

Thränert, Oliver

**Research Report**

## Von "Atomen für den Frieden" zu Atomen für den Krieg? Die Zukunft der Kernenergie und die Gefahren der nuklearen Proliferation

SWP-Studie, No. S 15/2010

**Provided in Cooperation with:**

Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP), German Institute for International and Security Affairs, Berlin

*Suggested Citation:* Thränert, Oliver (2010) : Von "Atomen für den Frieden" zu Atomen für den Krieg? Die Zukunft der Kernenergie und die Gefahren der nuklearen Proliferation, SWP-Studie, No. S 15/2010, Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP), Berlin

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/252743>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

## **SWP-Studie**

Stiftung Wissenschaft und Politik  
Deutsches Institut für Internationale  
Politik und Sicherheit

*Oliver Thränert*

# **Von »Atomen für den Frieden« zu Atomen für den Krieg?**

Die Zukunft der Kernenergie und die Gefahren  
der nuklearen Proliferation

S 15  
Juni 2010  
Berlin

**Alle Rechte vorbehalten.**

Abdruck oder vergleichbare Verwendung von Arbeiten der Stiftung Wissenschaft und Politik ist auch in Auszügen nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung gestattet.

SWP-Studien unterliegen einem Begutachtungsverfahren durch Fachkolleginnen und -kollegen und durch die Institutsleitung (*peer review*). Sie geben ausschließlich die persönliche Auffassung der Autoren und Autorinnen wieder.

© Stiftung Wissenschaft und Politik, 2010

**SWP**

Stiftung Wissenschaft und Politik  
Deutsches Institut für  
Internationale Politik und  
Sicherheit

Ludwigkirchplatz 3-4  
10719 Berlin  
Telefon +49 30 880 07-0  
Fax +49 30 880 07-100  
[www.swp-berlin.org](http://www.swp-berlin.org)  
[swp@swp-berlin.org](mailto:swp@swp-berlin.org)

ISSN 1611-6372

# Inhalt

- 5 **Problemstellung und Empfehlungen**
- 7 **Eine Renaissance der Kernenergie?**
- 7 Enthusiasten und Skeptiker
- 8 Nukleare Neulinge
- 9 Interessen der Anbieter
- 9 Komplexe Voraussetzungen
- 11 **Gefahren des militärischen Missbrauchs**
- 11 Nah und doch fern – von der friedlichen zur militärischen Nutzung des Atoms
- 12 Proliferationsgefahr bei verschiedenen Reaktortypen
- 14 Die beiden Enden des Brennstoffkreislaufs: Urananreicherung und Wiederaufbereitung
- 15 Wie groß ist die Gefahr des militärischen Missbrauchs?
- 16 **Wo könnten aus friedlichen Atomprojekten militärische Programme entstehen?**
- 16 Naher und Mittlerer Osten
- 19 Lateinamerika
- 19 Asien
- 21 **Wie kann verhindert werden, dass aus zivilen Atomprogrammen militärische werden?**
- 21 Erweiterte Abschreckung
- 23 Verifikation
- 24 Technologieverzicht
- 25 Proliferationsresistente Reaktoren
- 27 Die Zukunft des Brennstoffkreislaufs
- 28 Exportkontrollen
- 30 **Mit dem friedlichen Atom leben – die Ausbreitung der militärischen Nutzung verhindern**
- 31 **Abkürzungen**
- 31 **Literaturhinweise**

*Dr. Oliver Thränert ist Senior Fellow der SWP-Forschungsgruppe Sicherheitspolitik.*

**Von »Atomen für den Frieden« zu Atomen  
für den Krieg?  
Die Zukunft der Kernenergie und die Gefahren  
der nuklearen Proliferation**

Die friedliche Nutzung der Kernenergie scheint international unaufhaltsam auf dem Vormarsch. Jüngstes Indiz dafür ist, dass nun auch die USA, wo seit 1979 kein neues Kernkraftwerk mehr gebaut wurde, diese Technologie wiederbeleben und sechs bis neun Atommeiler errichten wollen. Dies kündigte US-Präsident Barack Obama in seiner Rede zur Lage der Nation im Februar 2010 an. Washington folgt damit einem Trend, den vor allem China, aber auch Russland, Indien und Südkorea vorgeben. Triebkräfte sind ein stetig steigender globaler Energiebedarf, das Bedürfnis vieler Staaten nach Energiesicherheit, die notwendigen Emissionsbeschränkungen im Zeichen des Klimawandels sowie instabile Preise für Öl und Gas. Ob diese Faktoren dazu beitragen werden, dass der Anteil der Kernenergie an der globalen Stromerzeugung tatsächlich gesteigert wird, ist allerdings fraglich. Kernenergiekritiker sind jedenfalls der Auffassung, die Nuklearindustrie sei gar nicht in der Lage, Atomkraftwerke im dafür erforderlichen Umfang zu bauen. Zudem seien wichtige Probleme wie die Endlagerung nuklearen Abfalls nach wie vor ungelöst.

Unbestritten ist jedoch, dass immer mehr Länder, die bislang keine Erfahrung mit der industriellen Nutzung der Kernenergie haben, entsprechendes Interesse anmelden. Aufhorchen ließ unlängst die Nachricht, dass die Vereinigten Arabischen Emirate bis zum Jahr 2017 vier Kernkraftwerke fertigstellen wollen. Ähnliche Pläne verfolgt etwa auch Vietnam. Und eine ganze Reihe von Staaten, darunter solche aus Europas Nachbarregion des Nahen und Mittleren Ostens – wie die Türkei, Ägypten oder Algerien –, wollen alte Pläne wiederbeleben und den Einstieg in die Kernenergie wagen.

Gerade diese Entwicklung im Mittelmeerraum gibt vielen Beobachtern Anlass zur Sorge – vermuten sie doch, dass mehr dahinter steckt als nur wirtschaftliche Überlegungen. Gemutmaßt wird, die betreffenden Länder wollten sich angesichts der möglichen Bedrohung durch eine iranische Bombe ebenfalls eine Atomwaffen-Option verschaffen, indem sie ein zunächst ziviles Nuklearprogramm auf den Weg bringen. Damit würden diese Länder dem Beispiel folgen,

das Teheran selbst vorgegeben hat. Iran scheint im Begriff, sein als friedlich bezeichnetes Atomprogramm für den Aufbau militärischer Nuklearfähigkeiten zu verwenden.

Tatsächlich lagen die friedliche und die militärische Nutzung des Atoms von Beginn an nahe beieinander. Heute stellt sich daher die Frage, wie groß die Gefahr ist, dass die von einigen als »Renaissance der Kernenergie« charakterisierte Entwicklung in eine zunehmende Weiterverbreitung von Kernwaffen mündet. Vor diesem Hintergrund behandelt die vorliegende Studie folgende zentrale Fragen:

- ▶ Welche Perspektiven hat die friedliche Nutzung der Kernenergie?
- ▶ Welche Gefahren der militärischen Zweckentfremdung sind damit verknüpft?
- ▶ Welche Lösungswege gibt es, um bei der friedlichen Nutzung des Atoms den Bau von Atomwaffen auszuschließen zu können?

Folgende Ergebnisse der Studie sind festzuhalten:

- ▶ Ob es wirklich zu einer »Renaissance der Kernenergie« kommt – in dem Sinne, dass der atomare Anteil an der globalen Stromproduktion steigt –, ist zweifelhaft. Dagegen spricht vor allem, dass die Kapazitäten der Atomindustrie nach dem Reaktorunglück von Tschernobyl 1986 stark heruntergefahren worden sind. Doch Staaten wie Russland, China, Indien und Südkorea bleiben in jedem Fall entschlossen, eine große Zahl an Kraftwerken zu bauen. Abzuwarten bleibt indes, ob die vielen Neuinteressenten an der Nuklearenergie in der Lage sein werden, die vielfältigen Probleme auf dem Weg zur friedlichen Nutzung des Atoms zu bewältigen. Denn Kernenergie ist und bleibt ein in vielerlei Hinsicht mit Risiken behaftetes Unterfangen. Dennoch dürfte die Anzahl der Atomenergienutzer in den kommenden Jahren zunehmen.
- ▶ Gefahren des militärischen Missbrauchs der friedlichen Nutzung des Atoms ergeben sich vor allem an den beiden Enden des Brennstoffkreislaufs, also bei der Urananreicherung und der Wiederaufbereitung. Darüber hinaus würde es Proliferationsrisiken mit sich bringen, sollten (was derzeit allerdings nicht absehbar ist) verstärkt Schnelle Brüter eingesetzt werden – bedeuten diese doch den Einstieg in die Plutoniumwirtschaft. Weniger problematisch ist der Betrieb der üblichen Leichtwasserreaktoren, auch wenn nicht ausgeschlossen werden kann, dass aus ihren Brennstäben Plutonium für Waffenzwecke entnommen wird. Schwerwasser-

reaktoren dagegen sind leichter für militärische Projekte verwendbar.

