Uran anzureichern, abgebrannte Brennstäbe aufzuarbeiten, Uran und Plutonium zu rezyklieren, den Schnellen Brutreaktor langfristig als „nationales Projekt“ (*kuni no purojekuto*) nahezu selbständig zu entwickeln und auf die Stufe der industriellen Reife zu liften. Damit hierbei das staatliche Interesse an einer nationalen Nuklearindustrie mit dem legitimen unternehmerischen Interesse an einer Minimierung der außergewöhnlich großen finanziellen Risiken im Rahmen der langfristigen Forschung und Entwicklung (FuE), des Baus und des Betriebs von Prototypanlagen oder überhaupt der verschiedenen Anwendungen der Kernenergie (Kernstromerzeugung, Radioisotopennutzung, nuklearer Schiffsantrieb etc.) koinzidierte, sozialisierte die japanische Regierung die *faux frais* und garantierte auf diese Weise die Rentabilität der Kernenergieentwicklung lange vor ihrer kommerziellen Anwendung. Die Beispiele für dieses allgemeine Förderungsprinzip, mittel- und langfristigen erwarteten Verknappungstendenzen in diesem Teil der sektoralen Wirtschaftspolitik entgegenzuwirken, sind Legion. Im Rahmen der gesamten FuE-Entwicklungskosten im Bereich der Kernenergie hat die japanische Regierung in der Vergangenheit den Löwenanteil von rund 70% übernommen und zieht sich in der Regel jenseits der Demonstrationsstufe von FuE-Projekten allmählich zurück, um den privat organisierten Herstellern und Betreibern in Gestalt der neun regionalen Energieversorgungsunternehmen (EVU) und der fünf japanischen Nuklearindustrie-Gruppen das Feld der Fortentwicklung und Veredelung zu überlassen (ANARE 1986: 48). Welche Bedeutung der Kernenergie innerhalb der Substitutionsstrategie der japanischen Energiepolitik zukommt, läßt sich zum Beispiel an den vom öffentlichen und vom privaten Sektor getätigten Gesamtausgaben für die Energieforschung relativ zu denen des Nuklearbereichs verdeutlichen: Jene beliefen sich im Fiskaljahr 1987 auf rund 860 Mrd. Yen, wovon mit etwa 420 Mrd. Yen nahezu 48% aller in die Energieforschung investierten

Geldmittel in eben diese Kernforschung flossen. Der energiewirtschaftliche Erfolg dieser Schwerpunktsetzung kann geerntet werden, wenn die Techniken des nuklearen Brennstoffkreislaufs in Japan ökonomisch etabliert und tief verwurzelt sein werden. Der Nutzungsgrad der Uranressourcen wird sich dann voraussichtlich in der Kommerzialisierungs- und Expansionsphase des Schnellen Brutreaktors und der fortgeschrittenen Kernreaktoren mit Blockleistungen zwischen 1.000 und 1.500 Megawatt drastisch erhöhen, die Stromerzeugungskosten senken und kurzfristige Preiseskalationen der fossilen Brennstoffe leichter verkraftbar machen.

Der Mainstream der japanischen energiepolitischen Strategie läßt sich nicht völlig mit der seit dem Ölschock auf die Kurzformel „weg vom Öl“ gebrachte Substitutionsstrategie deckungsgleich machen; komplementär zur Substitutionsstrategie wird in Japan eine Energiesparstrategie „gefahren“; im selben Fiskaljahr (1987) wurden nämlich Ausgaben für die Forschung zum Zwecke der Energieeinsparung in Höhe von rund 300 Mrd. Yen getätigt (atw, 6/1989: 272).

Im Geschäftsjahr 1988 (01.04.1987 bis 31.03.1988) erzeugten die japanischen EVU in 36 in Betrieb befindlichen Kernkraftwerksblöcken mit einer gesamten installierten Bruttoleistung von 28.046 Megawatt einen Anteil von 27,3% an der Energieumwandlung in elektrische Arbeit. In absoluten Zahlen ausgedrückt, waren das rund 139.290 Gigawattstunden. Bis zur Jahrhundertwende sollen in Japan Kernkraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 53.000 Megawatt rund 40% der Stromerzeugung sichern helfen. Die Kernenergie ist somit bereits heute der wichtigste alternative Substitutionsträger für ölgefeuerte Wärmekraftwerke und soll dieser Funktion in Zukunft in noch stärkerem Maße gerecht werden. Entfielen im Fiskaljahr 1988 von der im EVU-Bereich installierten elektrischen Leistung von rund 160.000 Megawatt rund 60% auf Öl-, Kohle- und Gaskraftwerke, so soll die regionale Streuung der Bezugsquellen sowie der Umfang und das Tempo der Substitution zwischen den einzelnen Energieträgern Mineralöl, Natururan, Flüssigerdgas (LNG, liquefied natural gas), Kohle- und Wasserkraft im Rahmen der derzeit und in den 1990er Jahren erfolgenden energiewirtschaftlichen Strukturanpassung deren Anteil an der Stromerzeugung auf ca. 50% begrenzen. In absoluten Zahlen ausgedrückt, bedeutet die anteilige, relative Senkung der Kapazitäten im Bereich der Öl-, Kohle- und Gaskraftwerke gleichzeitig aber, daß zum Beispiel der Anteil der Steinkohlekraftwerke von heute fast 12.000 Megawatt sich bis zum Jahr 2000 auf rund 23.000 Megawatt nahezu verdoppeln soll. Daraus erhellt, daß die Energiepolitik der japanischen Regierung und der Elektrizitätswirtschaft allokatonspolitisch auf mittlere und lange Sicht der importierten Steinkohle und dem importierten Natururan

unter den Gesichtspunkten der Liefermenge und der Lieferkonstanz den höchsten Grad an Versorgungssicherheit zuschreiben.

Tabelle 34: Das „Co-Location“-Projekt eines nuklearen Brennstoffzyklus-Zentrums im Landkreis Kamikita in der Präfektur Aomori (NGSK 1987: 123)

	Wiederaufarbeitungsanlage	Urananreicherungsanlage	Endlagerstätte für niedrigradioaktiven Abfall
Standort	Iyasakatai bei Rokkasho-mura	Ōishitai bei Rokkasho-mura	
Hauptfirma	Nihon Gennen Sābisu	Nihon Gennen Sangyō	
Umfang der Anlagen	Aufarbeitungsleistung: ca. 800 t U/a. Lagerungskapazität für abgebrannte Brennstäbe: 3.000 t	150 t UTA/a bei Inbetriebnahme. Endauslegung: 1.500 t Urantrennarbeit pro Jahr	rd. 200.000 m <sup>3</sup> bzw. rd. 1 Mio. 200-l-Fässer. Endauslegung: ca. 600.000 m <sup>3</sup> bzw. 3 Mio. 200-l-Fässer)
Baugelände	Iyasakatai: ca. 3,9 Mio. m <sup>2</sup>	Ōishitai: ca. 3,6 Mio. m <sup>2</sup>	
Bauzeit	Anf. d. vorb. Bauarb.: 1986. Inbetriebnahme der Hauptanlage 1995.	Beginn der vorbereitenden Bauarbeiten: 1986. Inbetriebnahme: um 1991.	
Personal	Auf dem Höhepunkt der Bauarbeiten: rund 2.000 Personen. Während der Betriebszeit: ca. 1.000 Personen.	Auf dem Höhepunkt der Bauarbeiten: rund 700 Personen	
		Während der Betriebszeit: 200 Personen	Während der Betriebszeit: 100 Personen

