

Atomkraft als Risiko

ANALYSEN UND KONSEQUENZEN NACH TSCHERNOBYL

Lutz Mez, Lars Gerhold, Gerhard de Haan (Hrsg.)

Peter Lang

Internationaler Verlag der Wissenschaften

Ein Vierteljahrhundert ist vergangen, seit am 26. April 1986 der vierte Reaktorblock des Atomkraftwerks Tschernobyl völlig zerstört und damit die bis heute schwerste Katastrophe in der zivilen Nutzung der Kernenergie ausgelöst wurde. Aber die verheerenden Auswirkungen des Unfalls und insbesondere die Risiken der atomaren Großtechnologie und deren Folgen für Mensch und Natur geraten zunehmend in Vergessenheit. *Atomkraft als Risiko* stellt eine interdisziplinäre Untersuchung der Katastrophe aus heutiger Perspektive vor. Nach einer Einführung in den Atomkonflikt werden Fragen thematisiert, die in der aktuellen Diskussion kaum präsent sind. Welche Wirkungen hatte der Super-GAU auf die Ökosysteme und die Nahrungskette? Kann eine Katastrophe wie die von Tschernobyl für die Zukunft ausgeschlossen werden? Wie haben sich seit der Reaktorkatastrophe die Einstellungen zur Kernenergie verändert? Gibt es eine Krise der kerntechnischen Fachkompetenz?

Lutz Mez, Promotion 1976, Habilitation 2001, ist Koordinator des Berlin Centre for Caspian Region Studies der Freien Universität Berlin. Er arbeitet seit 1984 am Otto-Suhr-Institut für Politikwissenschaft und war bis Anfang 2010 Geschäftsführer der Forschungsstelle für Umweltpolitik der Freien Universität Berlin.

Lars Gerhold, Promotion 2008, ist Wissenschaftlicher Koordinator des Forschungsforums Öffentliche Sicherheit der Freien Universität Berlin. Zuvor war er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Psychologie (Universität Kassel) sowie am Institut Futur (Freie Universität Berlin) beschäftigt.

Gerhard de Haan, Promotion 1983, Habilitation 1989, ist Professor für Allgemeine Erziehungswissenschaft und erziehungswissenschaftliche Zukunftsforschung an der Freien Universität Berlin und Leiter des Instituts Futur. Er ist zudem Vorsitzender des Deutschen Nationalkomitees der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (2005-2014).

Atomkraft als Risiko

Lutz Mez, Lars Gerhold, Gerhard de Haan (Hrsg.)

Atomkraft als Risiko

ANALYSEN UND KONSEQUENZEN NACH TSCHERNOBYL



PETER LANG

Frankfurt am Main · Berlin · Bern · Bruxelles · New York · Oxford · Wien

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Überarbeitung:

Dr. Tanja Vonseelen, Katrin Kramer

Covergestaltung: Delia Keller

Gedruckt auf alterungsbeständigem,
säurefreiem Papier.

ISBN 978-3-653-00467-0

© Peter Lang GmbH

Internationaler Verlag der Wissenschaften

Frankfurt am Main 2010

Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des

Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für

Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

www.peterlang.de

Inhalt

Lutz Mez, Lars Gerhold, Gerhard de Haan: Die Folgen der
Katastrophe von Tschernobyl – eine interdisziplinäre Betrachtung 7

Analyse und Folgen des Super-GAU

Lutz Mez: Der Atomkonflikt nach Tschernobyl..... 15

Nicolas Watts: ‘Deconstructing Chernobyl’.
The meaning and legacy of Chernobyl for European citizens 33

Sebastian Pflugbeil: Alle Folgen liquidiert?
Die gesundheitlichen Auswirkungen von Tschernobyl 75

Karl Sperling: Down Syndrom nach Tschernobyl in Berlin..... 103

Rudolf K. Achazi: Der Tschernobyl-GAU – Die Wirkung
ionisierender Strahlung auf Tiere, Pflanzen und Ökosysteme..... 119

Astrid Sahn: Die Folgen der Reaktorkatastrophe von
Tschernobyl für Belarus. Dimensionen, politische Reaktionen
und offene Fragen..... 153

Umgang mit Risiken

Lars Gerhold, Gerhard de Haan: Tschernobyl
oder der Umgang mit Risiken in Lernprozessen..... 169

Peter Kuhbier: Vom nahezu sicheren Eintreten eines fast unmöglichen
Ereignisses – oder warum wir Kernkraftwerkunfällen auch trotz
ihrer geringen Wahrscheinlichkeit kaum entgehen werden..... 187

Hartwig Berger: Nuklearterror und der Umgang mit Großrisiken 197

Energiepolitische Konsequenzen

Claudia Kemfert: Energiepolitik nach Tschernobyl – zwischen
Nachhaltigkeit und Wettbewerbsfähigkeit 223

Hartmut Graßl: Ein nachhaltiges Energie-System für die gesamte Menschheit. Herausforderung für erneuerbare Energieträger.....	239
Ludger Wöste: Künstliche Lichtblitze in der Atmosphäre. Mit leistungsstarken Femtosekunden-Lasern lassen sich ausgedehnte Plasmakanäle erzeugen, mit vielfältigen Anwendungen im Bereich der Fernerkundung und des Gewitterschutzes	249
Ulrike Röhr, Dagmar Vinz: Frauen gegen Atomenergie – die Auswirkungen von Tschernobyl auf das umwelt- und energiepolitische Engagement von Frauen	261
Autorenverzeichnis	275

Die Folgen der Katastrophe von Tschernobyl – eine interdisziplinäre Betrachtung

Lutz Mez, Lars Gerhold, Gerhard de Haan

Fast ein Vierteljahrhundert ist seit der Katastrophe von Tschernobyl am 26. April 1986 vergangen, der größten nuklearen Katastrophe der zivilen Atomkraftnutzung. Der Super-Gau selbst ist – außer zu den Jubiläen der Katastrophe – weitestgehend aus der öffentlichen Diskussion verschwunden. Die Havarie des Reaktors in Tschernobyl führte jedoch zu einem Echoeffekt. Denn auch noch lange, nachdem das Ereignis längst aus den Medien verschwunden war, zeigt sich die allgemeine Beunruhigung über den Zustand der Umwelt. Heute ist die überwiegende Mehrheit der Experten daher einer Meinung: die Energiezukunft gehört den erneuerbaren Energiequellen – Sonne, Wind, Wasser, Erdwärme, Biomasse. Das erfordert eine fundamentale Energiewende hin zu einem Energiesystem, das nicht aus großen zentralen Kraftwerken, sondern aus vielen dezentralen Kleinanlagen besteht. Diese Energiewende braucht jedoch eine Übergangszeit, in der fossile Energien und in einigen wenigen Ländern auch Atomkraft noch eine Rolle spielen. Als vermeintlich billige Option wird die Verlängerung der Laufzeiten von Atomkraftwerken vorgeschlagen. Dies wird nicht nur mit wirtschaftlichen Überlegungen – für die Betreiber liefen die Anlagen am „goldenen Ende“ und für den Fiskus wären zusätzliche Einnahmen möglich – begründet. Atomkraftwerke werden auch als Wunderwaffe gegen den Klimawandel angepriesen, da sie angeblich kein CO₂ ausstoßen. Allerdings sind die indirekten CO₂-Emissionen der Atomkraftwerke, die durch Uranförderung, Anreicherung, Brennelementherstellung, Kraftwerksbau und -betrieb, Zwischenlagerung usw. entstehen, bereits heute höher als die der meisten Anlagen, die mit erneuerbarer Energie betrieben werden. Dass der Anteil des weltweit produzierten Atomstroms derzeit nicht einmal 2,5 Prozent des globalen Endenergieverbrauchs beträgt, zeigt jedoch, dass es trotz Tschernobyl und dadurch ausgelöste Lernprozesse mit der Faktenkenntnis von politischen Akteuren nicht nur hierzulande schlecht bestellt ist.