- ▶ Wie die hier untersuchten Länderbeispiele zeigen, bleibt der Einstieg in die Kernenergie für viele Aspiranten problematisch. Viele von ihnen werden noch mehrere Jahre benötigen, bis ihnen die friedliche Nutzung des Atoms gelingt, und es ist auch nicht auszuschließen, dass entsprechende Projekte scheitern werden.
- ▶ Dennoch besteht die Möglichkeit, dass nukleare Neueinsteiger zivile Atomprogramme initiieren und später für militärische Zwecke nutzen – vor allem dann, wenn es nicht gelingen sollte, Iran auf dem Weg zur Bombe zu stoppen. Sollte sich dies mit diplomatischen Mitteln als unmöglich erweisen, müssten Strategien einer erweiterten Abschreckung entwickelt werden, um Irans Nachbarn das Motiv für eine eigene Kernwaffenentwicklung zu nehmen. Dabei dürften defensiv ausgerichtete Optionen wie die Raketenabwehr in den Vordergrund rücken. Darüber hinaus sind technische Lösungen wie die Entwicklung proliferationsresistenter Reaktoren weiterzuverfolgen. Politisch bedeutsamer ist die Stärkung des nuklearen Nichtverbreitungsregimes. Die Tatsache, dass die Überprüfungskonferenz des Nuklearen Nichtverbreitungsvertrages im Mai 2010 mit gemeinsamen Aktionsplänen beendet werden konnte, eröffnet dafür die Möglichkeit. Im Vordergrund stehen hier die Verbesserung der Verifikation und die Multinationalisierung des Brennstoffkreislaufs. Relevant bleibt auch das Anliegen, Exportkontrollen zu fördern und effizienter umzusetzen.

## Eine Renaissance der Kernenergie?

Mit Stand von Dezember 2009 waren weltweit 437 nukleare Leistungsreaktoren in 30 Ländern in Betrieb.<sup>1</sup> Dies sind sieben Kernkraftwerke weniger als zum Zeitpunkt des historischen Höchststandes von 444 Atommeilern im Jahr 2002. Zehn oder mehr Kernkraftwerke betreiben die USA (104), Frankreich (59), Japan (53), Russland (31), Südkorea (20), Großbritannien (19), Kanada (18), Indien (18), Deutschland (17), die Ukraine (15), China (11) und Schweden (10). Auf die Schwellen- und Entwicklungsländer entfallen – sieht man einmal von China und Indien ab – nur wenige Prozent der globalen Stromerzeugung aus Kernkraftwerken.

### Enthusiasten und Skeptiker

Nachdem seit Anfang der neunziger Jahre die Zahl der in Betrieb befindlichen nuklearen Einheiten ungefähr konstant geblieben ist – diverse ältere Kraftwerke wurden durch neue ersetzt –, erwarten manche Experten wie auch die Internationale Atomenergieorganisation (IAEO) für die kommenden Dekaden einen drastischen Zuwachs der Kernenergienutzung. Vertreter der These einer »Renaissance der Kernenergie« gehen von einer Verdopplung oder gar Verdreifachung der nuklearen Kapazitäten bis zum Jahr 2050 aus. Sie begründen ihre Prognose mit dem stetig wachsenden globalen Energiebedarf sowie den volatilen Öl- und Gaspreisen – Faktoren, die viele Regierungen nach mehr Sicherheit und Unabhängigkeit bei der Energieversorgung streben ließen. Außerdem steige wegen der Herausforderungen durch den Klimawandel die Attraktivität sauberer Energieformen, zu denen die Atomkraft aufgrund ihres zu vernachlässigenden Emissionsausstoßes gehöre.<sup>2</sup>

Andere Experten bezweifeln, dass die Kernenergie an Bedeutung gewinnen wird. So sei es unwahrscheinlich, dass die im Bau befindlichen Kraftwerke die

demnächst abzuschaltenden Anlagen ersetzen könnten; es sei denn, Laufzeitverlängerungen auf mehr als vierzig Jahre würden zur Regel.<sup>3</sup> Dass es darüber hinaus zu einem kräftigen Ausbau der weltweiten Atomkraftnutzung kommen werde, sei erst recht unwahrscheinlich. Tatsächlich haben die nuklearen Lieferländer ihre Kapazitäten in den neunziger Jahren – als Folge der Tschernobyl-Katastrophe – heruntergefahren. Daher fehlt es heute oft an Technikern und Ingenieuren. Das Gros des entsprechenden Personals wurde noch in den siebziger Jahren ausgebildet und erreicht derzeit nach und nach die Ruhestandsgrenze. Da auch in Ländern mit einer hohen Atomkraftwerkdichte, wie etwa Frankreich, jahrelang keine neuen Anlagen in Betrieb genommen wurden, hat das Interesse an kerntechnischen Studiengängen gelitten.<sup>4</sup> Außerdem gibt es immer weniger Firmen, die praktische Erfahrungen mit dem Bau von Kernkraftwerken haben. Wichtige Bauteile werden nur von wenigen Unternehmen angeboten. So sind die atomtauglichen großen Rundschmiedestücke, die man für Reaktor-druckbehälter des neuen europäischen EPR-Reaktortyps benötigt, nur begrenzt verfügbar, da sie momentan weltweit ausschließlich von einem japanischen Hersteller gefertigt werden.

Auch hat sich das wirtschaftliche Umfeld für die Atomindustrie in den vergangenen Jahren stark verändert. Parallel zu Neubauprojekten müssen Kosten für die nukleare Abfallentsorgung und für Stilllegungen bewältigt werden. Die Branche konkurriert überdies mit einem modernisierten Gas- und Kohlesektor sowie zusätzlichen Wettbewerbern im Bereich der erneuerbaren Energien. Gleichzeitig bestehen zwei Probleme fort, welche die Atomindustrie von Anfang an begleitet haben. Zum einen ist der Endverbleib nuklearen Abfalls noch immer nicht geregelt. Zum anderen bleibt die Öffentlichkeit in vielen Ländern, deren Regierungen momentan Nuklearprojekte erwägen, der Atomkraft gegenüber kritisch eingestellt.

1 Vgl. die Zahlen in: »Informationen zur friedlichen Nutzung der Kernenergie«, <[www.kernenergie.de/kernenergie/Themen/Kernkraftwerke/Kernkraftwerke\\_weltweit/](http://www.kernenergie.de/kernenergie/Themen/Kernkraftwerke/Kernkraftwerke_weltweit/)> (diese und alle folgenden Internet-Adressen zuletzt am 1.6.2010 aufgerufen).

2 Dazu als einschlägige Quelle: International Atomic Energy Agency, *Climate Change and Nuclear Power 2008*, Wien 2009.

3 Die derzeit in Betrieb befindlichen Leistungsreaktoren haben eine Laufzeit von durchschnittlich 25 Jahren; die stillgelegten Reaktoren sind im Schnitt 22 Jahre lang am Netz gewesen.

4 Vgl. Jeanne Rubner, »Frankreich sucht den Nuklear-Ingenieur«, in: *Süddeutsche Zeitung*, 17.11.2009, S. 8.



Entgegen den Vermutungen der Kernenergie-Enthusiasten erwarten die Skeptiker daher, dass die Anzahl der weltweit betriebenen Atomkraftwerke von Jahr zu Jahr schrumpfen wird. Der atomare Anteil an der globalen Stromerzeugung werde bis 2030 von derzeit 15 auf 10 Prozent abnehmen.<sup>5</sup>

Nicht alle Argumente dieser Seite überzeugen. So könnte verstärkt Personal ausgebildet und die entsprechende Zulieferindustrie wieder aufgebaut werden. Vor allem aber gelten viele Einwände der Atomskptiker zwar für die westlichen Kernkraftwerksbetreiber und Lieferanten, weniger jedoch für Staaten wie Russland, China oder Südkorea. Dort ist die nukleare Expertise nicht in gleichem Maße verlorengegangen wie in westlichen Ländern. Auch der bremsende Einfluss der Öffentlichkeit ist sehr viel geringer. Ein modernisierter Gas- und Kohlesektor oder alternative Energien sind weniger bedeutsam, und Fragen des Endverbleibs nuklearen Abfalls werden nicht so in den Vordergrund gerückt. Diese Länder sehen in der Atomkraft ein wichtiges Element ihrer künftigen Energiesicherheit. Vor allem aber beabsichtigen sie, zivile Nukleartechnik auch zu einem Exportschlager zu machen. Dies wurde unlängst deutlich, als ein südkoreanisch geführtes Konsortium die Ausschreibung für den Bau von vier Atomkraftwerken in den Vereinigten Arabischen Emiraten (VAE) gewann.