Japan, seit dem Ende der 1960er Jahre auf einem stetig wachsenden Niveau weltweit hinter den USA und der Sowjetunion der drittgrößte Stromproduzent und -konsument, verfügt seit der zweiten Hälfte der 1970er Jahre – abgesehen von der Behandlung, der Beseitigung und der Verwertung radioaktiver Abfälle – auf internationaler Ebene praktisch über einen geschlossenen nuklearen Brennstoffzyklus, der kontinuierlich nationalisiert, besser: partiell autarkisiert und kommerzialisiert werden soll. Von allen Stadien des nuklearen Brennstoffzyklus kann heute allein die Brennelementfertigung in Japan als voll kommerzialisiert bezeichnet werden.

Mit dem „Co-Location“-Großprojekt in Rokkasho-mura (Präfektur Aomori), wo derzeit die erste private Urananreicherungsanlage, die erste private Wiederaufarbeitungsanlage sowie eine private Endlagerungsstätte für niedrigradioaktiven Abfall gebaut werden, machen die japanische Nuklearindustrie und die staatlichen und halbstaatlichen FuE-Organisationen den wohl bedeutsamsten Sprung nach vorn in Richtung Schließung und Kommerzialisierung des innerjapanischen Kernbrennstoffkreislaufs (vgl. dazu Tabelle 34).

Parallel zum mehr oder weniger stetigen Ausbau der Kernstromerzeugungskapazität und der Schließung und Kommerzialisierung des nuklearen Brennstoffkreislaufs betreibt Japan – seit Anfang der 1980er Jahre in verstärktem Maße – ein Fusionsforschungsprogramm mit der fernen Perspektive, die in dem Brennstoff Deuterium und dem Brutstoff Lithium schlummernde, quasi unerschöpfliche Energiequelle vielleicht eines Tages mit Hilfe der

kontrollierten Kernfusion experimentell zu demonstrieren und wirtschaftlich nutzbar zu machen. Anfang der 1980er Jahre hatte das Amt für Wissenschaft und Technik (AWT) dem Kernforschungsinstitut rund 34 Mrd. Yen für den Bau der großen Tokamak-Fusionsmaschine JT-60 bewilligt, deren Fertigstellung damit bis Ende 1984 sichergestellt wurde. Japan, das rund ein Viertel der weltweiten jährlichen FuE-Geldmittel in Höhe von etwa 1 Mrd. US-Dollar aufbringt, arbeitet derzeit mit JT-60 an der Realisierung der für die Demonstration der physikalischen Machbarkeit der thermonuklearen Fusion geforderten Zündbedingung (*jiko tenka jōken*). Am 20. Februar 1989 schlossen die Kommission der Europäischen Gemeinschaften (KEG) für die Europäische Atomgemeinschaft (EURATOM) und Japan ein Kooperationsabkommen auf dem Gebiet der kontrollierten Kernfusion. Der identische Charakter des europäischen Fusionsprogramms, aus dem der fortgeschrittenste Tokamak der Welt, der Joint European Torus (JET) in Culham bei Oxford in England hervorgegangen ist, legte diese Vereinbarung zur Zusammenarbeit nahe. Sie umfaßte für zunächst drei Jahre erstens Arbeitstreffen sowie den Austausch von Forschern, zweitens den Austausch und die Beschaffung von Kenntnissen, Proben, Materialien, Instrumenten und Komponenten und drittens die Durchführung gemeinsamer Studien, Projekte und Versuche (NGSK 1987: 54–55; Genshiryoku Iinkai 1988: 176–187; atw, 4/1989: 157).

Abschließend sei – aus aktuellem Anlaß – eine Anmerkung zur Frage der (Reaktor-) Sicherheitsphilosophie in Japan vermerkt. Einerseits hat die sogenannte Ausstiegsphrase – „Kernenergie ist eine Übergangsenergie!“ – im Japan der 1980er Jahre nicht dieselbe Konjunktur wie in den parteilichen Kontroversen der Länder Mittel- und Westeuropas. Die Liberal-Demokratische Partei (LDP) Japans verfißt offensiv und konsequent die wirtschaftspolitischen Eigenschaften der zivilen Kernenergienutzung, denen zufolge sie eine relativ kostengünstige und konkurrenzfähige, quasi nationale Energiequelle mit einem riesigen Energiepotential darstellt, die die besondere Qualität des technischen Restrisikos legitimiert. Andererseits katalogisiert sie, mit der in der Sicherheitsphilosophie enthaltenen Dialektik von Möglichkeit und Unwahrscheinlichkeit jonglierend, die ganze Skala innerhalb und außerhalb Japans geschehener Stör- und Unfälle jenseits des störungsfreien Normalbetriebs und kalkuliert mit ihnen in der Bemühung um eine Reduzierung der tatsächlichen und denkbaren Schädigungen durch die zivile Nutzung der Kernenergie. Kongenial zu den SENV-Kategorien (Sofortmeldung, Eilmeldung, Normalmeldung, vor Beladung eines Reaktors mit Brennelementen), die auf die „ungefähr 400 meldepflichtigen Ereignisse im Jahr“ (Ministerialrat des hessischen Umweltministeriums in den TV-Tagesthemen, 5. Dezember 1988) hierzulande angewandt werden – rund 95% davon