Das vorliegende Buch „Atomkraft als Risiko. Analysen und Konsequenzen nach Tschernobyl“ widmet sich dem Thema der massiven Langzeitfolgen der Katastrophe, welche bis dato nur noch im wissenschaftlichen Diskurs starke Beachtung finden: Welche Wirkungen hatte der Super-GAU auf die Ökosysteme und die Nahrungskette? Kann eine Katastrophe wie die von

Tschernobyl für die Zukunft ausgeschlossen werden? Wie haben sich seit der Reaktorkatastrophe die Einstellungen zur Kernenergie verändert? Gibt es eine Krise der kerntechnischen Fachkompetenz? Welche Konsequenzen ergeben sich für Energiemarkt und -politik?

Das Buch geht den Fragestellungen aus drei Perspektiven nach: „Analyse und Folgen des Super-GAU“, „Umgang mit Risiken“ sowie „Energiepolitische Konsequenzen“. Meinungen und Fakten zur Kernenergie werden ebenso angesprochen wie die Sicherheit von Atomanlagen, die wachsenden Risiken durch Alterung der Nuklearanlagen und terroristische Aktivitäten sowie die Zukunft des globalen Energiesystems.

Analyse und Folgen des Super-GAU

Im ersten Teil des Buches „Analyse und Folgen des Super-GAU“ rücken das Ereignis selbst und seine Folgen in den Vordergrund der Betrachtung: Welche Rolle spielt Atomkraft heute und in der Zukunft, welche gesundheitlichen Auswirkungen auf Mensch und Tier lassen sich nachweisen und welche Folgen zeigen sich für das Kernland des Unglücks, Belarus?

Lutz Mez liefert mit seinem Beitrag „Der Atomkonflikt nach Tschernobyl“ einen umfassenden Überblick über den Stand der Atomprogramme weltweit. Differenziert nach Weltregionen mit besonderem Fokus auf Ostmitteleuropa und Osteuropa zeigt er auf, dass vor allem in China, Russland, Südkorea und Indien weiterhin auf die Nutzung der Atomenergie gesetzt wird. Allerdings kann daraus keine weltweite Renaissance der Atomenergie abgeleitet werden, da Atomkraftwerke nur in wenigen Industrie- und Schwellenländern zum Einsatz kommen. Zudem bestehen sehr begrenzte Fertigungskapazitäten, ein eklatanter Mangel an Fachpersonal und nahezu unüberwindbare Finanzierungshürden, weil Banken und Kreditinstitute Investitionen in Atomanlagen für sehr riskant halten.

Der Beitrag „‘Deconstructing Chernobyl’ – The meaning and legacy of Chernobyl for European citizens“ von Nicholas Watts beschäftigt sich mit dem Wissen und den Einstellungen zur Atomenergie, wie sie im Eurobarometer abgefragt worden sind. Auf die Frage, ob Atomenergie ausgebaut oder reduziert werden soll, zeigt sich, dass die Länder mit einem großen Atomprogramm in der Regel auf eine größere pro-nukleare Haltung in der breiten Öffentlichkeit bauen können. Dennoch sind lediglich in der Tschechischen Republik und Bulgarien die Atombefürworter in der Mehrheit. In Schweden, Finnland und der Slowakei gibt es zwar mehr Gegner als Befürworter, aber die Einstellungen halten sich in etwa die Waage. Eine anti-nukleare Einstellung ist vor allem in den Ländern stark, die kein AKW (mehr) besitzen oder betreiben bzw. nie ein Atomprogramm hatten.

Die gesundheitlichen Folgen und ihre Darstellung seitens öffentlicher Organe stehen im Zentrum der kritischen Auseinandersetzung von Sebastian Pflugbeil „Alle Folgen liquidiert? Die gesundheitlichen Auswirkungen von Tschernobyl“. Pflugbeil versucht nicht, offizielle Zahlen von Toten und geschädigten Menschen mit eigenen Zahlen zu relativieren, sondern liefert Anhaltspunkte

dafür, von welchem Ausmaß an gesundheitlichen Folgen man jenseits offizieller Berechnungen ausgehen muss. Anhand verschiedener Krankheitsbilder wie Krebserkrankungen, Schilddrüsenerkrankungen, Säuglingssterblichkeit und genetischen Schäden deckt der Autor auf, dass die offiziellen Zahlen nicht richtig sein können, sondern wesentlich massivere gesundheitliche Auswirkungen bei den Liquidatoren, der allgemeinen Bevölkerung der Region um Tschernobyl sowie in anderen Ländern aufgetreten sind.

Der Beitrag „Down Syndrom nach Tschernobyl in Berlin“ von Karl Sperling untersucht die Frage des kausalen Zusammenhanges des Tschernobylereignisses und dem Anstieg an Geburten von Kindern mit Down Syndrom im Januar 1987, also neun Monate nach der Katastrophe von Tschernobyl. Im Beitrag wird nachgewiesen, dass es sich bei den im Beitrag dargelegten zwölf Fällen von Trisomie 21 nicht um Zufälle, sondern um eine Folge der Tschernobylkatastrophe handelt. Die Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren wie Inanspruchnahme von Frühdiagnostik, Altersverteilung der Mütter oder exogenen Faktoren wie der Luftbelastung in der Zeugungsphase legen einen Kausalbezug nahe.

In seinem Beitrag „Der Tschernobyl GAU – Die Wirkung ionisierender Strahlung auf Tiere, Pflanzen und Ökosysteme“ untersucht Rudolf K. Achazi die Auswirkungen des GAUs aus biologischer Perspektive. Der Beitrag zeigt deutlich, welche Lasten Boden, Pflanzen und Tierwelt durch radioaktive Strahlen teilweise über viele Jahre zu tragen haben und wie sich ein stabiler Kreislauf radioaktiver Nukleotide in naturnahen Biotopen entwickelt hat. Achazi setzt die Daten der Auswirkungen in der 30-km-Zone um Tschernobyl in Relation zu Ergebnissen des Kyshtym-Desasters und der durch natürliche Radioisotope belasteten Komi-Region. Ferner werden Auswirkungen für den europäischen Raum mit besonderer Perspektive auf Deutschland berichtet.

Der erste thematische Schwerpunkt des Buches endet mit dem Beitrag „Die Folgen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl für Belarus. Dimensionen, politische Reaktionen und offene Fragen“ von Astrid Sahm. Die Autorin legt in ihrem Beitrag dar, dass die Katastrophe von Tschernobyl weit mehr als eine atomare Katastrophe mit ökologisch katastrophalen Auswirkungen war. Anhand konkreter Fakten und Beispiele diskutiert sie die politischen, wirtschaftlichen, sozialen und gesundheitlichen Folgen der Katastrophe. Sahm legt den politischen Leitlinienwechsel in Belarus anhand der Umsiedlungsprozesse in der Folge von Tschernobyl zur Rehabilitation der Region in den 90er Jahren dar, welcher sich u.a. an der uneinheitlichen Bewertung der Katastrophe belegen lässt. Diese divergenten Einschätzungen dauern aktuell an, so dass es wohl auch zukünftig keine grundsätzlich eindeutige Einschätzung zur Weiterführung der Tschernobylpolitik in Belarus geben wird.

Umgang mit Risiken

Der zweite Teil des Buches ist dem Umgang mit Risiken gewidmet. Hier wird untersucht, wie mit dem Risiko eines Reaktorunfalls aus heutiger Perspektive umgegangen wird und welchen Facetten Wahrnehmungsprozesse unterliegen.