## Nukleare Neulinge

Unabhängig davon, ob es tatsächlich eine globale »Renaissance der Kernenergie« geben wird, stellt sich unter dem Aspekt der möglichen nuklearen Proliferationsgefahren die Frage, wie viele Staaten in den kommenden Jahren mit der friedlichen Nutzung des Atoms beginnen werden. Die IAEA geht von bis zu 20 neuen kommerziellen Kernenergienutzern bis 2030 aus. Allein zwischen 2006 und 2008 erreichten die Wiener Behörde Anfragen von 43 Staaten – darunter vielen Entwicklungsländern – zu technischen Kooperationswünschen (die sich jedoch nicht alle notwendigerweise auf den Bau von Atomkraftwerken bezogen).<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Vgl. Sharon Squassoni, *Nuclear Energy. Rebirth or Resuscitation?*, Washington, D.C.: Carnegie Endowment for International Peace, 2009. Ebenfalls sehr kritisch zu den Perspektiven der Kernenergie: Mycle Scheider/Steve Thomas/Antony Froggatt/Doug Koplow, *Der Welt-Statusreport Atomindustrie 2009 im Auftrag des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit*, Paris/Berlin 2009.

<sup>6</sup> Vgl. IAEA, *Climate Change and Nuclear Power* [wie Fn. 2].

Aus Sicht der nuklearen Interessenten spricht eine ganze Reihe von Gründen für einen Neueinstieg in die industrielle Nutzung des Atoms. An erster Stelle steht dabei der voraussichtlich weiter wachsende Energiebedarf. In den Staaten des Golfkooperationsrates wird etwa mit einem jährlichen Anstieg um 10 Prozent bis 2015 gerechnet. Diese öl- oder gasreichen Länder wollen sich zudem schon heute auf die Zeit nach dem Öl vorbereiten. Sie nutzen die ihnen aus dem Öl- und Gasverkauf zur Verfügung stehenden Mittel für Investitionen, die zum Kernkraftwerksbau erforderlich sind.<sup>7</sup> Staaten mit weniger großen Vorkommen an fossilen Brennstoffen wollen so viel wie möglich davon auf dem internationalen Markt veräußern, weshalb der heimische Energiebedarf zunehmend aus anderen Quellen, wie der Atomkraft, gespeist werden soll. Länder mit wenigen bzw. keinen eigenen Öl- oder Gasreserven möchten sich von Energieimporten unabhängiger machen. Daneben verfügen einige Länder beispielsweise in Afrika über nennenswerte Uranvorkommen, die sie in zivilen Kernenergieprogrammen selbst ausnutzen und nicht den Industriestaaten zur Verfügung stellen wollen. Darüber hinaus könnte etwa in der Region des Nahen und Mittleren Ostens aufgrund der zunehmenden Wasserknappheit die Meerwasserentsalzung an Bedeutung gewinnen. Entsprechende Anlagen benötigen sehr viel Energie, die von Kernreaktoren geliefert werden könnte. Schließlich darf das Prestige nicht vernachlässigt werden, das in den Augen vieler nuklearer Aspiranten mit der friedlichen Nutzung des Atoms verbunden ist. Damit gehört man nicht nur einem exklusiven Klub fortgeschrittener Staaten an – von solchen Projekten ist auch eine stimulierende Wirkung für die eigene Wirtschaft zu erwarten.<sup>8</sup>

Neben diesen ökonomischen Motiven unterstellen internationale Beobachter den Neuinteressenten teilweise aber auch militärische Absichten. Dies gilt besonders für den Nahen und Mittleren Osten. Angesichts des iranischen Atomprogramms und einer

<sup>7</sup> Vgl. International Institute for Strategic Studies (IISS), *UAE Leads Gulf Nuclear-Power Plans*, London, Februar 2010 (IISS Strategic Comments, 16/7), <[www.iiss.org/EasysiteWeb/getresource.axd?AssetID=36699](http://www.iiss.org/EasysiteWeb/getresource.axd?AssetID=36699)>.

<sup>8</sup> Vgl. Oliver Thränert, *The New Appeal of Nuclear Energy and the Dangers of Proliferation*, Zürich: Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich, Juli 2009 (CSS Analysis in Security Policy Nr. 57); Igor Khripunov, »Africa's Pursuit of Nuclear Power«, in: *The Bulletin of the Atomic Scientists*, 28.11.2007, <[www.thebulletin.org/web-edition/features/africas-pursuit-of-nuclear-power](http://www.thebulletin.org/web-edition/features/africas-pursuit-of-nuclear-power)>.

daraus möglicherweise resultierenden Bedrohung gehe es den Nachbarstaaten – so wird gergewöhnt – um die Entwicklung einer eigenen Option für die Bombe. Dies könnte einen nuklearen Rüstungswettlauf in der Region auslösen.<sup>9</sup>

## Interessen der Anbieter

Doch nicht nur auf der Nachfrageseite wirken vielfache Interessen. Auch die Exporteure von Atomkraftwerken wollen neue Kunden gewinnen. Kernenergie ist ein umkämpfter Markt weniger Anbieter. Dazu gehören die französische AREVA, die amerikanische Firma Westinghouse, die zu 67 Prozent zum Toshiba-Konzern gehört, die japanischen Unternehmen General Electric-Hitachi und Mitsubishi, der russische Reaktorhersteller Atomstroyexport bzw. Rosatom sowie der kanadische Reaktorbauer AECL. Hinzu kommt das koreanisch geführte Konsortium KEPCO (unter Beteiligung von Westinghouse), das den Zuschlag für die Lieferung von vier Atomkraftwerken an die Vereinigten Arabischen Emirate zum Preis von 20 Milliarden US-Dollar bis 2017 erhalten hat.<sup>10</sup> Künftig dürften auch chinesische und indische Anbieter auf den Markt drängen. China verbirgt die Absicht nicht, seine Atomindustrie mittelfristig zu einem weiteren Titanen im potentiell lukrativen Kernenergiegeschäft aufzubauen.

Konzerne orientieren sich vornehmlich an Gewinninteressen. Daher bevorzugen sie Kunden, die bereits Erfahrungen mit der friedlichen Nutzung der Kernenergie gemacht haben und über eine entsprechende Infrastruktur verfügen. Einigen Regierungen geht es aber auch um geopolitische Einflussnahme. Nicht zuletzt aus diesem Grund bietet Frankreich in Nordafrika und dem Nahen und Mittleren Osten Kernenergie an, zumal es sich bei den Abnehmerländern oftmals um ehemalige französische Kolonien handelt.<sup>11</sup> China ist interessiert an der Ausbeutung afrikanischer Bodenschätze, darunter Natur-Uran, aber auch der dortigen Öl- und Gasreserven. Im Gegenzug will Peking kleinere Atomreaktoren für den Export anbieten.

<sup>9</sup> Vgl. Joe Cirincione, »Chain Reaction«, in: *Foreign Policy*, (Mai 2009), <[www.ploughshares.org/news-analysis/blog/chain-reaction-how-us-uae-nuclear-deal-could-set-middle-east-arms-race](http://www.ploughshares.org/news-analysis/blog/chain-reaction-how-us-uae-nuclear-deal-could-set-middle-east-arms-race)>.

<sup>10</sup> Vgl. Margaret Coker, »Korean Team to Build U.A.E. Nuclear Plants«, in: *The Wall Street Journal*, 28.12.2009, S. 6.

<sup>11</sup> Vg. Katrin Bennhold, »Sarkozy Wants Everyone to Have Nuclear Power – French Nuclear Power«, in: *International Herald Tribune*, 16.11.2007, S. 3.

## Komplexe Voraussetzungen

Wer neu in die friedliche Nutzung der Kernenergie einsteigen möchte, steht jedoch vor großen Herausforderungen. Um diese bewältigen zu können, bedarf es generell einer starken und auch – etwa im Falle öffentlichen Widerstands – über längere Zeit belastbaren Regierungsunterstützung sowie eines möglichst breiten gesellschaftlichen Konsenses zugunsten der Kernenergie. Dies setzt eine gewisse politische Stabilität des betreffenden Landes voraus.

Ferner gilt es, die notwendigen finanziellen Mittel verfügbar zu machen. Die Kosten für ein Atomkraftwerk mit einer Leistung von etwa 1000 MW können sich auf 5 Milliarden Dollar belaufen. Häufig werden die ursprünglich veranschlagten Baukosten deutlich überschritten, da die hohe technische Komplexität solcher Anlagen leicht zu Verzögerungen führen kann. Die sogenannte »Leadtime«, also der Zeitraum zwischen Bauplanung bzw. -entscheidung und kommerzieller Inbetriebnahme, beträgt für ein Atomkraftwerk mehr als zehn Jahre.<sup>12</sup>

Zudem besteht beim Bau eines nuklearen Leistungsreaktors immer die Gefahr einer großen Fehlinvestition. Denn während der Betriebsphase müssen die relativ geringen Laufzeitkosten eines Kernkraftwerks die hohen Anfangsinvestitionen wieder auffangen. Dabei ist stets das Risiko in Erwägung zu ziehen, dass der Betrieb wegen Störfällen unterbrochen oder sogar beendet werden muss.<sup>13</sup>

Derzeit wirkt die weltweite Wirtschafts- und Finanzkrise in manchen Fällen hemmend auf nukleare Vorhaben. Weil der allgemeine ökonomische Rückgang den Energiebedarf sinken lässt, sind Investitionen in die Energieinfrastruktur weniger attraktiv, zumal die Öl- und Gaspreise ihren Höchststand bis auf weiteres wieder verlassen haben. Finanzierungsschwierigkeiten dürften bewirken, dass Atomprojekte aufgeschoben werden. Wie der bereits erwähnte Fall der Vereinigten Arabischen Emirate zeigt, die Anfang 2010 vier Kernkraftwerke geordert haben, steht die internationale Krise aber nicht überall den nuklearen Ambitionen im Wege. Auch ein Land wie Saudi-Arabien wird keine Finanzierungsschwierigkeiten haben. Wohl aber dürfte die Finanzkrise die Atompläne in Ägypten,

<sup>12</sup> Vgl. Lutz Mez/Mykle Schneider, »Der Mythos der Wiedergeburt«, in: *Osteuropa*, 58 (2008) 4–5, S. 315–327.