gehören der N-Kategorie an –, gibt es seit kurzem in Japan eine neue Weise der Kategorisierung und des Umgangs mit den Ergebnissen. Zählte die Kernenergiekommission (KeKo) im statistischen Anhang ihres Kernenergieprogramms vom 22. Juni 1987 für den Zeitabschnitt von 1975 bis 1986 insgesamt 260 nukleare Störungen und Ereignisse (*jiko koshō hōkoku kensū*) in 33 Nuklearanlagen (NGSK 1987: 98), so erfaßt die neue, gültige Zählweise des Amtes für Energiequellen im MITI „sieben Störfallstufen für atomare Unfälle“ (*genpatsu jiko nana dankai*). Dem neuen Umgang mit dieser Kategorisierung liegt die Einrichtung einer neuen Rubrik in den Zeitungen zugrunde. So wie das Wetteramt kurz nach einem Erdbeben die Erdbebenstärke für die betroffenen Landesteile veröffentlicht, werden von Juni 1989 ab alle Stör- und Unfälle, die sich bisher ereignet haben und in Zukunft noch ereignen werden, in sieben Stufen (von 0 bis 6) kategorisiert und publik gemacht. Nach eigener Aussage will das MITI mit dieser Maßnahme die „übertriebene Angst des Volkes gegenüber atomaren Unfällen“ (Nihon Keizai Shimbun, 01.05.1989) abbauen und ein Bewußtsein für die Normalität von Störfällen stärken. Wendet man dieses Sieben-Stufen-Schema auf den Zeitraum von 1981 bis 1987 an, so haben sich in dieser Zeit insgesamt 360 nukleare Störfälle ereignet. Von ihnen gehörten 51% in die Störfallstufe 0, 34% in die Stufe 1 und 15% in die Stufe 2. Störfälle der Stufe 3 und höher haben sich in Japan somit nicht ereignet. Die Katastrophe in Harrisburg vom 18. März 1979 gehört nach diesem Schema zur Störfallstufe 5 und die in Tschernobyl vom 26. April 1986 zur höchsten Stufe 6. Der Störfall, der sich im Januar 1989 in dem 1.100-Megawatt-Kernkraftwerk Fukushima-II-3 von Tōkyō Denryoku ereignet hat, gehört gemäß dieser Kategorisierung zur Zwischenstufe 2 bis 3. Das heißt, die Strahlenexposition für die Angestellten dort betrug zwischen 5 und 25 Rem und das Strahlenniveau des näheren Umlandes stieg auf etwas weniger als fünf Millirem. Die von der Strahlenschutzmedizin dem japanischen Gesetzgeber als verträglich empfohlene Ganzkörperdosis pro Person im Jahr beträgt 500 Millirem (Yamanouchi 1984: 180) und wurde nach dem sogenannten ALAP-Prinzip („as low as possible“) formuliert.

In dieser Definition manifestiert sich die Abwägung, die die Regierung in ihrer Funktion als ideeller Gesamtnutzenkalkulator, der das große Ganze im Auge hat, durchführt und praktisch werden läßt: Volksgesundheit contra Konkurrenzfähigkeit und Rentabilität contra Sicherheit in einer energiehungrigen Volkswirtschaft.

## **Anhang**

Atomenergiegrundgesetz (19.12.1955, Gesetz Nr.186)

(Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi 1965: 360–361)

### Erster Abschnitt. Allgemeine Bestimmungen

(Ziele)

§ 1 Dieses Gesetz sichert die zukünftigen Energiequellen durch das Vorwärtstreiben der Erforschung, der Entwicklung und der Nutzung der Kernenergie, bemüht sich um den wissenschaftlichen Fortschritt und den industriellen Aufschwung und beabsichtigt, dadurch einen Beitrag zum allgemeinen Wohle der Menschheit und zur Steigerung des Lebensstandards im Volke zu leisten.

(Grundprinzipien)

§ 2 Die Erforschung, die Entwicklung und die Nutzung der Kernenergie ist auf friedliche Ziele beschränkt, diese sollen unter einer demokratischen Verwaltung unabhängig erfüllt, die Resultate öffentlich gemacht werden und zudem zur internationalen Zusammenarbeit beitragen.

(Begriffsbestimmungen)

§ 3 Die technischen Fachausdrücke, die mit diesem Gesetz veröffentlicht werden, sollen den nachstehenden Definitionen folgen:

1. „Atomenergie“ heißen alle Arten von Energie, die beim Transformationsprozeß des Atomkerns aus dem Atomkern freigesetzt werden.
2. „Kernbrennstoffe“ heißen Stoffe, die beim Spaltungsprozeß von Atomkernen (Thorium, Uran usw.) große Mengen an Energie freisetzen, sie werden durch Regierungserlaß bestimmt.
3. „Kernrohstoffe“ sind Stoffe, die den Rohstoff für Kernbrennstoffe (Uran-, Thoriumerz etc.) darstellen, sie werden durch Regierungserlaß bestimmt.
4. „Kernreaktoren“ heißen Anlagen, die als Brennstoff Kernbrennstoffe gebrauchen. Aber ausgenommen bleiben diejenigen, die durch Regierungserlaß bestimmt werden.
5. „Radioaktive Strahlung“ heißt diejenige Strahlung der elektromagnetischen Wellen oder der Korpuskularstrahlung, die die Fähigkeit besitzt, direkt oder indirekt die Atmosphäre zu ionisieren, sie wird durch Regierungserlaß bestimmt.

## Zweiter Abschnitt. Kernenergiekommission

### (Gründung)

§ 4 Unter dem Amt des Premierministers wird eine Kernenergiekommission errichtet, um die staatlichen Maßnahmen in bezug auf die Erforschung, die Entwicklung und die Nutzung der Kernenergie planmäßig durchzuführen, und damit die Kernenergieverwaltung demokratisch geleitet wird.

### (Amtspflichten)

§ 5 Die Kernenergiekommission entwirft Pläne, berät und faßt Beschlüsse in den Angelegenheiten, die die Forschung, die Entwicklung und die Nutzung der Kernenergie betreffen.

### (Organisation, Führung und Zuständigkeit)

§ 6 Über die Organisation, die Leitung und die Zuständigkeiten der Kernenergiekommission bestimmt ein eigenes Gesetz.

## Dritter Abschnitt. Entwicklungsorgane für die Kernenergie

### (Kernforschungsinstitut und Kernbrennstoff-Gesellschaft)

§ 7 Unter der Kontrolle der Regierung wird ein Kernforschungsinstitut zu dem Zwecke errichtet, die die Kernenergieentwicklung betreffenden Forschungen und Experimente durchführen und die für die Beförderung der Kernenergieentwicklung sonst erforderlichen Sachpunkte ausführen zu lassen. Unter der Kontrolle der Regierung wird eine Gesellschaft für Kernbrennstoffe zu dem Zwecke errichtet, die Schürfung, den Abbau, die Aufbereitung und die Kontrolle der Kernrohstoffe sowie der Kernbrennstoffe durchzuführen.

Die das Kernforschungsinstitut und die Gesellschaft für Kernbrennstoffe betreffenden Bestimmungen werden durch eigene Gesetze festgelegt.

## Vierter Abschnitt. Erschließung und Erwerb von Erzen zur Nutzung der Kernenergie

### (Ausnahmen zum Bergbaugesetz)

§ 8 In bezug auf das Bergbaurecht oder das Abbaurecht hinsichtlich der Kernrohstoffe sollen durch ein gesondertes Gesetz Ausnahmefälle zum Bergbaugesetz (1950, Gesetz Nr. 289) beschlossen werden.

### (Ankaufs- und Veräußerungsanordnung)

§ 9 Die Regierung ist befugt, beruhend auf besonderen gesetzlichen Bestimmungen, gegenüber von ihr bezeichneten Personen anzuordnen, daß diese Kernrohstoffe ankaufen müssen, oder kann anordnen, daß an von der Regierung zu bezeichnende Personen Kernrohstoffe von Kernrohstoff-Produzenten, -Eigentümern oder -Verwaltern veräußert werden müssen.