Der Beitrag „Tschernobyl oder der Umgang mit Risiken in Lernprozessen“ von Lars Gerhold und Gerhard de Haan verlagert die Perspektive der Fragestellung auf den individuellen Akteur. Ausgehend von aktuellen Daten zur Wahrnehmung der Atomkraft in der Bevölkerung zeigen die Zukunftsforscher das sozialwissenschaftliche Begriffsverständnis von Risiko auf. Es wird dargelegt, wie sich Risiko sozial konstruiert und anhand welcher subjektiven Kriterien Menschen Risiken beurteilen. Der sozialen Konstruktion von Risikorealität Rechnung tragend, weisen die Autoren darauf hin, dass Lernen nur durch Einbezug psychologischer Konzepte wie Vertrauen, Ambiguitätstoleranz und Emotionen erfolgreich sein kann. Als soziales Wissen wird Gelerntes durch den Austausch mit wissenschaftlichem Expertenwissen zu wertvollem Orientierungswissen im Umgang mit Ereignissen wie Tschernobyl.

Peter Kuhbier behandelt in seinem Beitrag „Vom nahezu sicheren Eintreten eines fast unmöglichen Ereignisses – oder warum wir Kernkraftwerkunfällen auch trotz ihrer geringen Wahrscheinlichkeit kaum entgehen werden“ den Super-GAU in Tschernobyl aus der Sicht eines Statistikers: Ursprünglich hatte er diesen Artikel im Jahr 1985 für eine der führenden deutschen Zeitschriften für Sozialwissenschaft geschrieben: Das war ein Jahr vor der Katastrophe. Da es in dem Artikel genau um die Frage nach der Wahrscheinlichkeit von Unfällen in Atomkraftwerken ging, ist es schon verblüffend, wie wenig Resonanz der Artikel gefunden hat. Bei einer Unfallwahrscheinlichkeit von 2×10^{-5} pro Jahr beträgt die Einzelwahrscheinlichkeit für einen Unfall pro Jahr bereits 1:250. Mit anderen Worten: für ein heute neugeborenes Kind beträgt die Wahrscheinlichkeit, in seinem Leben einen solchen Reaktorunfall zu erleben, schon gut 27%.

Atomkraftwerke führen im Falle eines Super-GAUs zu verheerenden Auswirkungen. Hartwig Berger untersucht in seinem Beitrag „Nuklearterror und der Umgang mit Großrisiken“ intensiv den Umgang mit möglichen Anschlägen auf Atomkraftwerke in Deutschland. Die umfassende Darstellung der politischen Handlungsstrategien fördert in der Betrachtung des Autors Problemverdrängung, Handlungsvermeidung und Handlungsaufschub im behördlichen Umgang mit dem Risiko von Nuklearkatastrophen durch Terroranschläge zu Tage.

Energiepolitischen Konsequenzen

Der dritte und letzte Teil des Buches untersucht die energiepolitischen Konsequenzen der Katastrophe von Tschernobyl, indem die möglichen und denkbaren zukünftigen Entwicklungen im Bereich der Energiepolitik und Energietechnik fokussiert werden.

Claudia Kemfert geht in ihrem Beitrag „Energiepolitik nach Tschernobyl – zwischen Nachhaltigkeit und Wettbewerbsfähigkeit“ der Frage nach, wie sich die Energieversorgung in Deutschland in den nächsten Jahren entwickeln wird. Der Beitrag diskutiert die Verhältnismäßigkeiten von Atom- und Kohlekraftwerken, die Möglichkeiten erneuerbarer Energien sowie das Problem der Importabhängigkeit bei Gaskraftwerken. Kemfert plädiert in ihrem Beitrag für einen Ausbau der Stromnetzinfrastuktur, eine bessere Regulierung durch europäische und nationale Verantwortungsträger sowie eine transparente europäische Strombörse. Auf Basis der drei grundlegenden Ziele im Bereich Energiepolitik – Versorgungssicherheit, Klimaschutz und Wettbewerbsfähigkeit – schlägt die Autorin die Schaffung eines Energieministeriums in Deutschland vor.

Der zentralen Frage zukünftiger globaler Energiepolitik im Wechselspiel von ausreichender Energieversorgung und den Problemen des Klimawandels nimmt sich Hartmut Graßl in seinem Beitrag „Ein nachhaltiges Energie-System für die gesamte Menschheit. Herausforderungen für erneuerbare Energieträger“ an. Ein wichtiger Baustein für den Umgang mit dieser Anforderung ist die Einhaltung des Klimafensters (Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf maximal 2°C). Graßl stellt exemplarisch Szenarien des WBGU vor, welche gangbare Wege enthalten und benennt konkrete Bedingungen zur Realisierung eines erfolversprechenden Klima- und Energieszenarios.

In seinem Beitrag „Künstliche Lichtblitze in der Atmosphäre“ beschreibt Ludger Wöste neue Entwicklungen im Bereich der physikalischen Fernerkundung. Durch die Erzeugung ausgedehnter Plasmakanäle, die sich über viele Kilometer Distanz erstrecken können, weißes Licht abstrahlen sowie elektrisch leitend sind, ergibt sich durch leistungsstarke Femtosekunden-Laser die Möglichkeit, Landoberflächen großräumig auf ihren Mineraliengehalt zu untersuchen bzw. radioaktiven Niederschlag aus großer Distanz zu orten.

Ulrike Röhr und Dagmar Vinz widmen sich in ihrem Beitrag „Frauen gegen Atomenergie – die Auswirkungen von Tschernobyl auf das umwelt- und energiepolitische Engagement von Frauen“ dem Einfluss der Katastrophe auf das Alltagsleben von Frauen. Anhand von internationalen empirischen Daten belegen sie die deutlichere Ablehnung von Atomenergie von Frauen im Verhältnis zu Männern. Der Beitrag legt hierfür verschiedene Begründungen nahe: unterschiedliche Risikowahrnehmung, ein differentes Gesundheitsbewusstsein sowie Auswirkungen möglicher Risiken im Alltag.

Alle Beiträge zeigen, dass Atomenergie keine Zukunftstechnologie ist. Die Auswirkungen eines GAUs für Menschen, Tiere und Umwelt sind katastrophal. Atomenergie besitzt ein enormes Risikopotenzial und ist mit der Atombombe sowie der Proliferation von Atomwaffen untrennbar verquickt. Der Anteil des Atomstroms an der globalen Stromversorgung geht bereits seit Jahren ständig zurück. Die Entsorgungsfrage ist ungelöst, der Atomtechnik fehlt in den meisten Ländern die Akzeptanz und auch die begrenzten Uranreserven machen sie zum

Auslaufmodell. Dennoch bestimmt das Risiko Atomkraft auch heute noch das gesellschaftliche Leben, auch wenn es hinsichtlich seiner möglichen bedrohlichen Konsequenzen in Bevölkerung und Wissenschaft unterschiedlich eingeschätzt wird. Es bedarf daher energiepolitischer Konzepte, die sich der Herausforderung des Ausstiegs aus der Atomkraft hinsichtlich all seiner Facetten annehmen.

Im Rahmen einer im Wintersemester 2005/06 von Lutz Mez initiierten und organisierten Universitätsringvorlesung kamen verschiedene wissenschaftliche Disziplinen zum Thema Tschernobyl bzw. Energieversorgung der Zukunft zu Wort. Die Vorträge der Ringvorlesung haben Eingang in diese Publikation gefunden. Wir bedanken uns bei allen Autoren für ihre Beiträge und die Aktualisierungen. Darüber hinaus bedanken wir uns besonders bei Dr. Tanja Vonseelen, Katrin Kramer und Delia Keller für die Unterstützung bei der Umsetzung des Buches.