<sup>13</sup> Nuclear Energy Agency of the OECD (NEA), *The Financing of Nuclear Power Plants*, 2009 (NEA Nr. 6360), S. 7ff.

Jordanien oder der Türkei – um nur einige Beispiele zu nennen – negativ beeinflussen.

Allerdings ist nicht nur die Errichtung eines Kernkraftwerks selbst – wegen enormer Investitionen bei schwer vorhersehbaren Bauzeiten und Betriebsverläufen – ein stark risikobehaftetes Unterfangen. Bevor ein solches Vorhaben überhaupt in Angriff genommen werden kann, muss eine umfassende nukleare Infrastruktur angelegt werden. Dazu gehört zunächst ein komplexes rechtliches Regelwerk für Zulassung und Betrieb von Atomkraftwerken. Vielen Staaten mangelt es an den mit entsprechenden Kenntnissen ausgestatteten Behörden, die Bauanträge prüfen und beispielsweise geeignete Standorte festlegen könnten. Darüber hinaus bedarf es ausgebildeter Ingenieure und Techniker. Deren Kompetenzen müssen nicht nur schrittweise aufgebaut, sondern auch aufrechterhalten und weiterentwickelt werden. Dies macht nach Ansicht vieler Fachleute den zusätzlichen Betrieb eines oder mehrerer Forschungsreaktoren erforderlich, damit sich ein bestimmtes Basiswissen aneignen lässt und Personal ausgebildet werden kann. Dessen Expertise ist auch zur Errichtung und Aufrechterhaltung der obligatorischen Sicherheitsarchitektur unerlässlich. Für all dies sind Planungen, Vorbereitungen und Investitionen nötig, die zehn bis fünfzehn Jahre in Anspruch nehmen können.

Länder wie die Vereinigten Arabischen Emirate können es sich grundsätzlich leisten, einen großen Teil der notwendigen Expertise quasi im Paket dazuzukaufen oder kundiges Fachpersonal etwa bei der IAEA abzuwerben. Schätzungen zufolge sind ca. 2300 ausgebildete Mitarbeiter vonnöten, um die geplanten vier Atommeiler in den Emiraten zu betreiben. Nur etwas mehr als die Hälfte von ihnen wird aus dem Land selbst stammen. Südkorea bietet jedoch auch die Schulung einheimischer Fachleute als Bestandteil seines Angebotspakets an.

Ein weiteres Problem kommt hinzu. Manche der nuklearen Aspiranten verfügen nicht über die notwendigen Stromnetz-Kapazitäten, um ein kommerzielles Atomkraftwerk mit einer Leistung von etwa 1000 MW integrieren zu können. Allgemein geht man davon aus, dass der größte Block in einem Stromnetz nicht mehr als 10 Prozent der gesamten Elektrizität erzeugen sollte, weil sonst eine stabile Stromversorgung nicht mehr möglich ist. Bei einer Notfallabschaltung des Kernkraftwerks könnte sogar ein kompletter Blackout drohen. Um diese Probleme zu meistern, haben die Staaten des Golfkooperationsrates mit dem Aufbau eines gemeinsamen Stromnetzes begonnen,

das zunächst Kuwait, Saudi-Arabien, Bahrain und Katar umfasst. Bis 2011 sollen auch Oman und die VAE angebunden werden.<sup>14</sup>

Generell ist also eher unsicher, ob tatsächlich eine »Renaissance der Kernenergie« bevorsteht. Auch bleibt abzuwarten, wie viele Neueinsteiger es bei der Atomkraft geben wird. Es ist aber durchaus möglich, dass Länder, die bislang noch nicht über diese Technologie verfügen, zivile Kernenergieprojekte auf den Weg bringen werden. Umso dringlicher stellt sich die Frage, welche Gefahren der militärischen Zweckentfremdung mit solchen Programmen verbunden sind.

<sup>14</sup> Vgl. Bernard Gourley/Adam N. Stulberg, »Nuclear Energy Development: Assessing Aspirant Countries«, in: *Bulletin of the Atomic Scientists*, November/Dezember 2009, <<http://thebulletin.metapress.com/content/k45h461346w2m1x9/fulltext.pdf>>.

## Gefahren des militärischen Missbrauchs

Kritiker der Kernenergie bestreiten seit jeher, dass sich zwischen der friedlichen und der militärischen Nutzung des Atoms eine klare Trennlinie ziehen lasse. Angesichts der Tatsache, dass weniger kostspielige und umweltschonendere Alternativenenergien verfügbar seien, mache sich jedes Land mit einem zivilen Nuklearprogramm verdächtig, in Wirklichkeit Atomwaffen bauen zu wollen.<sup>15</sup>

### Nah und doch fern – von der friedlichen zur militärischen Nutzung des Atoms

Richtig ist, dass durch den Betrieb von nuklearen Reaktoren Fähigkeiten erworben und Infrastrukturen aufgebaut werden, die auch im Zusammenhang mit einem militärischen Atomprogramm wichtig sein können. Sowohl nukleare Reaktoren als auch Atomwaffen nutzen Uran oder Plutonium mit dem Ziel, eine Kettenreaktion zu initiieren, welche Energie freisetzt. Der entscheidende Unterschied besteht in der Geschwindigkeit, mit der die Energie jeweils umgesetzt wird. In einem Reaktor geschieht dies kontrolliert über einen längeren Zeitraum, bei einer Atomwaffe hingegen explosionsartig in Bruchteilen von Sekunden. Daher sind die entsprechenden wissenschaftlichen Kenntnisse und ingenieurstechnischen Fertigkeiten nur zu einem gewissen Grade übertragbar. Die weit höhere Geschwindigkeit, mit der die Kettenreaktion in einer Atomwaffe erfolgt, setzt komplexe Zündmechanismen voraus, die bei Kernkraftwerken keine Rolle spielen. Hinzu kommen Anforderungen an Art und Beschaffenheit des genutzten Urans oder Plutoniums sowie zu lösende Probleme bei der Entwicklung von Sprengkopfdesigns. Dies sind bedeutende Barrieren für einen Staat, der von einem zivilen zu einem militärischen Atomprogramm fortschreiten möchte.

In der Vergangenheit kam es jedoch immer wieder vor, dass Länder auf der Basis eines als ausschließlich friedlich deklarierten Nuklearprogramms militärische

Absichten verfolgten. Das klassische Beispiel ist Indien. Bereits 1964 vertrat der damalige Vorsitzende der indischen Atomenergiekommission, Homi Bhaba, in einem öffentlichen Vortrag die Ansicht, dass Staaten das Wissen und die Erfahrungen, die aus zivilen Atomprogrammen resultierten, leicht für militärische Absichten nutzen könnten. Indien ging genau diesen Weg, indem es einen von Kanada vorgeblich für friedliche Zwecke erworbenen Schwerwasserreaktor zur Herstellung waffenfähigen Plutoniums verwendete. Auch Pakistan und Nordkorea verwandelten angeblich rein zivile Kernenergieprojekte erfolgreich in militärische Vorhaben – bis hin zum Test von Atomwaffen. Südafrika entwickelte vor dem Hintergrund eines zivilen Nuklearprogramms ebenfalls Atomwaffen; als das Apartheidregime Anfang der neunziger Jahre endete, wurde das Waffenprojekt unter internationaler Kontrolle aufgegeben. Dagegen scheiterten Südkorea, Taiwan, der Irak, Libyen und Ägypten aus unterschiedlichen Gründen an dem Unterfangen, zivile Atomprogramme militärisch zu verwenden. Ob Iran sein als rein zivil dargestelltes Atomprogramm für den Bau von Kernwaffen nutzen wird, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt offen.

Friedliche Nuklearprogramme können also, bei allen Unterschieden zu militärischen Projekten, grundsätzlich zum Ausgangspunkt für den Bau einer Atomwaffe werden. Umgekehrt misslang es Libyen trotz jahrelanger Bemühungen in der Zeit von 1970 bis 2003 und trotz seiner Kooperation mit dem pakistanischen Khan-Netzwerk, ein Bombenprogramm auf die Beine zu stellen, weil ihm die auf einem friedlichen Atomprogramm basierende nukleare Infrastruktur fehlte. Auch Saudi-Arabien würde – trotz einer entsprechenden außenpolitischen Bedrohungslage – mangels Infrastruktur kaum selbst Atomwaffen entwickeln und bauen wollen.