(Verwaltung von Kernrohstoffen)

§ 10 Der Import und der Export, die Veräußerung und der Erwerb sowie die Aufbereitung von Kernrohstoffen sollen, beruhend auf besonderen gesetzlichen Bestimmungen, allein durch von der Regierung ermächtigte Personen durchgeführt werden.

(Förderungsgelder)

§ 11 Die Regierung kann Personen, die zur Erschließung von Kernrohstoffen beitragen, Fördermittel und Geldprämien im Rahmen des Budgetumfangs aushändigen.

Fünfter Abschnitt. Verwaltung von Kernbrennstoffen

(Kernbrennstoffe betreffende Regelungen)

§ 12 Personen, die beabsichtigen Kernbrennstoffe zu produzieren, zu importieren, zu exportieren, als Eigentum zu erwerben, zu besitzen, zu veräußern, zu übernehmen, zu benutzen oder zu transportieren, müssen dabei den von der Regierung zu erlassenden und auf besonderen gesetzlichen Bestimmungen beruhenden Regelungen folgen.

(Veräußerungszwang für Kernbrennstoffe)

§ 13 Wenn die nach § 12 festgelegte Verordnung zur Regulierung erlassen wird, kann die Regierung, beruhend auf besonderen gesetzlichen Bestimmungen, Kernbrennstoffe erwerbende oder besitzende Personen zwingen, daß diese, sowohl die an die zu veräußernde Person als auch den Preis angewiesen, die Kernbrennstoffe veräußern müssen.

Sechster Abschnitt. Kontrolle der Kernreaktoren

(Kontrolle zur Errichtung von Kernreaktoren)

§ 14 Personen, die beabsichtigen einen Kernreaktor zu errichten, müssen den von der Regierung, auf besonderen gesetzlichen Bestimmungen beruhenden, erlassenen Regelungen folgen. Dies gilt auch für Personen, die beabsichtigen einen Kernreaktor umzubauen oder dessen Standort zu wechseln.

§ 15 Personen, die beabsichtigen einen Kernreaktor zu errichten, müssen der von der Regierung, auf besonderen gesetzlichen Bestimmungen beruhenden, erlassenen Regelung folgen.

§ 16 Personen, die gemäß der in § 14 genannten festzusetzenden Regulierung einen Kernreaktor gebaut, umgebaut, den Standort gewechselt oder übernommen haben, müssen, beruhend auf besonderen gesetzlichen Bestimmungen, vor der Inbetriebnahme einen Betriebsplan festlegen und eine Regierungsgenehmigung erhalten.

#### Siebenter Abschnitt. Maßnahmen hinsichtlich patentierter Erfindungen

(Auf das Patentgesetz gestützte Maßnahmen)

§ 17 Für jede patentierte Erfindung oder jede Erfindung, deren Patentgesuch der Kernenergie gilt, ergreift die Regierung, wenn deren gemeinnützige Notwendigkeit anerkannt ist, Maßnahmen, die sich auf die Bestimmungen der §§ 15 und 40 des Patentgesetzes (1921, Gesetz Nr. 96) stützen.

(Veräußerungsbeschränkungen)

§ 18 Vertragsabschlüsse, die dem Technikabfluß nach dem Auslande und den die Kernkraft betreffenden patentierten Erfindungen gelten, müssen, beruhend auf besonderen gesetzlichen Bestimmungen, der von der Regierung durchzuführenden Regulierung folgen.

(Förderungsgelder etc.)

§ 19 Für patentierte Erfindungen oder Erfindungen, deren Patentgesuche die Kernkraft betreffen, kann die Regierung im Rahmen des Budgetumfangs Fördermittel und Geldprämien aushändigen.

#### Achter Abschnitt. Vorbeugung gegen Schädigungen durch radioaktive Strahlung

(Vorbeugungsmaßnahmen gegen Schädigungen durch radioaktive Strahlung)

§ 20 Um auf Schädigungen, die auf radioaktive Strahlung zurückzuführen sind, hemmend einzuwirken und die Sicherheit der Allgemeinheit zu gewährleisten, werden besondere Gesetze beschlossen in bezug auf die Herstellung, den Vertrieb, die Verwendung und die Messung radioaktiver Stoffe sowie in bezug auf radioaktive Strahlung erzeugende Anlagen, und außerdem hinsichtlich der Maßregeln für die Aufrechterhaltung der öffentlichen

Sicherheit und der Volksgesundheit.

Neunter Abschnitt. Entschädigung

(Entschädigung)

§ 21 Bei der Ausübung der Kompetenzen für die Entwicklung von Kernrohstoffen, die sich auf dieses Gesetz und die dieses Gesetz ausführenden Gesetze gründen, müssen die Regierung oder von der Regierung bezeichnete Personen im Falle, daß Berechtigte oder andere Betroffene in bezug auf die Rechte des Bodens, das Bergbaurecht oder das Abbaurecht sowie andere Rechte einen Verlust erleiden, beruhend auf jeweils gesondert beschlossenen Gesetzen, eine angemessene Entschädigung leisten.

Nachtrag

Dieses Gesetz tritt am 1. Januar 1956 in Kraft.

Anmerkung: Der japanische Begriff „kakugenryō busshitsu“ wurde im wörtlichen Sinne mit „Kernrohstoff(e)“ übersetzt und meint Ausgangsstoffe.

## Literaturverzeichnis

### Reihen, Zeitschriften und Zeitungen

- Asahi Evening News
- AIJ Atoms in Japan (Hg.: Japan Atomic Industrial Forum = Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi, NGSK)  
Bulletin of Concerned Asian Scholars
- atw atomwirtschaft, atomtechnik  
Die Zeit
- FR Frankfurter Rundschau  
Genshiryoku Nenpō  
Genshiryoku Shiryō
- JAIL Japanese Annual of International Law (Hg.: The International Law Association of Japan)  
Journal of Japanese Trade & Industry  
New Scientist  
Nihon Keizai Shimbun  
Nuclear Engineering International  
Nucleonics Week

### Aufsätze und Monographien

- Acheson, Dean (1969): *Present at the Creation. My Years in the State Department*. New York: W. W. Nomn & Company.
- AIJ = Atoms In Japan/Japan Atomic Industrial Forum (Hg., Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi, NGSK) (1957): Outlook for Long-term Demand and Supply of Electricity and Expectation for Nuclear Power. In: *AIJ*, Vol. 1, June, S. 1–3.
- AIJ (1980): The Marianas Oppose Japan's Nuclear Waste Ocean Dumping Plan. In: *AIJ*, Vol. 24, August, S. 36–37.
- AIJ (1980): Primary Public Hearing Held. In: *AIJ*, Vol. 24, December, S. 11–12.
- AIJ (1981): AEC Panel Report. Experimental Geological Disposal of High-level Radwaste to Start from the Year 2015. In: *AIJ*, Vol. 25, January, S.9–13.
- AIJ (1981): High-level Radioactive Waste Management. In: *AIJ*, Vol. 25, February, S. 2–3.