Analyse und Folgen des Super-GAU

Der Atomkonflikt nach Tschernobyl

Lutz Mez

Am 26. April 2006 jährte sich die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl zum zwanzigsten Mal. Der Super-GAU im Frühjahr 1986 in der Ukraine beschleunigte den Ausstieg aus der Atomenergie in einer Reihe von westlichen Industrieländern, der bereits Ende der 1970er Jahre in den USA begonnen hatte. Nach der Kernschmelze im Reaktor TMI-2 in Harrisburg, Pennsylvania, 1979 wurden fast zwei Drittel der US-AKW-Projekte storniert. 1996 ging in den USA das vorerst letzte AKW – Watts Bar-1 – nach mehr als 23 Jahren Bauzeit ans Netz.

In Europa wurden die Atomprogramme in Österreich und Dänemark bereits vor Tschernobyl ad acta gelegt. Nach 1986 entschieden sich Italien, die Niederlande, Belgien, Schweden und Deutschland zum Ausstieg aus der Atomenergie und setzten diesen Beschluss zum Teil auch bereits um. Ein Atom-Moratorium gibt es in Spanien und der Schweiz.

Anders die Entwicklung in Osteuropa: Nach Tschernobyl konnte die Anti-AKW-Bewegung im Zeichen von *Glasnost* und *Perestroika* zwar Baustopps bei Atomprojekten und ein Atommoratorium in der Sowjetunion erreichen, aber nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion verfolgten die Technokraten im Energiesektor die alten Programme und Projekte unbeirrt weiter. Auch die ostmittel- und osteuropäischen Staaten setzten nach der nationalen Unabhängigkeit weiter auf Atomtechnik. Lediglich in Polen wurde 1990 der Bau des Atomkraftwerkes Żarnowiec westlich von Danzig durch ein lokales Referendum verhindert.

Für die Europäische Union stellt die Atomkraft in den neuen Mitgliedsstaaten ein Problem dar. Viele der Atomkraftwerke, die in Ostmitteleuropa und Osteuropa betrieben oder gebaut werden, stehen seit Jahren in der Kritik, da sie nicht den Sicherheitsstandards entsprechen, die für Atomkraftwerke in westlichen Industrieländern gelten. Deshalb kam die Abschaltung von Hochrisiko-Reaktoren bei den Beitrittsverhandlungen zur EU auf die Tagesordnung und zeitigte gewisse Erfolge.

Inzwischen sind nicht nur die Reaktoren in Tschernobyl abgeschaltet, auch für eine Reihe anderer osteuropäischer Atomanlagen wurde ein Zeitplan für die Abschaltung beschlossen und bereits fast vollständig umgesetzt.

Der Beitrag gibt einen Überblick über die Entwicklung und den Stand der Atomprogramme weltweit. Ferner wird die Frage beantwortet, ob es eine „Renaissance“ der Atomenergie oder ein Comeback dieser Technik gibt.

Die Atomprogramme der Welt

Im Sommer 2009 waren weltweit 435 Atomkraftwerke (AKWs) mit einer Gesamtleistung von rund 370.000 MW und einer durchschnittlichen Laufzeit von 25 Jahren in Betrieb.¹ Ferner sind 52 Blöcke mit einer Leistung von 45.883 MW im Bau (Tab. 1). Die World Nuclear Association zählte im September 2009 weitere 137 Reaktoren in der Kategorie „in Planung“. Allerdings lehrt die reale Entwicklung der Atomtechnik, dass Reaktoren „in Planung“ keineswegs automatisch in die Kategorie „im Bau“ wechseln. Die große Mehrheit der Staaten kommt ohne Atomenergie aus. Von den 191 Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen betreiben 158 keine Atomkraftwerke. Die 435 Atomkraftwerke werden in 31 Ländern betrieben. Außerdem haben der Iran und Nordkorea Bauprojekte bzw. planen den Bau von Atomkraftwerken.

Die sechs größten Betreiberländer (USA, Frankreich, Japan, Russland, Deutschland und Südkorea) sind teils Atomwaffenstaaten und produzierten 2008 gut zwei Drittel des gesamten Atomstroms. Weltweit beträgt der Anteil der Atomkraftwerke an der Stromerzeugung 14%. Das entspricht 6% des kommerziellen Primärenergieverbrauchs (PEV) und etwa 2% des weltweiten Endenergieverbrauchs (EEV). Der Anteil der erneuerbaren Energien beträgt dagegen fast 13% des PEV und EEV. Ihr Beitrag zur Umweltentlastung und zum Klimaschutz ist bereits heute um Faktoren höher als der der Atomkraft.

In der Europäischen Union sind zwölf der 27 Mitgliedsstaaten ohne eigenen Atomstrom oder haben diese Technik abgeschafft. Die Gründe sind technischer, wirtschaftlicher Natur oder die Folge politischer Entscheidungen. In Europa (heutige EU-27) waren 1989 insgesamt 177 Atomkraftwerksblöcke in Betrieb. Ende 2008 waren es nur noch 144 Blöcke. Diese rückläufige Entwicklung der Atombranche hat vor langer Zeit eingesetzt.

Die genauere Betrachtung der AKW-Bauprojekte zeigt, dass 13 dieser Reaktoren schon über 20 Jahre „im Bau“ sind. In den USA und in Westeuropa gibt es 2009 insgesamt drei AKW-Projekte, die von der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEO) als „im Bau“ eingestuft wurden: das Projekt im finnischen Olkiluoto, ein weiteres in Frankreich und ein Weiterbau in den USA. Zwei Drittel (36) der Projekte liegen in nur vier Staaten: China, Indien, Russland und Südkorea. Der bisherige Spitzenreiter in Sachen Bauzeiten, das AKW Busheer im Iran, bei dem der erste Beton am 01.05.1975 gegossen wurde, ist Ende 2007 von der Baustelle Watts Bar-2 in den USA abgelöst worden. Ursprünglich am 12.01.1972 in Bau gegangen, war das Projekt 1985 eingefroren

1 Alle AKW-Daten stammen grundsätzlich aus dem Power Reactor Information System (PRIS) der Internationalen Atomenergiebehörde IAEO.

Land	In Betrieb		Im Bau		Stillgelegt	
	Anzahl Reaktoren	Leistung MW(e)	Anzahl Reaktoren	Leistung MW(e)	Anzahl Reaktoren	Leistung MW(e)
Argentinien	2	935	1	692	0	0
Armenien	1	376	0	0	1	376
Belgien	7	5.824	0	0	1	10
Brasilien	2	1.766	0	0	0	0
Bulgarien	2	1.906	2	1.906	4	1.632
China	11	8.438	16	15.220	0	0
Deutschland	17	20.470	0	0	19	5.879
Finnland	4	2.696	1	1.600	0	0
Frankreich	58	63.130	1	1.600	12	3.928
Indien	17	3.782	6	2.910	0	0
Iran	0	0	1	915	0	0
Italien	0	0	0	0	4	1.423
Japan	53	45.957	2	2.191	6	1.864
Kanada	18	12.577	0	0	7	3.008
Kasachstan	0	0	0	0	1	52
Litauen	1	1.185	0	0	1	1.185
Mexiko	2	1.300	0	0	0	0
Niederlande	1	482	0	0	1	55
Pakistan	2	425	1	300	0	0
Rumänien	2	1.300	0	0	0	0
Russland	31	21.743	9	6.894	5	786
Schweden	10	8.958	0	0	3	1.225
Schweiz	5	3.238	0	0	0	0
Slowakei	4	1.711	2	810	3	909
Slowenien	1	666	0	0	0	0
Spanien	8	7.450	0	0	2	621
Südafrika	2	1.800	0	0	0	0
Südkorea	20	17.647	5	5.180	0	0
Taiwan	6	4.904	2	2.600	0	0
Tschechische Republik	6	3.634	0	0	0	0
Ukraine	15	13.107	2	1.900	4	3.515
Ungarn	4	1.859	0	0	0	0
USA	104	100.582	1	1.165	28	9.764
Vereinigtes Königreich	19	10.097	0	0	26	3.324
Summe	435	370.130	52	45.883	128	39.556*

Tab. 1: Atomkraftwerke weltweit. Anzahl der Reaktoren in Betrieb, im Bau und stillgelegt, Leistung in MW – Stand: August 2009. (Quelle: IAE0, PRIS)

* davon 5 Reaktoren mit 2.776 MW Leistung langfristig abgeschaltet.

und im Dezember 1994 aufgegeben worden. Im Oktober 2007 kündigte der Eigentümer TVA an, den Reaktor für 2,5 Milliarden US-Dollar fertig bauen zu wollen. Die Inbetriebnahme ist im Herbst 2013 geplant. Den Auftrag zum Bau von zwei Reaktoren in Busheer, Iran hatte Siemens/KWU 1974 erhalten. Mit der iranischen Revolution im Jahr 1979 kam das Atomprogramm zum Stillstand.