Gemeinhin wird angenommen, dass ein Land mit einem zunächst zivilen Atomprogramm den Weg zur Bombe beschreitet, wenn es sich einer äußeren Bedrohung gegenüber sieht, die eine eigene Nuklearbewaffnung ratsam erscheinen lässt. Ein friedliches Projekt kann aber selbst dann zu einem Bombenprogramm führen, wenn es dafür keine sicherheitspolitischen Erfordernisse gibt. Atomlobbyisten

<sup>15</sup> Vgl. Amory B. Lovins/L. Hunter Lovins, »Nonproliferation: Now a Workable Idea«, in: *The Christian Science Monitor*, 87 (27.4.1995) 106, S. 3.

können die politischen Entscheidungsträger davon überzeugen, dass die Herstellung einer Nuklearwaffe technisch möglich und mit geringen Kosten verbunden ist. Als Beispiel für einen solchen Fall wird gelegentlich Südafrika angeführt, das ab Ende der fünfziger Jahre amerikanische Unterstützung beim Aufbau eines zivilen Atomprogramms erhielt – in Form eines Forschungsreaktors, der Lieferung hoch angereicherter Urans und der Ausbildung von Wissenschaftlern. Auf diese Weise entstand eine südafrikanische Atomlobby, deren Mitglieder in den siebziger Jahren die politische Führung des Landes zum Bau von Atomwaffen überredete. Diese ging auf das Ansinnen ein, da die technischen Möglichkeiten gegeben schienen. Weit weniger Gewicht hatte dabei die Bedrohung durch von der Sowjetunion unterstützte Freischärler in Angola oder Mosambik. Auch in Indien nahm die nationale Atomlobby erheblichen Einfluss auf den Entscheidungsprozess, der letztlich zum Bau von Nuklearwaffen führte.<sup>16</sup>

Angesichts dieser allgemeinen Verbindungen zwischen zivilen und militärischen Nuklearprogrammen lohnt sich ein genauerer Blick auf einzelne Reaktortypen sowie die beiden Enden des nuklearen Brennstoffkreislaufs, also Urananreicherung und Wiederaufbereitung.

### **Proliferationsgefahr bei verschiedenen Reaktortypen**

Nahezu 90 Prozent der derzeit global betriebenen nuklearen Leistungsreaktoren sind Leichtwasserreaktoren. Auch künftig wird dieser Reaktortyp das Rückgrat der Atomstromproduktion bilden. Leichtwasserreaktoren verwenden gewöhnliches Wasser als Kühlmittel und Moderator, d.h. die bei der Kernspaltung entstehenden schnellen Neutronen werden auf thermische Energie abgebremst. In Leichtwasserreaktoren kommt auf ca. 4 Prozent angereichertes Uran zum Einsatz. Ursprünglich wurde dieser Reaktortyp in den USA für nuklear angetriebene U-Boote entwickelt.

Die Dominanz des Leichtwasserreaktors etwa gegenüber Schwerwasserreaktoren basiert zum einen auf wirtschaftlichen Faktoren. Es ist aufwendig und teuer, schweres Wasser als alternatives Kühlmittel bzw. Moderator herzustellen. Darüber hinaus aber gab es

für diesen Reaktortyp auch eine bewusste strategische Entscheidung unter dem Gesichtspunkt der Nichtverbreitung. Zu Beginn der kommerziellen Nutzung von Leistungsreaktoren existierten zwei konkurrenzfähige Alternativen: der gasgekühlte und der Schwerwasserreaktor. Es war damals keineswegs zwingend, dass sich der Leichtwasserreaktor durchsetzte. Doch die USA und die Sowjetunion investierten in diese Technologie, um eine militärische Zweckentfremdung zu erschweren. Nahezu jeder der heute operierenden Leichtwasserreaktortypen hat seinen Ursprung in einem der beiden Länder.<sup>17</sup>

Tatsächlich sind Leichtwasserreaktoren weniger als andere Reaktortypen dazu geeignet, als Ausgangspunkt für ein militärisches Programm genutzt zu werden. Sie können nicht einfach mit Natur-Uran arbeiten, vielmehr muss das Uran zuvor angereichert werden. Die entsprechende Technologie ist sehr kompliziert und wurde bis vor kurzem – bevor der Pakistani A.Q. Khan dieses Know-how illegal unter anderem nach Iran weiterleitete – nur von wenigen Industriestaaten beherrscht. Die Lieferanten angereicherter Urans haben somit die Möglichkeit, ihre Zufuhr zu stoppen, sollte der Verdacht auf militärischen Missbrauch eines Nuklearprogramms aufkommen.

Reaktoren sind insofern für militärische Projekte nutzbar, als aus ihrem Brennstoff das darin entstandene Plutonium entnommen und für Atomwaffen verwendet werden kann. Dies setzt chemische Prozesse voraus, die an sich nicht besonders kompliziert sind. Sie lassen sich jedoch nur schwer handhaben, wenn sie in einem größeren Maßstab vollzogen werden. Zur industriellen Wiederaufbereitung, bei der nukleare Brennstäbe entsprechend zerlegt werden, sind bloß wenige Industriestaaten in der Lage. Gleichwohl kann Plutonium grundsätzlich auch in kleineren Labors allmählich aus Brennstäben isoliert werden, was jedoch einen erheblichen Zeitaufwand erfordert.

Die Isotopenkonzentration des Brennstoffs von Leichtwasserreaktoren ist für Bombenprojekte schlecht geeignet. Das Plutonium in einem Brennelement besteht nach der üblichen Laufzeit von vier bis fünf Jahren zu etwa 60 Prozent aus dem Isotop 239, wohingegen Waffenplutonium über 90 Prozent dieses Isotops enthält. Je länger das spaltbare Material in einem Reaktor verbleibt, desto höher ist der Anteil an Plutonium-240. Bei der Zündung von Kernwaffen

<sup>16</sup> Vgl. Matthew Fuhrman, »Spreading Temptation«, in: *International Security*, 34 (Sommer 2009) 1, S. 7–41 (18).

<sup>17</sup> Vgl. James M. Acton, »Nuclear Power, Disarmament and Technological Restraint«, in: *Survival*, 51 (August–September 2009) 4, S. 101–126.

wirkt Plutonium-240 störend, da mehr Neutronen aus Spontanspaltung emittiert werden, was die Frühzündwahrscheinlichkeit erhöht und damit die Kernwaffen unzuverlässig macht.

Dies bedeutet jedoch nicht, dass der Bau von Kernwaffen mit Plutonium aus Leichtwasserreaktoren völlig ausgeschlossen ist. Für Länder, die ihr nukleares Arsenal lediglich als Drohkulisse verstehen, mag eine mangelnde technische Zuverlässigkeit weniger wichtig sein als für Atomwaffenstaaten, die exakte Planungen für mögliche Einsätze durchspielen. Insofern ist eine militärische Verwendung von Plutonium auch dann denkbar, wenn dieses eine für Waffen ungünstige Isotopen-Zusammensetzung aufweist.

Außerdem kann ein Leichtwasserreaktor durchaus zur Entnahme von Plutonium-239 genutzt werden. Dies ist dann möglich, wenn man ihn immer wieder frühzeitig herunterfährt und die Brennstäbe entfernt werden. Nach 18 Monaten Betriebszeit würden die Brennstäbe nur etwa 14 Prozent Plutonium-240 enthalten, so dass das Material waffenfähig wäre. Allerdings müsste der Reaktor dafür immer wieder geöffnet werden, was aufwendig ist, und bei dem Vorgang würden große Mengen Radioaktivität entweichen, was nicht unbemerkt bliebe.<sup>18</sup> Jedenfalls ist festzuhalten, dass bislang noch kein Staat, der die Kernenergie auf Basis von Leichtwasserreaktoren ohne eigene Urananreicherung oder Wiederaufbereitung nutzt, den Weg bis zur Bombe erfolgreich beschritten hat.

Im Vergleich zu Leichtwasserreaktoren sind Schwerwasserreaktoren besser geeignet, um auch für militärische Zwecke verwendet zu werden. Allerdings ist dieser Reaktortyp weit weniger verbreitet. Nur etwa 6 Prozent des globalen Atomstroms werden von Schwerwasserreaktoren produziert. Bei fast allen handelt es sich um den kanadischen CANDU-Typ.