- AIJ (1981) From Two Reports. Authorization of 17 Nuclear Power Plants in '81 and '82. By the Year 2000, Underground and Offshore Siting Should Be Possible. In: *AIJ*, Vol. 25, April, S. 14–18.
- AIJ (1981): Suzuki-Reagan Meeting – Agreement on Holding Early Consultations on Reprocessing. In: *AIJ*, Vol. 25, May, S. 4–6.
- AIJ (1981): First Supply with Uranium Enriched at Ningyō Tōge. In: *AIJ*, Vol. 25, May, S. 13–14.
- AIJ (1981): Japan-U.S. Negotiations on Reprocessing Settled for the Present. *AIJ*, Vol. 25, November, S. 7–10.
- AIJ (1982): Three Laws on Electric Power Resources. In: *AIJ*, Vol. 26, January, S. 22–27.
- AIJ (1982): Significance of New Japan-Australia Nuclear Cooperation Agreement. In: *AIJ*, Vol. 26, April, S. 2–4.
- AIJ (1982): Ningyō Tōge Uranium Enrichment Pilot Plant Comes into Full. In: *AIJ*, Vol. 26, April, S. 5–9.
- AIJ (1982): Japan-Australia Nuclear Energy Agreement Revised. In: *AIJ*, Vol. 26, April, S. 9–15.
- AIJ (1982): Nuclear Facilities Licensing System in Japan. In: *AIJ*, Vol. 26, May, S. 9–14.
- AIJ (1983): Regional Approach to Atoms for Peace. In: *AIJ*, Vol. 27, February, S. 2–4.
- AIJ (1983): New Method of Conducting Public Hearings Proves Satisfactory. In: *AIJ*, Vol. 27, February, S. 4–8.
- AIJ (1983): Japan and Canada Exchange Notes on ‚Comprehensive Prior Consent‘. In: *AIJ*, Vol. 27, May, S. 19.
- Akimoto, Yumi (1984): Gedanken zum Abbau von Hemmnissen bei der internationalen Kooperation im Kernenergiebereich. In: M. Czakainski (Hg.): *Perspektiven der Kernenergie. Kernenergiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland, den USA und Japan*. (Forschungsbericht 39) Melle: Knoth, S. 185–190.
- ANARE = Agency of Natural Resources and Energy, Ministry of International Trade and Industry (MITI) (1986): *Nuclear Energy Vision. Perspectives of Nuclear Energy for the 21st Century*. Tōkyō: Sanyō.
- Atomic Energy Bureau, Science and Technology Agency (AEB/STA) (1988): *Nuclear Energy and its Administration in Japan. Introduction to the History, Present Status and Prospects of R&D, Utilization and International Cooperation, November 1988*. Tōkyō: AEB/STA.
- Atomic Energy Commission (1962): *Atomic Energy in Japan*. Tōkyō: Tōseisha.
- Bundesministerium des Innern (Hg.) (1981): *Kernenergierecht, USA*. Verantwortlich für die

- Übersetzung und Bearbeitung: Werner Bischof, Institut für Völkerrecht der Universität Göttingen. Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz: W. Kohlhammer (Schiftenreihe des Bundesministeriums des Innern, Bd. 14).
- Caldwell, Martha Ann (1981): *Petroleum Politics in Japan: State and Industry in a Changing Policy Context*. Michigan: University of Wisconsin-Madison (Ph. Diss.).
- Childs, Iraphne R.W. (1984): *Nuclear Waste in the Pacific: Perceptions of the Risks*. Honolulu: University of Hawaii (Ph. Diss.).
- Czakainski, Martin(Hg.) (1984): Perspektiven der Kernenergie. Kernenergiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland, den USA und Japan. Melle: Knoth (Forschungsbericht 39) (Internationale Konferenz des Sozialwissenschaftlichen Forschungsinstituts der Konrad-Adenauer-Stiftung in Zusammenarbeit mit dem Institute for Foreign Policy Analysis, Cambridge/Mass. und dem Industrial Research Institute, Tōkyō, vom 22.–24. August 1983 in Nara/Japan).
- Delcoigne, Georges (1982): Nuclear Power, Trade and Nuclear Nonproliferation. In: W. L. Kohl (Hg.): *After the Second Oil Crisis. Energy Policies in Europe, America and Japan*. Lexington, Massachusetts, Toronto: D.C. Heath and Company, S. 39–56.
- Department of State, United States of America (1972): *Japan. Atomic Energy: Cooperation for Civil Uses. Agreement Amending the Agreement of February 26, 1963, Effected by Exchange of Notes Signed at Washington February 24, 1972; Entered into Force April 26, 1972. Vol. 23, Part 1, 1972*. Washington: TIAS 7306 (United States Treaties and Other International Agreements), S. 275–283.
- DÖNEN = Dōryokuro Kakunenryō Kaihatsu Jigyōdan (1988): *Kakunenenryō saikuru to Dōnen* [Der nukleare Brennstoffzyklus und die Kernreaktor- und Kernbrennstoff-Entwicklungsgesellschaft]. Tōkyō: Dōryokoru Kakunenryō Kaihatsu Jigyōdan.
- Dower, J. W. (1978): Science, Society, and Japanese Atomic-bomb Project During World-War-2. In: *Bulletin of Concerned Asian Scholars*, Vol. 10, No. 2, S. 41–54.
- Ebinger, Charles K. (1984): *U.S.-Japanese Energy Relations: Prospects for Cooptation/Conflict*. In: Charles K. Ebinger und Rodd A. Morse (Hg.): *U.S.-Japanese Energy Relations. Cooperation and Competition*. Bodder and Lundon: Westview Press, S. 147–161.
- Eisenhower, Dwight D. (1963): *Mandate for Change, 1953–1956. The White House Years*. New York: Doubleday & Company, IN., Garden City.
- Endicott, John E. (1975): *Japan's Nuclear Option. Political, Technical, and Strategic Factors*.