Nach dem Irak-Iran-Krieg – der Irak bombardierte zwischen 1984 und 1987 die Reaktorbaustelle insgesamt sechs Mal – und dem ersten Golfkrieg übernahm Russland 1996 das Projekt und lieferte einen WWER-1.000-MW-Reaktor, der bis September 2009 nicht in Betrieb gegangen ist.

In Argentinien wurde der Bau des Reaktors Atucha 2 im Juli 1981 begonnen, die Inbetriebnahme ist derzeit für Juli 2012 geplant.

Vier Bauprojekte (Kalinin 4, Kursk 5, Volgodonsk 2 und Beloyarsky 4) in Russland wurden im Zeitraum zwischen 1983 und 1987 gestartet. Seit 1987 war ein weiteres AKW Balakovo 5 im Bau. Es sollte 2010 ans Netz gehen, verschwand aber 2008 von der Bauliste. Und auch der Baubeginn der beiden Reaktoren Khmelnitski 3 und 4 in der Ukraine war bereits 1986 und 1987. Die jüngst wieder als Bauprojekte gezählten beiden Blöcke in Belene, Bulgarien, wurden ebenfalls im Jahr 1987 begonnen. Und die beiden Blöcke Mochovce 3 und 4 in der Slowakei hatten im Januar 1985 Baubeginn. Lediglich die Bauvorhaben in Indien, China, Taiwan, Japan, Finnland und Frankreich sind jüngeren Datums.

Bisher wurden 128 Atomkraftwerke nach einer durchschnittlichen Laufzeit von 20,8 Jahren und mit einer Leistung von 39.558 MW stillgelegt (vgl. Tab. 1). Die meisten Reaktoren wurden in den USA und in Großbritannien abgeschaltet. In Deutschland wurden 19 Reaktorblöcke mit einer Leistung von 5.879 MW stillgelegt. Darunter sind sechs Reaktoren, die in der DDR bis zur Wiedervereinigung betrieben wurden.

Atomprogramme der Schwellenländer

Die drei großen Schwellenländer Indien, China und Brasilien haben ihre Atomprogramme bereits vor Jahrzehnten beschlossen, aber nur ansatzweise realisiert, so dass der Anteil der Atomkraftwerke an der jeweiligen Stromerzeugung und der Energieversorgung insgesamt minimal ist.

In Indien sind 17 kleinere Reaktoren im Betrieb (= 2,0% der Stromerzeugung) und weitere 6 Reaktoren im Bau. Im Jahr 1985 waren bereits 6 AKWs im Betrieb und der 15-Jahresplan sah für das Jahr 2000 eine installierte AKW-Leistung von 10.000 MW vor. Bis 2009 waren aber lediglich 11 weitere Blöcke und insgesamt 3.782 MW Atomkraft im Betrieb. Selbst wenn die Bauprojekte alle in den nächsten Jahren abgeschlossen würden, wäre die installierte Leistung mit 6.692 MW noch weit hinter der Planung für 2000. Unter den Bauprojekten ist ein 500-MW-Schneller-Brüter, dessen Bau im Oktober 2004 begonnen wurde.

Die VR China betreibt derzeit 11 AKWs, die 2,2% der Stromerzeugung ausmachen, 16 weitere sind im Bau. Bis zum Jahr 2010 wird in China nur eine AKW-Leistung von rund 10.000 MW am Netz sein – die Hälfte des Plans für das Jahr 2000.

In den vergangenen Jahren hat China der Entwicklung der Kernkraft mit dem Ziel Vorrang eingeräumt, seine nukleare Stromkapazität auf 40.000 MW im Jahr 2020 zu erhöhen (vgl. Li Xiaokun 2007). Um diese ehrgeizige Zielvorgabe zu erfüllen, müsste die Baufrequenz mehr als verdreifacht werden. Da ein Teil der chinesischen Reaktoren, die sich gegenwärtig in der Planungsphase befinden, auf Technologien basieren, die bisher nicht Stand der Technik sind, erscheint dies höchst unwahrscheinlich. Deswegen ist die Planzahl für 2020 mit insgesamt 40.000 MW Atomkraft unrealistisch, da die lead time – der Zeitraum zwischen Investitionsentscheidung und Inbetriebnahme – von Atomkraftwerken auch in anderen Ländern mindestens zehn Jahre beträgt. Der Anteil des Atomstroms am gesamten Energieverbrauch Chinas wird bis zum Jahr 2020 – vorausgesetzt der Ausbau findet wirklich plangemäß statt – lediglich von 1,5% Mitte der 1990er Jahre auf höchstens 4–6% ansteigen (vgl. Umbach 2001).

Im dritten großen Schwellenland Brasilien sind zwei Reaktoren im Betrieb (=3,1% der Stromerzeugung), ein weiterer Reaktor ist geplant. Das brasilianische Atomprogramm begann mit dem Bau von Angra 1 im Jahr 1971. Aber nach der ersten Erdölpreiskrise zogen die USA die Lieferungszusage für angereichertes Uran für den Westinghouse Reaktor zurück. 1975 schloss Brasilien mit der Bundesrepublik Deutschland ein Jahrhundertabkommen, wonach nicht nur acht 1.300-MW-Reaktoren, sondern auch der gesamte Brennstoffkreislauf geliefert werden sollte. Baubeginn von Angra 2 war 1976, der Reaktor ging aber erst Anfang 2001 in den kommerziellen Betrieb. Es blieb der einzige Block, der aus dem deutsch-brasilianischen Atomvertrag realisiert wurde. Nach dem ursprünglichen Plan sollten bis 1990 acht Blöcke im Betrieb sein, im Jahr 2000 wollte Brasilien gar 50 AKWs und einen geschlossenen Brennstoffkreislauf betreiben. Im Jahr 2009 sind lediglich zwei Blöcke in Betrieb und es ist nicht einmal sicher, ob ein dritter Block in Angra dos Reis gebaut wird (vgl. Pinguelli Rosa 2006).

Atomprogramme in Nordamerika, Japan und Südkorea

Die USA waren der Pionier beim Ausbau der Stromerzeugung aus Atomenergie. 2008 wurden 19,7% ihrer Stromproduktion in 104 AKWs mit einer Gesamtleistung von 100.582 MW erzeugt. Insgesamt wurden bereits 28 Blöcke mit 9.764 MW stillgelegt. Gegenüber erdgas- und kohlegefeuerten Kraftwerken sind die AKWs nur bedingt wettbewerbsfähig. Seit 1992 sind in den USA 270.000-MW-Gas- und 13.000-MW-Kohlekraftwerke ans Netz gegangen und nur ein einziges AKW – Watts Bar-1. Der Block Watts Bar-2 ist am 12.01.1972 in Bau gegangen, wurde 1985 eingefroren und im Dezember 1994 aufgegeben. Im Oktober 2007 kündigte der Eigentümer TVA an, den Reaktor bis 2012 für 2,5

Milliarden US-Dollar fertig bauen zu wollen. Das ist in den USA der einzige Reaktor „im Bau“, allerdings werden die Betriebslizenzen von Reaktorblöcken verlängert. Die World Nuclear Association erwartet AKW-Neubauten ab 2010 und der 2005 verabschiedete Energy Policy Act beinhaltet Anreize, um Atomenergie auszubauen. Trotzdem wird der Atomstromanteil aber mittelfristig auf 10% fallen. Jon Wellinghoff, der neue Vorsitzende der Federal Energy Regulatory Commission, geht davon aus, dass aufgrund der hohen „prohibitiven“ Investitionskosten gar keine neuen AKWs in den USA gebaut werden.