Für die Proliferationsproblematik von Schwerwasserreaktoren gibt es vor allem vier Gründe. Erstens können sie mit Natur-Uran betrieben werden, so dass keine Abhängigkeit von Lieferanten angereicherter Urans entsteht. Zweitens optimiert die Nutzung von Natur-Uran das Produktionspotential für Plutonium-239. Drittens kann man den Brennstoff im laufenden Betrieb entnehmen, ohne den Reaktor herunterfahren zu müssen. Viertens wird in Schwer-

wasserreaktoren Tritium erzeugt, das für den Bau von Fusionswaffen nötig ist.<sup>19</sup>

Noch wesentlich problematischer unter Proliferationsgesichtspunkten sind Schnelle Brüter. Wegen der begrenzten Uranvorräte werden sie von Kernenergiebefürwortern oft als probate Lösung angesehen. Denn Schnelle Brüter können so gefahren werden, dass sie mehr Plutonium produzieren als verbrauchen. Dieser Überschuss lässt sich dann wieder als Brennstoff in Reaktoren verwenden. Einige Experten berufen sich auf nationale und internationale Studien zur globalen Verfügbarkeit spaltbaren Materials, nach denen – bei etwa gleichbleibender Stromproduktion – die derzeitigen Brennstoffkreisläufe auf der Basis von Uran und einem kleinen Umfang an Plutonium bis zum Ende des 21. Jahrhunderts die existierenden Ressourcen aufgebraucht haben werden. Dies bedeute, dass die Einführung schneller Reaktoren alternativlos für nachhaltige Lösungen sei. Als weiteres Argument für Schnelle Brüter wird vorgebracht, dass mit ihrer Hilfe der durch den Betrieb von Leicht- und Schwerwasserreaktoren entstehende Plutoniumüberschuss besser zu managen sei, da Schnelle Brüter grundsätzlich auch so eingestellt werden können, dass sie mehr Plutonium verbrauchen als produzieren.<sup>20</sup> Bisher ist es aber keinem Land gelungen, Schnelle Brüter über längere Zeiträume erfolgreich kommerziell zu nutzen. Dies liegt unter anderem daran, dass sie als störfallgefährdet gelten und im Vergleich zu anderen Leistungsreaktoren zusätzliche Sicherungsmaßnahmen erforderlich machen. Daher haben entsprechende Projekte häufig massive öffentliche Proteste ausgelöst, die zur Einstellung des Baus oder des Betriebs führten.

Die Nutzung Schneller Brüter ist gleichzusetzen mit dem Einstieg in eine Plutoniumwirtschaft. Schnelle Brüter sind besonders proliferationsrelevant, da sie mehr waffentaugliches Plutonium-239 erzeugen können als andere Reaktortypen. Das Material lässt sich dabei bei laufendem Betrieb kontinuierlich aus dem Brutmantel entnehmen. Jedes Land, das solche Reaktoren betreibt, hätte also einen leichteren Zugang zu Plutonium. Solche Staaten könnten damit sogar als virtuelle Kernwaffenmächte angesehen werden.

Doch nicht nur Leistungsreaktoren gilt es zu betrachten, auch Forschungsreaktoren können unter dem Aspekt der Proliferation bedeutsam sein. 2009

**18** Vgl. Harold Feiveson, »The Search for Proliferation-Resistant Nuclear Power«, in: *F.A.S. Public Interest Report*, 54 (September/Oktober 2001) 5, S. 1–11.

**19** Vgl. IAEA, *Status and Trends of Nuclear Technologies*, Report of the International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles (INPRO), Wien, September 2009 (IAEA-TECDOC-1622), S. 8f.

**20** Vgl. ebd., S. 16.

waren bei der IAEA 245 Forschungsreaktoren gemeldet.<sup>21</sup> Solche Reaktoren dienen der allgemeinen Grundlagenforschung sowie physikalischen und kern- bzw. materialtechnischen Untersuchungen. Darüber hinaus werden sie zur Produktion von Isotopen genutzt, die in Medizin, Landwirtschaft und Technik Verwendung finden. Schließlich existieren für Ausbildungszwecke auch Unterrichtsreaktoren mit einer häufig nur verschwindend geringen Leistungsstärke.

Der weltweite Bedarf an Forschungsreaktoren nimmt ab. Die IAEA erwartet, dass ihre Anzahl bis zum Jahr 2020 auf 100 bis 150 sinken wird. Ein Grund dafür ist, dass Experimente in Forschungsreaktoren teilweise durch Computersimulationen ersetzt werden. Nur Reaktoren mit speziellen Fähigkeiten wie einem hohen Neutronenfluss oder kommerziellen Anwendungen wie der Isotopen-Produktion prosperieren. Die Leistungsfähigkeit von Forschungsreaktoren ist in der Regel um einige Größenordnungen geringer als bei Leistungsreaktoren. Etwa die Hälfte hat ein Potential von 100 KW oder weniger. Dementsprechend ist auch der Bedarf an Kernbrennstoff geringer. Allerdings arbeiten Forschungsreaktoren oft mit Uran, das zu einem höheren Grad angereichert ist als in Leistungsreaktoren, meistens bis zu 20 Prozent. Je nach Größe und Typ können solche Anlagen ein erhebliches Proliferationsrisiko darstellen. Aus Forschungsreaktoren, die angereichertes Uran nutzen, lässt sich prinzipiell Plutonium entnehmen. Dies ist jedoch aufgrund der oft geringen Leistungsstärke wenig attraktiv.

Einige Forschungsreaktoren arbeiten auf Basis von hoch angereichertem Uran. Da dieser Stoff direkt als Spaltmaterial in Atombomben genutzt werden kann, besteht hier ein relativ hohes Proliferationsrisiko. Aus diesem Grund treiben die USA, Russland und die IAEA internationale Bemühungen mit dem Ziel voran, alle mit hoch angereichertem Uran arbeitenden Forschungsreaktoren entweder abzuschalten oder auf schwach angereichertes Uran umzustellen. Bis Ende 2008 wurden 62 Forschungsreaktoren geschlossen oder umgerüstet. Im Kommuniqué des Washingtoner Nukleargipfels vom April 2010 bekräftigten die teilnehmenden Staaten ihre Absicht, Forschungsreaktoren auf schwach angereichertes Uran umzustellen, wo dies technisch und wirtschaftlich möglich ist.<sup>22</sup>

<sup>21</sup> Vgl. Nuclear Technology Review 2009, Report by the Director-General, IAEA GOV/2009/3, S. 21.

<sup>22</sup> Vgl. The White House, Office of the Press Secretary, »Communiqué of the Washington Nuclear Security Summit«, 13.4.2010, <[www.whitehouse.gov/the-press-office/communiqu-washington-nuclear-security-summit](http://www.whitehouse.gov/the-press-office/communiqu-washington-nuclear-security-summit)>.

## Die beiden Enden des Brennstoffkreislaufs: Urananreicherung und Wiederaufbereitung

Die größten Gefahren der nuklearen Proliferation gehen jedoch – die Problematik der Schnellen Brüter einmal außen vor gelassen – nicht von Reaktoren, sondern von den beiden Enden des nuklearen Brennstoffkreislaufs aus: der Urananreicherung und der Wiederaufbereitung.

Ein Staat, der Uran schwach anreichern kann, um es für die Herstellung von in Leichtwasserreaktoren zu verwendendem Brennstoff zu nutzen, hat prinzipiell auch die Fähigkeit zur Produktion hoch angereicherter Urans für Kernwaffen erworben. Der Anreicherungsgrad für Reaktoren beträgt 3 bis 5 Prozent, derjenige für Kernwaffen mehr als 80 Prozent. Entscheidend ist jedoch, die Anreicherung überhaupt zu beherrschen – nicht der Anreicherungsgrad. Für den gewünschten Grad der Anreicherung muss das Uran nur immer wieder in den Zentrifugen bearbeitet werden, bis das angestrebte Ergebnis erzielt worden ist.

Derzeit existieren weltweit 13 Anreicherungsanlagen in folgenden Ländern: Brasilien (noch nicht in vollem Betrieb), China, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Indien, Iran, Japan, Niederlande, Pakistan, Russland und USA.<sup>23</sup> Einige dieser Anlagen werden ausschließlich für militärische Programme verwendet. Japan, Brasilien und Iran sind derzeit die einzigen Nichtkernwaffenstaaten, welche Urananreicherung unter rein nationaler Kontrolle betreiben, da Deutschland und die Niederlande in das trilaterale Konsortium URENCO mit Großbritannien eingebunden sind. Wie eng die Urananreicherung mit militärischen Nuklearprogrammen verknüpft sein kann, zeigt auch das Beispiel Südafrika. Dort wurde in einer eigenen Anreicherungsanlage Brennstoff für zwei Leistungsreaktoren hergestellt. Ab 1975 produzierte man in der Anlage aber auch hoch angereichertes Uran für Atomwaffen.<sup>24</sup> Das Khan-Netzwerk hat illegal erworbene Bauteile für Zentrifugen sowie entsprechende Blaupausen an Iran, Libyen (das sein Atomwaffenprogramm 2003 einstellte) sowie Nordkorea

<sup>23</sup> Vgl. die Tabelle bei Yury Yudin, *Multilateralization of the Nuclear Fuel Cycle: Assessing the Existing Proposals*, New York u.a.: United States Institute for Disarmament Research, 2009, S. 70.