- New York, Washington, London: Praeger Publishers.
- Ferrell, Robert H. (Hg.) (1981): *The Eisenhower Diaries*. New York, London: W.W. Noxton & Company.
- Foreign Affairs Association of Japan [Hg.: Nihon Gaiji Kyōkai] (1952): *The Japan Year Book 1949–52*. Tōkyō: The Foreign Affairs Association of Japan.
- Fujii, Takashi (1984): R&D Plays Key Role in Japan's Nuclear Future. In: *Journal of Japanese Trade and Industry*, No. 6, S. 20–22.
- Fujiwara, Junichirō (1984): Energierecht und Atomrecht in Japan unter besonderer Berücksichtigung der Energiesituation. In: Rudolf Lukes und Kanazawa Yoshio (Hg.): *Zweites japanisches Atomrechts-Symposium*. (Schriftenreihe Japanisches Recht, Bd 14) Köln, Berlin, Bonn, München: Carl Heymanns, S. 17–34.
- Genshi Nenryō Kōsha (1962): *Genshi nenryō kōsha no ayumi* [Die Fortschritte der staatlichen Gesellschaft für Kernbrennstoffe]. Tōkyō: Chūwa.
- Genshiryoku Iinkai (1959): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1960): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1961): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1962): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1963): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1964): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1965): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1966): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1967): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1969): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1970): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō:

- Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1973): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1978): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1982): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1983): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1984): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1985): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1986): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1987): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1988): *Genshiryoku nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1976: A): *Genshiryoku hakusho* [Weißbuch zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1979: A): *Genshiryoku hakusho* [Weißbuch zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1980: A): *Genshiryoku hakusho* [Weißbuch zur Kernenergie]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1984: B): *Genshiryoku anzen nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergiesicherheit]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1985: B): *Genshiryoku anzen nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergiesicherheit]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryoku Iinkai (1986: B): *Genshiryoku anzen nenpō* [Jahresbericht zur Kernenergiesicherheit]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- Genshiryokukyoku, Genshiryoku Anzenkyoku (1979): *Shōwa 54-nendo genshiryoku kaihatsu riyō kihon keikaku* [Grundprogramm zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie des Jahres 1979]. Tōkyō: Genshiryokukyoku, Genshiryoku Anzenkyoku.

- Gilinsky, Victor und Paul Langer (1967): *The Japanese civilian nuclear program*. (Memorandum RM-5366-PR) Santa Monica, California: Rand Corporation.
- Graf Grote, Hubertus (1968): *Das Atomenergierecht Japans*. Göttingen: Institut für Völkerrecht der Universität Göttingen (Studien zum internationalen Wirtschaftsrecht und Atomenergierecht, Bd. 38).
- Hein, Laura Elizabeth (1986): *Energy and Economic Policy in Postwar Japan. 1945–1960*. University of Wisconsin-Madison (Ph. Diss. in History).
- Huff, Rodney Louis (1973): *Political Decision-making in the Japanese Civilian Atomic Energy Program*. Washington: George Washington University (Ph. Diss.).
- Huttner, K. und Suzuki T. (1987): Japan. In: P. M. S. Jones (Hg.): *Nuclear Power: Policy and Prospects*. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons, S. 251–272.
- Imai, Ryūkichi und Henry S. Rowen (1980): *Nuclear Energy and Nuclear Proliferation: Japanese and American Views*. Boulder, Colorado: Westview Press (Westview Special Studies in International Relations).
- IAEA = International Atomic Energy Agency (1959) *Multilateral Agreements*. Vienna: The International Atomic Energy Agency (Legal Series No. 1).
- IEA = International Energy Agency (1987): *Energy Policies and Programmes of IEA Countries. 1986 Review*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development/International Energy Agency (OECD/IEA).
- IEA = International Energy Agency (1988): *Energy Policies and Programmes of IEA Countries. 1987 Review*. Paris: OECD/IEA.
- Ishihara, Takehiko (1980): Radioactive Waste Management in Japan. In: *Atoms in Japan* (AIJ), Vol. 24, August 1980, S. 11–27.
- JAEC = Japan Atomic Energy Commission (1958): The Long-term Plan for the Development of Atomic Power Reactors in Japan. In: *Second International Conference on Peaceful Uses of Atomic Energy. (P/1318)*. Geneva: United Nations, S. 119–134.
- JAEC = Japan Atomic Energy Commission (1961): *Long-range Program on Development and Utilization of Atomic Energy*. Tōkyō: Japan Atomic Energy Commission.
- JAIL = Japanese Annual of International Law/The International Law Association of Japan (1958): Agreement of Lease of Special Nuclear Material between the Government of Japan and the United States Atomic Energy Commission Acting on Behalf of the Government of the United States of America Signed at Washington, November 23, 1956, Entered into Force, December 14, 1956. In: *JAIL*, No. 2, S. 184–191.

JAIL = Japanese Annual of International Law/The International Law Association of Japan (1958): Second Agreement of Lease of Special Nuclear Material between the Government of Japan and the United States Atomic Energy Commission Acting on Behalf of the United States of America. Signed at Washington, May 8, 1957, Entered into Force, May 20, 1957. In: *JAIL*, No. 2, S. 192–201.

JAIL = Japanese Annual of International Law/The International Law Association of Japan (1959): Agreement between the Government of Japan and the Government of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland for Co-operation in the Peaceful Uses of Atomic Energy. Signed at London, June 16, 1958, Entered into Force, December 5, 1958. In: *JAIL*, No. 3, S. 199–206.

JAIL = Japanese Annual of International Law/The International Law Association of Japan (1959): Agreement for Cooperation between the Government of Japan and the Government of the United States of America Concerning Civil Uses of Atomic Energy. Signed at Washington, June 16, 1958, Entered into Force, December 5, 1958. In: *JAIL*, No. 3, S. 206–218.

JAIL = Japanese Annual of International Law/The International Law Association of Japan (1960) Agreement between the Government of Japan and the International Atomic Energy Agency for Assistance by the International Atomic Energy Agency to the Government of Japan in Supplying Uranium for the Research Reactor Project IRR-3. Signed at Vienna, March 24, 1959, Entered into Force, March 24, 1959. In: *JAIL*, No. 4, S. 246–252.

JAIL = Japanese Annual of International Law/The International Law Association of Japan (1962): Special Nuclear Material Lease Agreement between the Government of Japan and the United States Atomic Energy Commission Acting on Behalf of the Government of the United States of America. Signed at Washington, May 19, 1961, Entered into Force, May 19, 1961. In: *JAIL*, No. 6, S. 270–287.

JAIL = Japanese Annual of International Law/The International Law Association of Japan (1969): Agreement between the Government of Japan and the Government of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland for Co-operation in the Peaceful Uses of Atomic Energy. Signed at March 6, 1968, Entered into Force, October 15, 1968. In: *JAIL*, No. 13, S. 249–254.

JAIL = Japanese Annual of International Law/The International Law Association of Japan (1969): Agreement for Cooperation between the Government of Japan and the Government of the United States of America Concerning Civil Uses of Atomic Energy. Signed at Washington, February 26, 1968, Entered into Force, July 10, 1968. In: *JAIL*, No. 13, S.

259–272.

JAIL = Japanese Annual of International Law/The International Law Association of Japan (1973): Agreement between the Government of Japan and the Government of the Commonwealth of Australia for Co-operation in the Peaceful Uses of Atomic Energy. Signed at Canberra, February 21, 1972, Entered into Force, July 28, 1972. In: *JAIL*, No. 17, S. 227–233.

JAIL = Japanese Annual of International Law/The International Law Association of Japan (1973): Accord de Coopération entre le Gouvernement du Japon et le Gouvernement de la République Française pour l'Utilisation de l'Énergie nucléaire à des Fins Pacifiques. Signed at Tōkyō, February 26, 1972, Entered into Force, September 21, 1972. In: *JAIL*, No. 17, S. 255–260.