In Kanada erzeugen 18 Reaktoren 14,8% der Stromerzeugung. Das Land ist der weltweit größte Uranproduzent (vgl. WNA 2009a/b). Sieben Blöcke sind stillgelegt, vier davon zählen zur Kategorie langfristig abgeschaltet. Für die Zukunft der Atomkraft in Kanada ist die Energiepolitik der Provinz Ontario entscheidend. Ursprünglich wollte Ontario bis 2007 aus der Kohleverstromung aussteigen und als Ersatz die ältesten – und langfristig abgeschalteten – AKW-Blöcke modernisieren. Aufgrund des steigenden Stromverbrauchs wurde die Abschaltung im Sommer 2006 auf unbestimmte Zeit verschoben und die Modernisierung der AKW-Leistung angeordnet. Ontario will 40 Milliarden Kanadische Dollar für den Neubau und die Modernisierung einer Kraftwerksleistung von insgesamt 24.000 MW – davon 14.000 MW AKW – investieren.

In Japan sind 53 AKWs im Betrieb, die im Jahr 2008 fast 25% der Stromerzeugung und 12% des Primärenergiebedarfes des Landes abdeckten. Nach der Klimakonferenz in Kyoto wollte die japanische Regierung die eingegangene CO₂-Reduktionsverpflichtung durch den Bau von 20 Atomkraftwerken realisieren. Aber Widerstand betroffener Anwohner und eine Reihe von Unfällen² führten dazu, dass dieses Programm mehrfach revidiert werden musste, so dass derzeit lediglich 2 Reaktoren im Bau sind. Die Anzahl der geplanten Reaktoren ist auf 13 geschrumpft.

Südkorea gehört wie Japan und Deutschland nicht zu den Atommächten, hat jedoch ein großes ziviles Atomprogramm. Derzeit sind 20 AKW-Blöcke mit einer Leistung von 17.647 MW im Betrieb und 5 Blöcke mit 5.180 MW im Bau. Der Atomstromanteil an der Stromerzeugung betrug 2008 gut 35%. Das Land hat einen rasanten Zuwachs beim Stromverbrauch, deswegen sind weitere 7 Reaktoren in Planung.

Atomprogramme in Westeuropa

In der Europäischen Union gibt es zwei Neubau-Projekte und zwei eingemottete Bauprojekte wurden aktiviert.

2 Zu den Unfällen gehörte eine unkontrollierte Kettenreaktion in der Brennelementefabrik Tokaimura am 30.09.1999, bei der zwei Arbeiter starben, und der Dampfaustritt mit Todesfolge im AKW Mihama-3 im August 2004.

Im Mai 2002 entschied sich das finnische Parlament mit knapper Mehrheit für den Bau eines neuen Reaktors. In Finnland gibt es 4 Atomkraftwerke, die 2008 gut ein Viertel der Stromerzeugung abdeckten und zwischen 1977 und 1980 in Betrieb genommen wurden. Der finnische Energiekonzern TVO gab im Dezember 2003 einen 1.600-MW-Reaktor vom Typ EPR (European Pressurized Water Reactor) bei dem Firmenkonsortium Framatome-AP³ in Auftrag, das den Prototypen für einen Festpreis von 3,2 Milliarden Euro und die Finanzierung über halbstaatliche Kredite zu Vorzugskonditionen anbot. Finnlands Stromsektor zeichnet sich – bedingt durch energieintensive Industriebranchen – durch einen sehr hohen spezifischen Verbrauch und enorme Stromimportabhängigkeit aus.⁴ Einer der Hauptgründe für den Regierungsbeschluss war die Tatsache, dass Finnland russländischen Atomstrom aus dem AKW Leningrad (Sosnovyj Bor) vom Typ RBMK bezieht, das im Jahr 2004 abgeschaltet werden sollte. Das AKW hat inzwischen eine Verlängerung der Betriebsgenehmigung erhalten und stellt seitdem bis zu 1.500 MW Leistung für den Export nach Finnland zur Verfügung (vgl. Fingrid 2009). Allerdings musste AREVA seit August 2005 bereits sieben Mal Verzögerungen bekanntgeben, so dass nach heutigem Stand die Inbetriebnahme frühestens im Jahr 2013 erfolgen kann. Da AREVA mehrheitlich dem französischen Staat gehört, ist es angesichts europäischer Wettbewerbsregeln eine spannende Frage, wer die bereits feststehenden Mehrkosten in Höhe von mindestens 2,3 Milliarden Euro übernimmt.

In Frankreich sind 58 Reaktoren im Betrieb, die im Jahr 2008 76,2% der Stromerzeugung und 38% des Primärenergieverbrauchs abdeckten. Das französische Atomprogramm ist in erster Linie eine Reaktion auf die erste Ölpreiskrise im Jahr 1973. Es hat zu erheblichen Überkapazitäten geführt, so dass ein Teil des Atomstroms exportiert werden muss. Aufgrund des relativ geringen Alters der französischen Reaktoren ist mittelfristig kein Ausbau geplant. Der Ende 2004 vom Verwaltungsrat der Electricité de France angekündigte und im Dezember 2007 begonnene Bau eines EPR am Standort Flamanville ist eher dem Umstand geschuldet, dass – über den Prototypen in Finnland hinausgehend – für diese neue Reaktorlinie Erfahrung gesammelt und Kompetenz demonstriert werden soll.

Das erste zivile AKW wurde 1956 in Calder Hall, Cumbria, in Betrieb genommen. Ende 2008 waren in Großbritannien noch 19 Blöcke mit einer Leistung von 10.097 MW in Betrieb, die 13,5% der Stromerzeugung abdeckten. Stillgelegt sind 26 Blöcke mit insgesamt 3.324 MW. In Italien gibt es aufgrund der Volksabstimmung von 1987 keine Atomkraftwerke mehr.

3 66% der Anteile liegen bei AREVA, 34% bei Siemens. Zum Jahreswechsel 2008/09 kündigte Siemens an, sein Engagement bei AREVA NP beenden zu wollen.

4 Im Jahr 2002 waren es 7,9 TWh und im Jahr 2003 11,3 TWh.

Atomprogramme in Osteuropa

Während die installierte AKW-Leistung in den westlichen Industrieländern seit 1996 abnimmt, weil mehr Anlagen stillgelegt werden als neue ans Netz gehen, wird die Renaissance der Atomtechnik auch mit der Entwicklung in Osteuropa begründet. Doch viele der Reaktoren sowjetischer Entwicklung werden primär als Sicherheitsrisiko wahrgenommen. Nach einer Analyse der Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) wurden 25 AKWs in Ostmittel- und Osteuropa als Risikoreaktoren eingestuft, deren Sicherheitsstandards unterhalb derjenigen westlicher Länder liegen (GRS 1992). Als Referenzmodelle dienten der GRS die abgeschalteten Atomkraftwerke in der ehemaligen DDR. Nach der deutschen Vereinigung waren diese auf eine Nachrüstung überprüft und dann stillgelegt worden, weil sie entweder kaum oder nur mit zu hohen Kosten nachrüstbar gewesen wären. Zu den Hochrisikoreaktoren zählen vor allem die ersten Druckwasserreaktoren vom Typ WWER⁵ 440-230 und die RBMK⁶-Reaktoren. Die Reaktoren in Tschernobyl wurden inzwischen abgeschaltet und stillgelegt.