<sup>24</sup> Vgl. Bernhard Rabert, »Die südafrikanischen A-Waffen – eine entschärfte Zeitbombe?«, in: *Außenpolitik*, (1993) 3, S. 232–242.

weitergeleitet und auf diese Weise das Wissen über die Urananreicherung verbreitet.<sup>25</sup>

Ähnlich problematisch wie die Urananreicherung ist die Wiederaufbereitung. Diese ist prinzipiell sogar einfacher zu bewerkstelligen. Jede Wiederaufbereitungsanlage kann Plutonium für kommerzielle oder militärische Zwecke aus nuklearem Brennstoff extrahieren. Geschieht dies nicht im Labormaßstab, sondern in industriellen Dimensionen, sind dafür großtechnische Einrichtungen erforderlich, in denen aufwendige Instrumente wie Roboter zum Einsatz kommen. Derzeit werden kommerzielle Wiederaufbereitungsanlagen in Großbritannien, Frankreich, Japan, Russland, Indien und China betrieben. Darüber hinaus ist insbesondere Südkorea an der Wiederaufbereitung interessiert.

### **Wie groß ist die Gefahr des militärischen Missbrauchs?**

Nicht jedes Land, das zivile Kernenergie betreibt, macht sich automatisch verdächtig, nach der Bombe zu streben. Wie gesehen, sind insbesondere solche Programme, die ausschließlich auf Leichtwasserreaktoren basieren, nur schwer auch für militärische Zwecke zu nutzen. Schon problematischer sind dagegen andere Reaktortypen wie Schwerwasseranlagen. Kritisch wird es vor allem dann, wenn ein Land schnelle Brüter, Kapazitäten zur Urananreicherung oder Wiederaufbereitungsfabriken unterhält. Diese Technologien sind bislang nicht sehr weit verbreitet. Die meisten Länder, die darüber verfügen, besitzen ohnehin bereits Kernwaffen. Allerdings haben die illegalen Aktivitäten des Khan-Netzwerks die Urananreicherungs-Technologie auch anderen Interessenten zugänglich gemacht.

<sup>25</sup> Monika Heupel, *Das A.Q.-Khan-Netzwerk. Transnationale Proliferationsnetzwerke als Herausforderung für die internationale Nichtverbreitungspolitik*, Berlin: Stiftung Wissenschaft und Politik, Mai 2008 (SWP-Studie 14/2008).



## Wo könnten aus friedlichen Atomprojekten militärische Programme entstehen?

Bei der Frage, welche Länder konkret in Betracht kämen, um aus als friedlich begonnenen Atomprogrammen militärische entstehen zu lassen, fällt der Blick zunächst auf den Nahen und Mittleren Osten. Derzeit existiert dort erst ein Kernkraftwerk, das im iranischen Buschehr. Obwohl mit dem Bau bereits Mitte der siebziger Jahre – also noch unter Herrschaft des Schahs – begonnen wurde, ist die Anlage nach wie vor nicht fertiggestellt und ans Stromnetz angeschlossen. Irans Nuklearprogramm beinhaltet darüber hinaus auch den Aufbau einer Urananreicherungs-Kapazität und die Errichtung eines Schwerwasserreaktors.

In bis dahin nicht gekannter Klarheit machte ein Bericht des neuen IAEA-Generaldirektors Yukiya Amano vom Februar 2010 deutlich, dass Irans Atomprojekte nicht nur – wie von Teheran immer wieder beteuert – auf eine friedliche Nutzung abzielen. Auf der Basis ihr zugänglicher und als glaubwürdig eingeschätzter Quellen zeigte sich die Agentur besorgt über von Iran nicht gemeldete Programme zur Entwicklung eines Nuklearsprengkopfes für Raketen. Die von der IAEA angestrebte Aufklärung über iranische Aktivitäten zu Hochpräzisionszündern und Wiedereintrittskörpern habe das Land verweigert. Generell biete Teheran keine ausreichende Transparenz, so dass die IAEA nicht mit Gewissheit sagen könne, ob alle in Iran vorhandenen nuklearen Materialien ausschließlich für friedliche Zwecke genutzt würden.<sup>26</sup> Trotz mehrerer, teilweise sanktionsbewehrter Sicherheitsrats-Resolutionen ist es bislang nicht gelungen, die iranische Führung von ihrem Atomkurs abzubringen. Vielmehr setzt Teheran das Urananreicherungs-Programm fort.

<sup>26</sup> Vgl. IAEA Board of Governors, Implementation of the NPT Safeguards Agreement and relevant provisions of Security Council resolutions 1737 (2006), 1747 (2007), 1803 (2008) and 1835 (2008) in the Islamic Republic of Iran, Report by the Director General, GOV/2010/10, 18.2.2010.

### Naher und Mittlerer Osten

Vor diesem Hintergrund gibt es die Sorge, Staaten im Nahen und Mittleren Osten könnten Atomprogramme aus dem Motiv heraus entwickeln, sich damit die Option einer eigenen nuklearen Abschreckung gegenüber einem künftig möglicherweise atomar bewaffneten Iran zu eröffnen.<sup>27</sup> In der Tat haben bis auf den Libanon alle Länder der Region ihr Interesse an der friedlichen Nutzung des Atoms bekundet. Nur wenigen von ihnen wird jedoch zugetraut, daraus gegebenenfalls auch militärische Fähigkeiten zu entwickeln. Zu dieser Gruppe gehören insbesondere Saudi-Arabien, Ägypten und die Türkei. Sie alle hätten wichtige Gründe, den atomaren Ambitionen Teherans mit eigenen militärischen Nuklearfähigkeiten zu begegnen.

Saudi-Arabien sieht sich als Vormacht des sunnitischen Islam und fürchtet das iranische Hegemoniestreben. Seine militärischen Fähigkeiten auf konventionellem Gebiet sind schwach, und ein Großteil der saudischen Bevölkerungs- und Wirtschaftszentren liegt verwundbar an der Küste. Internationale Beobachter vermuten daher, das Königreich könnte im Fall eines aggressiver auftretenden, über die Nuklearoption verfügenden Iran selbst zu Kernwaffen greifen, um sich so ein Abschreckungspotential zu verschaffen.<sup>28</sup>

Ägyptens Führung steht unter dem internen Druck, auf eine mögliche iranische Bombenoption zu reagieren. Dies gilt umso mehr, sollte auch Saudi-Arabien den nuklearen Weg beschreiten, denn Kairo sähe dann seine Stellung in der arabischen Welt bedroht. Ein Kernwaffenprojekt würde nicht nur von der Mehrheit der Bevölkerung, sondern wohl auch vom Militär und dem nuklearen Establishment unterstützt.<sup>29</sup>

<sup>27</sup> Vgl. *Nuclear Programmes in the Middle East. In the shadow of Iran*, London: International Institute for Strategic Studies, 2008.

<sup>28</sup> Vgl. Richard L. Russel, »A Saudi Nuclear Option?«, in: *Survival*, 43 (Sommer 2001) 2, S. 69–79; Anthony H. Cordesman, *Saudi-Arabia. National Security in a Troubled Region*, Santa Barbara/Denver/Oxford: Center for Strategic and International Studies, 2009, S. 252–262.

<sup>29</sup> Vgl. Maria Rost Rublee, »Egypt's Nuclear Weapons Program. Lessons Learned«, in: *Nonproliferation Review*, 13 (November 2006) 3, S. 555–567.

Die türkisch-iranischen Beziehungen könnten im Zuge einer Atombewaffnung Irans aus dem von Ankara für erforderlich gehaltenen Gleichgewicht geraten. In der Vergangenheit war die Türkei daher immer wieder bemüht, aktiv zu einer diplomatischen Lösung im Atomstreit beizutragen. Im Mai 2010 etwa veröffentlichte das Land gemeinsam mit Brasilien und Iran eine Erklärung, nach der die Islamische Republik 1200 Kilogramm schwach angereichertes Uran auf türkisches Territorium auslagern soll, um im Gegenzug zu einem späteren Zeitpunkt Brennstoff für einen Forschungsreaktor zu erhalten.<sup>30</sup> Sollten solche Anstrengungen jedoch erfolglos bleiben, könnte Ankara nach Meinung internationaler wie auch türkischer Beobachter eines Tages durchaus eigene Atomwaffen entwickeln – vor allem dann, wenn auch Länder wie Saudi-Arabien oder Ägypten dies tun.<sup>31</sup>

Zugleich sprechen für alle drei Länder gewichtige Gründe gegen ein militärisches Atomprogramm. Saudi-Arabien, Ägypten und die Türkei würden dadurch die Unterstützung ihrer Schutzmacht USA aufs Spiel setzen. Besonders für Ägypten hätte dies auch gravierende wirtschaftliche Folgen. Im Falle der Türkei wiederum wäre eine EU-Mitgliedschaft ausgeschlossen, sollte Ankara nach der Bombe greifen; auch seine Nato-Mitgliedschaft würde das Land wohl riskieren.