JAIL = Japanese Annual of International Law/The International Law Association of Japan (1983): Agreement between the Government of Japan and the Government of Australia for Co-operation in the Peaceful Uses of Nuclear Energy. Signed at Canberra, March 5, 1982, Entered into Force, August 17, 1982. In: *JAIL*, No. 26, S. 167–197.

JAIL = Japanese Annual of International Law/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: *JAIL*, No. 30, 1987, S. 225–231.

JIIA = Japan Institute of International Affairs (1975): *White Papers of Japan. Annual Abstract of Official Reports and Statistics of the Japanese Government*. Tōkyō: CEPRES.

KGCGK = Kagaku Gijyūchō Genshiryokuyoku (1968): Genshiryoku kaihatsu riyō chōki keikaku (Langzeitprogramm für die Entwicklung und Nutzung der Kernenergie vom 13.04.1967). Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.

Kanaiwa, Yoshiro (1984): Aspekte des Kernbrennstoffkreislaufs in Japan. In: Martin Czakainski (Hg.): *Perspektiven der Kernenergie. Kernenergiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland, den USA und Japan*. (Forschungsbericht 39) Melle: Knoth, S. 160.

Kirchheimer, Franz (1963): *Das Uran und seine Geschichte*. Stuttgart: Schweizerbart.

Kohl, Wilfrid L. (Hg.) (1982) *After the Second Oil Crisis. Energy Policies in Europe, America and Japan*. Lexington, Massachusetts, Toronto: Lexington Books.

Kramish, Arnold (1959): *Atomic Energy in the Soviet Union*. Stanford, California: Stanford University Press.

Krosigk, S. von (1983): Japan: Großes Kernenergieprogramm trotz Akzeptanzproblemen. In:

- atw*, 12/1983, S. 637–645.
- Kume, Sanshirō (1975): Sicherheit der Atomstromerzeugung und Bürgerinitiativen. In: *Kagami*. Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Hamburg, S. 44–74.
- Lesbirel, S. Hayden (1985): *Energy Power Plant Leadtimes in Japan*. Canberra: Australia-Japan Research Centre (Research Paper No. 118).
- Matsushita, Tomonari (1981): Japan's Nuclear Sites in Relation to Fisheries. In: *Atoms in Japan (AIJ)*, 2/1981, S. 22–24.
- Michaelis, Hans (Hg.) (1986): *Handbuch der Kernenergie: Kompendium der Energiewirtschaft und Energiepolitik*. Zwei Bände. Düsseldorf, Wien: ECON Verlag.
- Murata, Hiroshi (1967): Nuclear Energy: The Next 10 Years. In: *New Scientist*, Vol. 36, Japanese Supplement 16 November 1967. London, S. 3–4.
- Murata, Hiroshi (1988): *History of Nuclear Planning and Management in Japan*. Tōkyō: Atomic Energy Commission.
- Nakajima, Tokunosuke (1980): *Genshiryoku heiwa riyō sangensoku no konnichiteki igi* [Der heutige Sinn der drei Prinzipien der friedlichen Nutzung der Kernenergie]. In: *Zenei*, 453, 1980, Nr. 6. Tōkyō, S. 212–223.
- Nakamura, Yasuji (1984): Zur Notwendigkeit von Wiederaufarbeitungsanlagen. In: Martin Czakainski (Hg.): *Perspektiven der Kernenergie. Kernenergiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland, den USA und Japan*. (Forschungsbericht 39) Melle: Knoth, S. 161–164.
- Nemoto, Kazuyasu (1981): Public Acceptance Issues in Japanese Nuclear Power-siting Policy. In: *Atoms in Japan (AIJ)*, Vol. 25, February, S. 18–22.
- Nihon Genshiryoku Kenkyūjo (1988): *Genkyū* [Nihon Genshiryoku Kenkyūjo = Japanisches Kernforschungsinstitut]. Tōkyō: Abteilung für die Angelegenheiten des Japanischen Kernforschungsinstitutes.
- NGSK = Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi (1957): *Genshiryoku nenkan* [Jahrbuch zur Kernenergie]. Tōkyō: NGSK.
- NGSK = Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi (1958): *Hatsudenryō genshiro kaiatsu no tame no chōki keikaku* [Langzeitprogramm zur Entwicklung von Kernreaktoren]. In: *Genshiryoku Shiryō* (Materialien zur Kernenergie), Nr. 19, Januar, Tōkyō, S. 1–35.
- NGSK = Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi (1965): *Genshiryoku kaiatsu jū nen shi* [Zehn Jahre Geschichte der Kernenergieentwicklung]. Tōkyō: Taiyō.
- NGSK = Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi (1982): *Genshiryoku kaiatsu riyō chōki keikaku* [Langzeitprogramm zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie]. In: *Genshiryoku Shiryō* [Materialien zur Kernenergie], Nr. 138, Juli, Tōkyō, S. 1–25.

- NGSK = Nihon Genshiryoku Sangyō Kaigi (1987): *Genshiryoku kaihatsu riyō chōki keikaku. Kaihatsu no genjō to kongo no keikaku* [Langzeitprogramm zur Entwicklung und Nutzung der Kernenergie. Programm für die gegenwärtige und die künftige Entwicklung, 22.06.1987]. Tōkyō: Tōtai.
- Nihon Kagakusha Kaigi (1988) *Genshiryoku hatsuden* [Kernstromerzeugung]. Tōkyō: Mitsuwa.
- Nitta, Yoshio (1984): Die technische Überwachung bei Kernkraftwerken in Japan. In: Rudolf Lukes und Kanazawa Yoshio (Hg.): *Zweites japanisch-deutsches Atomrechts-Symposium in Münster vom 21.–22. März 1983*. (Japanisches Recht; Bd. 14) Köln, Berlin, Bonn, München: Heymann, S. 123–132.
- Nuclear Engineering International (Hg.) (1986): *World Nuclear Industry Handbook 1987*. Surrey: Business Press International.
- Nuclear Engineering International (Hg.) (1987): *World Nuclear Industry Handbook*. Surrey: Reed Business Publishing.
- Ogawa, Yoshihiko (1980): The Development of Peaceful Uses of Atomic Energy in Japan: Its Legal and Political Aspects. In: *Japanese Annual of International Law* (Hg.: International Law Association of Japan), No. 23, 1979/1980, S. 50–72.
- OECD/IEA = Organization for Economic Co-operation and Development/International Energy Agency (1980): *Energy Research, Development and Demonstration in the IEA Countries. 1979 Review of National Programmes*. Paris: OECD.
- OECD/IEA = Organization for Economic Co-operation and Development/International Energy Agency (1981): *Energy Research, Development and Demonstration in the IEA Countries. 1980 Review of National Programmes*. Paris: OECD.
- OECD/IEA = Organization for Economic Co-operation and Development/International Energy Agency (1982): *Energy Research, Development and Demonstration in the IEA Countries. 1981 Review of National Programmes*. Paris: OECD.
- OECD/IEA = Organization for Economic Co-operation and Development/International Energy Agency (1983): *Energy Research, Development and Demonstration in the IEA Countries. 1982 Review of National Programmes*. Paris: OECD.
- OECD/IEA = Organization for Economic Co-operation and Development/International Energy Agency (1984): *Energy Research, Development and Demonstration in the IEA Countries. 1983 Review of National Programmes*. Paris: OECD.
- OECD/NEA = Organization for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency (1982): *Nuclear Energy and its Fuel Cycle. Prospects to 2025. A Report by an*