Im Rahmen der Beitrittsverhandlungen zur EU stand die Stilllegung der anderen Hochrisikoreaktoren auf der Tagesordnung. Bis 2009 sollten 8 Reaktorblöcke stillgelegt werden. In den neuen EU-Mitgliedsländern gibt es 31 Reaktoren; 7 wurden bereits stillgelegt, 20 Reaktorblöcke sind im Betrieb und 4 im Bau (Tab. 2).

Litauen verfügte mit dem AKW Ignalina (Leistung 2.600 MW) im Strombereich über beträchtliche Überkapazitäten.⁷ Aufgrund relativ geringer Erzeugungskosten und seines Einsatz im Grundlastbereich besitzt das Atomkraftwerk eine Schlüsselfunktion für die gesamte Region einschließlich Kaliningrad. Neben dem Atomkraftwerk wurden ein gas- und ölgefeuertes Großkraftwerk in Elektrėnai (1.800 MW), verschiedene Heizkraftwerke und zwei Wasserkraftwerke betrieben.

-
- 5 WWER ist ein sowjetischer Druckwasserreaktor. Die Baulinie WWER 440-230 mit einer Leistung von 440 MW wurde in den 1970er Jahren entwickelt und um 1980 vom WWER 1000-320 (Leistung 1.000 MW) abgelöst. Sicherheitskomponenten wie das Containment in westlichen Reaktoren sind nicht vorhanden. Deshalb mussten die Exportmodelle für Finnland nachgerüstet werden. Der WWER 440-213 ist eine tschechische Weiterentwicklung des WWER 440-230.
 - 6 Der Druckröhrenreaktor RBMK ist eine spezielle Reaktorlinie, die aus vielen kleinen Siedewasserreaktoren besteht und mit Graphit moderiert wird. Bei laufendem Betrieb können Brennelemente oder Bestrahlungselemente ausgetauscht werden. Dadurch ist eine militärische Nutzung des Reaktors möglich. Wegen dieses Proliferationsrisikos wurde dieser Reaktortyp nur in der Sowjetunion, nicht aber in den sozialistischen Bruderstaaten eingesetzt. Nach der Auflösung der Sowjetunion waren außerhalb Russlands lediglich die Reaktoren in Tschernobyl (Ukraine) und Ignalina (Litauen) in Betrieb.
 - 7 Zwei graphitmoderierte Siedewasser-Druckröhren-Reaktoren (RBMK) vom Tschernobyl-Typ mit einer Bruttoleistung von 3.000 MW (2 x 1.500 MW). Aus Sicherheitsgründen wurden die Blöcke mit reduzierter Leistung betrieben. Ignalina 1 wurde 2004 stillgelegt.

AKW	Typ	Netto-Leistung in MW	Baubeginn	Inbetrieb- nahme	Abschaltung/ Stilllegung
Bulgarien					
Kosloduj 1	WWER 440/230	408	1970	1974	2002
Kosloduj 2	WWER 440/230	408	1970	1975	2002
Kosloduj 3	WWER 440/230	408	1973	1980	2008
Kosloduj 4	WWER 440/230	408	1973	1982	2008
Kosloduj 5	WWER 1000/320	953	1980	1987	
Kosloduj 6	WWER 1000/320	953	1982	1991	
Belene 1	WWER 1000/320	953	1987		
Belene 2	WWER 1000/320	953	1987		
Litauen					
Ignalina 1	RBMK 1500	1.185	1977	1983	2004
Ignalina 2	RBMK 1500	1.185	1978	1987	2009
Rumänien					
Cernavoda 1	Candu 700	655	1979	1996	
Cernavoda 2	Candu 700	655	1980	2007	
Slowakische Republik					
Bohunice V1-1	WWER 440/230	408	1972	1978	2006
Bohunice V1-2	WWER 440/230	408	1972	1980	2008
Bohunice V2-1	WWER 440/213	408	1976	1984	
Bohunice V2-2	WWER 440/213	408	1976	1985	
Mochovce 1	WWER 440/213	388	1984	1998	
Mochovce 2	WWER 440/213	388	1984	1999	
Mochovce 3	WWER 440/213		1985		
Mochovce 4	WWER 440/213		1985		
Slowenien					
Krsko	DWR 640	676	1974	1983	
Tschechische Republik					
Dukovany 1	WWER 440/213	412	1978	1985	
Dukovany 2	WWER 440/213	412	1978	1986	
Dukovany 3	WWER 440/213	412	1978	1986	
Dukovany 4	WWER 440/213	412	1978	1987	
Temelin 1	WWER 1000/320	921	1983	2000	
Temelin 2	WWER 1000/320	921	1983	2003	
Ungarn					
Paks 1	WWER 440/213	437	1974	1982	
Paks 2	WWER 440/213	441	1974	1984	
Paks 3	WWER 440/213	433	1979	1986	
Paks 4	WWER 440/213	444	1979	1987	

Tab. 2: Atomkraftwerke in Ostmittel- und Südosteuropa. (Quelle: IAEA, PRIS)

Im Oktober 2002 verabschiedete der Seimas, das litauische Parlament, eine neue Energiestrategie. Danach sollten Block 1 des AKW Ignalina 2005 und Block 2 2009 stillgelegt werden. Das Parlament bestätigte damit die Energiepolitik der Regierung, die zuvor die vorzeitige Stilllegung von Ignalina beschlossen und so Litauen den Weg in die EU zum Mai 2004 geebnet hatte. Ignalina-1 wurde am 31. Dezember 2004 abgeschaltet. Die Abschaltung des zweiten Blocks ist an die Voraussetzung geknüpft, dass die EU ausreichende Finanzierungshilfen bereitstellt.⁸ Um die Abhängigkeit von Russland zu verringern und die Energieversorgung zu sichern, planen die baltischen Staaten und Polen eine Kooperation für ein neues AKW am Standort Ignalina (vgl. Urban 2009).

Die EU wollte auch die Risikoreaktoren in Bulgarien und der Slowakei stilllegen. Im November 1999 kündigte die bulgarische Regierung die Abschaltung der Blöcke 1 und 2 von Kosloduj vor dem Jahr 2003 und der Blöcke 3 und 4 vor 2008 und 2010 an. Im Dezember 2002 wurden Block 1 und 2 stillgelegt. Die Blöcke 3 und 4 folgten 2008.

Bohunice in der Slowakei war das erste AKW, das in Osteuropa außerhalb der UdSSR in Betrieb genommen wurde. Der Baubeginn des A-1-Reaktors war 1958. Es handelte sich um einen gasgekühlten Schwerwasserreaktor. Der kommerzielle Betrieb begann 1972, aber der Reaktor musste nach einer Teilschmelze des Reaktorkerns bereits 1977 wieder geschlossen werden. In den 1990er Jahren begann der Abriss des Reaktors, die Kosten werden auf 270 Millionen Euro geschätzt. Am selben Standort wurden ab 1972 vier weitere AKW-Blöcke gebaut und in den Jahren 1978 bis 1985 in Betrieb genommen. Es handelt sich um jeweils zwei Doppelblöcke vom Typ WWER 440-230 Bohunice V1 und WWER 440-213 Bohunice V2. 1985, also vor der Katastrophe in Tschernobyl, wurde der Bau von zwei weiteren WWER-440-213-Blöcken in Mochovce begonnen, die jedoch erst 1998 und 1999 in Betrieb genommen wurden. Die Bundesregierung hatte der Firma Siemens für den Fertigbau von Mochovce eine Hermes-Bürgschaft in Höhe von 109 Millionen D-Mark (55,73 Mio. Euro) unter der Voraussetzung bewilligt, dass Bohunice V1 im Jahr 2000 stillgelegt wird. Schon vor Aufnahme der Beitrittsverhandlungen wollte die Slowakei das zugesagte Abschaltdatum nicht mehr einhalten. Schließlich wurde mit der Slowakei vereinbart, dass Block 1 von Bohunice V1 im Jahr 2006 und Block 2 im Jahr 2008 stillgelegt werden.

Im Februar 2005 übernahm der italienische Stromkonzern ENEL für 840 Millionen Euro 66% der Anteile von Slovenske Elektrarne (SE). ENEL will 1,88 Milliarden Euro in den Ausbau der Kraftwerksleistung von SE investieren. Davon entfallen 1,6 Milliarden Euro auf die Fertigstellung von Mochovce 3 und 4 (vgl. Di Nucci 2009: 296).

8 Ignalina 2 wurde am 31. Dezember 2009 wie geplant stillgelegt.

Finanzierung der Abschaltung von Risikoreaktoren

Nach der Katastrophe in Tschernobyl wurde sich die internationale Gemeinschaft der schwerwiegenden Sicherheitsmängel sowjetischer AKWs, insbesondere jener der älteren Generation, bewusst und prompt von den Betreiberländern zur Kasse gebeten. Die Finanzierung der Stilllegung und Abwicklung der Atomkraftwerke in Osteuropa ist eine Schlüsselfrage für die künftige Rolle der Atomenergie in diesen Ländern, denn Mittel für die Nachrüstung bzw. Rückstellungen für die Entsorgung der AKWs waren bei den staatlichen Betreibergesellschaften in der Regel nicht vorhanden. Deshalb beschlossen die Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (European Bank for Reconstruction and Development – EBRD) und deren Geberländer zunächst zwei Fonds, die von der EBRD verwaltet werden: 1993 wurde der Nuclear Safety Fonds (NSA) mit 280,5 Millionen Euro und 1997 beim G7-Gipfel der Chernobyl Shelter Fonds (CSF) mit 300 Millionen US-Dollar gegründet. Derzeit administriert die EBRD sechs Atom-Fonds mit insgesamt nahezu 2 Milliarden Euro (vgl. EBRD 2009).

Nachdem die EU-Kommission in ihrem Fahrplan für die EU-Erweiterung, der Agenda 2000, gefordert hatte, die Reaktoren der ersten Generation abzuschalten und die übrigen AKWs nachzurüsten, sind die Restlaufzeiten in den Beitrittsverhandlungen um durchschnittlich fünf Jahre verlängert worden (vgl. Froggatt 2004). Die Kosten, um einen AKW-Block stillzulegen, werden auf 200 Millionen bis eine Milliarde Euro geschätzt.

Im Juni 2000 wurde die EBRD damit beauftragt, drei weitere internationale Fonds (International Decommissioning Support Fonds – IDSF) zu verwalten, aus deren Mitteln die Stilllegung der Atomreaktoren in den Beitrittsländern unterstützt wird. Dazu gehört auch die Förderung von alternativen Energiequellen und Technologien, um die Abschaltung der AKWs zu ermöglichen und die soziale Folgen des Atomausstiegs abzufedern. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Mittel, die bisher von der Europäischen Kommission und den Geberländern für diesen Zweck bewilligt wurden.

Fonds	Reaktoren	Land	Stilllegungsfonds in Mio. €	EU-Beitrag in Mio. €
Ignalina IDSF	Ignalina 1-2	Litauen	334,0	206,5
Kosloduj IDSF	Kosloduj 1-4	Bulgarien	171,7	155,0
Bohunice IDSF	Bohunice V1	Slowakei	134,0	400,0

Tab. 3: EBRD-IDSF-Fonds zur Stilllegung von Atomkraftwerken. (Quelle: EBRD 2009; eigene Ermittlungen)

Als erster Fonds wurde im April 2001 der Ignalina IDSF geschaffen. Von 16 Gebern hat die EU den größten Beitrag eingezahlt. Bislang hat die EU 425 Millionen Euro in Aussicht gestellt. Die Stilllegungskosten werden auf 3

Milliarden Euro geschätzt; in den vergangenen zehn Jahren wurden von Litauen 250 Millionen Euro in die Verbesserung der Anlagensicherheit investiert. Im Jahr 2002 wurden bereits zwei Großprojekte begonnen: ein Zwischenlager für abgebrannte Kernbrennelemente und ein Heizwerk in Visaginas.

Der Kosloduj IDSF entstand im Juni 2001, elf Geberländer sind beteiligt. Die EU sagte 211 Millionen Euro Hilfe für die Stilllegung von Kosloduj und ein Energieeffizienzprogramm zu. Die ersten beiden Blöcke wurden 2002 abgeschaltet, die Blöcke 3 und 4 folgten 2008. Außer der Stilllegung finanziert der Fonds Demonstrationsanlagen zur Modernisierung der Energieversorgung und des Energieverbrauchs. Im April 2000 gewährte die EU-Kommission Bulgarien ein Darlehen von 212,5 Millionen Euro zur Ertüchtigung der zwei WWER-1000-MW-Blöcke Kosloduj 5 und 6. Das Euratom-Darlehen ist Teil des Gesamtprojekts in Höhe von 540 Millionen Euro.

Im November 2001 wurde schließlich Bohunice IDSF gegründet, an dem neun Geberländer beteiligt sind. Die EU hatte zunächst 156 Millionen Euro für die Stilllegung von Bohunice V1 angeboten. Das Projekt sieht auch den Bau einer Gas-und-Dampf-Anlage vor, die nach der Abschaltung von Bohunice V1 die Stromproduktion ausgleichen soll. Im November 2005 beschloss das Europäische Parlament, für 2007 bis 2013 400 Millionen Euro aus dem EU-Haushalt zur Verfügung zu stellen, um den Rückbau des AKW Bohunice V1 zu finanzieren. Die Parlamentarier gingen damit weit über den Ansatz der Kommission hinaus, die 237 Millionen Euro vorgesehen hatten.

Atomprogramme in Ostmitteleuropa

In vier weiteren EU-Mitgliedsstaaten, in der Tschechischen Republik, Ungarn, Rumänien und Slowenien, sind zwölf Atomkraftwerke am Netz und ein Block im Bau. In der Tschechischen Republik werden derzeit vier AKWs vom Typ WWER 440-213 (4 x 440 MW) in Dukovany betrieben (vgl. Weichsel 2004). Außerdem gibt es zwei Reaktoren vom Typ WWER 1000-320 (2 x 1.000 MW) in Temelín. Die Stromerzeugung in Temelín dient vor allem dem Export. In Österreich und Deutschland regte sich wachsender Widerstand gegen den Betrieb von Temelín. In der sogenannten Melk-Vereinbarung mit der EU verpflichtet sich die Tschechische Republik, besondere Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen. Im Zuge der Privatisierung der tschechischen Stromwirtschaft suchte die Regierung Käufer für den staatseigenen Stromkonzern ČEZ. Aber der Verkauf einschließlich der Atomkraftwerke scheiterte. Seit 2003 wird ein anderes Konzept verfolgt, die vertikale Konzentration von ČEZ – Integration von fünf Regionalversorgern – und der Ausbau des Unternehmens für den Wettbewerb auf dem europäischen Strommarkt. Seitdem versuchte ČEZ, in Bulgarien, Rumänien, Polen und in der Slowakei Fuß zu fassen.

In Ungarn werden in Paks, südlich von Budapest, vier WWER-440-213-Reaktoren betrieben. Ihr Bau begann zwischen 1974 und 1979, zwischen 1983 und 1987 wurden sie fertiggestellt. Eigentümer ist der ungarische Staat über das