- Expert Group of the OECD Nuclear Energy Agency*. Paris: OECD (Yellow Book).
- OECD/NEA, IAEA = Organization for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency (1983): *Uranium. Resources, Production and Demand*. Paris: OECD.
- OECD/NEA, IAEA = Organization for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency (1986): *Uranium. Resources, Production and Demand*. Paris: OECD.
- OECD/NEA, IAEA = Organization for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency (1988): *Uranium. Resources, Production and Demand*. Paris: OECD.
- Ōshima, Keichi (1980): Japan's Nuclear Fuel Cycle. In: Stuart Harris und Ōshima Keiichi (Hg.): *Australia and Japan: Nuclear Energy Issues in the Pacific*. Canberra und Tōkyō: Australia-Japan Economic Relations Research Project, S. 74–88.
- Ōtsuka, Kazuhiko und Ōgaki Tadao (1984): The Case for a Japanese Nuclear Fuel Cycle. In: *Journal of Japanese Trade & Industry*, No. 6, S. 17–19.
- Overholt, William H, (1977): *Asia's Nuclear Future*. Boulder, Colorado: Westview Press.
- Pfaltzgraff, Robert L., Jr. (1980): *Energy Issues and Alliance Relationships. The United States, Western Europe and Japan*. Cambridge, Massachusetts, and Washington, D.C.: Institute for Foreign Policy Analysis (Special Report, April 1980).
- Powell, J. W. (1983): Nuclear Power in Japan. In: *The Bulletin of the Atomic Scientists*, May, S. 33–39.
- Roppō Zensho (Hg.: Egusa T.) (1988): *Roppō Zensho* [Japanische Gesetzessammlung]. Zwei Bände. Tōkyō: Kyōdō.
- Samuels, Richard J. (1987): *The Business of the Japanese State. Energy Markets in Comparative and Historical Perspective*. Ithaca and London: Cornell University Press (Cornell Studies in Political Economy).
- Sheinman, Lawrence (1984): The Changing Character of U.S. Japanese Energy Relations. In: Charles K. Ebinger und Ronald Morse (Hg.): *US.-Japanese Energy Relations. Cooperation and Competition*. Boulder und London: Westview Press, S. 23–37.
- Shimoyama, Shunji (1986): Licensing and Decommissioning of Nuclear Installations in Japan. In: Norbert Pelzer (Hg.): *Status, Prospects and Possibilities of International Harmonization in the Field of Nuclear Energy Law*. (Proceedings of the 7. International Conference Nuclear Inter Jura '85 of the Association Internationale du Droit Nucléaire (AIDN), Konstanz/Bodensee, BRD, 29. September – 2. Oktober 1985) Baden-Baden:

- Nomos, S. 138–174.
- Shiraishi, Gorō (1959): Growth of Private A-Industry. In: *Asahi Evening News*, November 1959, S. 13.
- Shoda, A. Y. (1987): Stand und zukünftige Entwicklung der Kernenergie in Japan. In: *atw* 8–9/1987, S. 440–447.
- Siegele, Ludwig (1989): Frankreich. Atomgemeinde unter Strom. Die Elektrizitätswerke suchen nach Abnehmern für überschüssige Energie. In: *Die ZEIT*, Nr. 37, 08.09.1989, S. 40.
- Suttmeier, Richard P. (1981): The Japanese Nuclear Power Option: Technological Promise and Social Limitations. In: Ronald A. Morse (Hg.): *The Politics of Japan's Energy Strategy*. Berkely: University of California (Research Papers and Policy Studies 3, Institute of East Asian Studies), S. 106–133.
- Tamiya, Shigefumi (1984): Kernbrennstoffkreislauf in Japan – Stand und Perspektiven. In: Martin Czakainski (Hg.): *Perspektiven der Kernenergie. Kernenergiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland, den USA und Japan*. (Forschungsbericht 39) Melle: Knoth, S. 153–158.
- Toyota, Masatoshi (1959): Calder Hall Plant for Japan: To Be Completed in 1963. In: *Asahi Evening News*, November 1959, S. 14.
- Tsūshō Sangyōshō (1986): *21 seiki no genshiryoku o kangaeru* [Überlegungen zur Kernenergie im 21. Jahrhundert]. Tōkyō: Kōsaidō.
- Umeda, Toshiro (1959): Isotopes Valuable in Therapy. In: *Asahi Evening News*, November 1959, S. 9.
- Watanabe, Seiki (1959): Japanese Industry Playing Active Role in Development of Atomic Era. In: *Asahi Evening News*, Special Supplement of November.
- Williams, Shelton L. (1972): *Nuclear Nonproliferation in International Politics: The Japanese Case*. Denver, Colorado: University of Denver (The Social Science Foundation and Graduate School of International Studies; Monograph Series in World Affairs, Vol. 9, Monograph No. 3, 1971–72).
- Wohlstetter, Albert (Hg.) (1979): *Swords from Plowshares. The Military Potential of Civilian Nuclear Energy*. Chicago; London: University of Chicago Press.
- Yamaka, Junko (1981): Pacific Islanders Oppose Japan's Nuclear Imperialism. In: *Ampo*, Vol. 13, No. 1, S. 32–39.
- Yamamoto, Kenzō (1976): The Nuclear Energy Programs and the Siting of Nuclear Plants in Japan. In: *Rivista Internazionale de Scienze Economiche e Commerciali*, Padova, Jg. 23, Nr.

6, S. 572–584.

- Yamanouchi, Yoshiaki (1984): Rechtsprobleme der Kernenergie unter besonderer Berücksichtigung der Rechtsprechung. In: Rudolf Lukes und Kanazawa Yoshio (Hg.): *Zweites japanisch-deutsches Atomrechts-Symposium in Münster vom 21.–22. März 1983*. (Japanisches Recht; Bd. 14) Köln, Berlin, Bonn, München: Heymann, S. 175–183.
- Yanaga, Chitoshi (1949): *Japan Since Perry*. Highstown, N. J.: McGraw Hill.
- Yanaga, Chitoshi (1968): *Big Business in Japanese Politics*. New Haven und London: Yale University Press.
- Yomiuri Shimbunsha (1968): *Shōwa-shi no tennō* [Der Kaiser und die Geschichte der Shōwa-Zeit]. Band 4. Tōkyō: Yomiuri Shimbunsha.
- Yomiuri Shimbunsha (1980): Policy on Radioactive Waste Management. In: *Atoms in Japan (AIJ)*, Vol. 24, August 1980, S. 24–27.