In Saudi-Arabien sind die tatsächlichen nuklearen Fähigkeiten am wenigsten weit entwickelt. Derzeit verfügt das Königreich weder über Forschungs- noch über Leistungsreaktoren. Bereits im Dezember 2006 hatte Riad gemeinsam mit den anderen Mitgliedern des Golfkooperationsrates die Absicht bekundet, ein Programm zur friedlichen Nutzung der Kernenergie aufzulegen. Dieses Programm kommt indes nur langsam voran. Zunächst wurde eine Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben, in welche die IAEA involviert ist. Der erste Reaktor könnte 2025 in Betrieb gehen. Angesichts von Saudi-Arabiens dürftiger Atominfrastruktur mutmaßen manche Beobachter, das Land könnte – sollte es denn ein eigenes nukleares Abschreckungspotential für notwendig halten – eher die Zusammenarbeit mit Pakistan suchen, dessen Atomwaffenprogramm die Saudis in großen Teilen mitfinanziert haben. Denkbar wäre etwa, dass Islamabad einige

seiner Atomwaffen auf saudischem Boden stationiert.<sup>32</sup>

Sehr viel weiter entwickelt sind die atomaren Kompetenzen in Ägypten. Das Land verfügt über das größte nukleare Know-how in der arabischen Welt. Bereits in den fünfziger Jahren startete Kairo ein Atomprogramm; in den sechziger und selbst noch siebziger Jahren waren damit auch militärische Absichten verknüpft. Diese wurden nach Ägyptens NVV-Beitritt 1981 ad acta gelegt. Nach dem Reaktorunglück von Tschernobyl 1986 stellte man auch die kommerziellen Teile des Programms ein. Seit 2006 jedoch ist Ägypten dabei, sein Atomprogramm wiederzubeleben. Kairo verfügt über einen 1961 von der Sowjetunion gelieferten Forschungsreaktor. 1992 erwarb man von Argentinien einen zweiten Forschungsreaktor, der 1997 seinen Betrieb aufnahm. Ab 2017 soll ein – derzeit in Bau befindlicher – 1000-MW-Leistungsreaktor an der Mittelmeerküste nahe Alexandria Strom liefern. Bis zu zehn weitere Kernkraftwerke sollen folgen. Wirtschaftlich dürfte ein so ausgeweitetes Programm für Ägypten nur schwer zu bewältigen sein. Ein ziviles Nuklearprogramm in reduzierter Version liegt für Kairo aber durchaus im Bereich des Möglichen.<sup>33</sup>

Das türkische Interesse an der Kernenergie geht auf die fünfziger Jahre zurück, als die nationale Atomenergiebehörde gegründet wurde. Das Land verfügt über einen Forschungsreaktor an der Technischen Universität Istanbul. In der Vergangenheit gab es immer wieder Versuche, in die kommerzielle Nutzung der Kernenergie einzusteigen; sie scheiterten aber regelmäßig an wirtschaftlichen, politischen oder diplomatischen Hürden. Die von der AKP geführte Regierung unter Ministerpräsident Recep Tayyip Erdoğan hat entsprechende Bemühungen intensiviert. Dabei fällt auf, dass sich die türkische Regierung offenbar zumindest die Option zum Aufbau von Urananreicherungs-Kapazitäten erhalten möchte, auch wenn offiziell bislang noch keine konkreten Pläne dazu bekannt sind.

Doch auch diesmal wird es trotz großen politischen Interesses zumindest Verzögerungen geben, bevor ein kommerzieller Reaktorbetrieb aufgenommen wird.

<sup>30</sup> Vgl. »Joint Declaration by Iran, Turkey and Brazil on Nuclear Fuel, May 2010«, <[www.cfr.org/publication/22140](http://www.cfr.org/publication/22140)>.

<sup>31</sup> Vgl. Bruno Tertrais, »Nuclear Proliferation in Europe: Could it Still Happen?«, in: *The Nonproliferation Review*, 13 (2006) 3, S. 569–579 (571–573).

<sup>32</sup> Vgl. Dalia Dassa Kaye/Frederic M. Wehrey, »A Nuclear Iran: The Reactions of Neighbors«, in: *Survival*, 49 (Sommer 2007) 2, S. 111–128; Kate Amlin, *Will Saudi Arabia Acquire Nuclear Weapons?*, August 2008 (Nuclear Threat Initiative Issue Brief), <[www.nti.org/e\\_research/e3\\_40a.html](http://www.nti.org/e_research/e3_40a.html)>.

<sup>33</sup> Vgl. Nuclear Threat Initiative, *Egypt Profile*, <[www.nti.org/e\\_research/profiles/Egypt/Nuclear/index.html](http://www.nti.org/e_research/profiles/Egypt/Nuclear/index.html)>.

Russland hat den Zuschlag für den Bau eines Atommeilers an der Mittelmeerküste erhalten. Zusätzlich sollen von einem südkoreanisch geführten Konsortium vier Leichtwasser-Reaktorblöcke an der Schwarzmeerküste gebaut werden. Allerdings scheinen drei Probleme nach wie vor ungelöst: Die Finanzierung ist nicht gesichert, es fehlt der Türkei an einer ausreichenden nuklearen Infrastruktur, und es regt sich massiver Widerstand gegen den geplanten Reaktorbau am Mittelmeer. Dort sind entsprechende Pläne schon einmal am Protest der Öffentlichkeit gescheitert. Reaktorgegner verweisen unter anderem auf die Nähe des Standorts zu einem Erdbebengebiet.<sup>34</sup>

Auch die algerische Regierung hat beschlossen, ihr Programm zur friedlichen Nutzung der Atomenergie massiv auszuweiten. Algerien beabsichtigt, bis zum Jahr 2020 sein erstes kommerziell genutztes Kernkraftwerk in Betrieb zu nehmen. Danach soll alle fünf Jahre je ein weiterer Reaktor mit der Energieerzeugung beginnen. Das Land verfügt schon über zwei in Betrieb befindliche Forschungsreaktoren. Als der Bau des ersten der beiden Anfang der neunziger Jahre entdeckt wurde, entstand der Argwohn, er solle womöglich auch militärischen Zwecken dienen. Inzwischen jedoch hat die IAEA mit Hilfe ihrer Inspektionen sichergestellt, dass Algier zumindest derzeit kein Atomwaffenprojekt verfolgt. Dies könnte sich indes ändern, sollte es zu einer nuklearen Rüstungsdynamik im Nahen und Mittleren Osten kommen. Dann könnte Prestigedenken den Ausschlag dafür geben, dass Algier auf einen militärischen Atomkurs einschwenkt.<sup>35</sup>

Interessant ist daneben der Fall Syrien. Dort wurde 2007 von der israelischen Luftwaffe ein noch nicht fertiggestellter Reaktor zerstört. Inwiefern es sich dabei um das Kernstück eines syrischen Atomwaffenprogramms handelte, bleibt ungeklärt. Sicher ist, dass es eine enge Nuklearzusammenarbeit zwischen Syrien und Nordkorea gab, die womöglich noch immer existiert. Die Anlage wurde augenscheinlich nach dem Modell jenes nordkoreanischen Reaktors gebaut, mit dessen Hilfe Pjöngjang waffenfähiges Plutonium erbrütete. Im Frühjahr 2010 gab Syrien Pläne für den

Aufbau eines zivilen Atomprogramms bekannt, die bislang jedoch nicht weiter spezifiziert worden sind.<sup>36</sup>

Im Dezember 2003 kündigte der libysche Staatschef Ghaddafi an, seine Pläne zum Bau von Atomwaffen aufzugeben. Amerikanischen und britischen Experten sowie IAEA-Inspektoren wurde gestattet, die Demontage entsprechender Anlagen und den Abtransport der genutzten Materialien zu beaufsichtigen. Für sein kooperatives Verhalten wurde Libyen von der Bush-Administration gelobt und mit der Aufhebung von Sanktionen belohnt. Es gibt derzeit keine Hinweise, dass Ghaddafi seine strategische Entscheidung zum Verzicht auf das militärische Nuklearprogramm revidieren könnte. Friedliche Atomprojekte stehen hingegen sehr wohl auf seiner Agenda. So will Libyen in Zusammenarbeit mit Frankreich einen Reaktor errichten, der vor allem zur Meerwasserentsalzung genutzt werden soll.<sup>37</sup>

Die zivilen Atomprojekte der Vereinigten Arabischen Emirate, die den Bau von vier Leichtwasserreaktoren umfassen, werden derzeit nicht im Zusammenhang mit möglichen militärischen Optionen gesehen. Zum einen fehlt den Emiraten wohl das politische Motiv dafür; zum anderen haben sie in einem Abkommen mit den USA auf die Urananreicherung ebenso verzichtet wie auf die Wiederaufbereitung. Offenbar ist man sich in den Emiraten bewusst, dass der zügige Aufbau einer kommerziellen Nuklearkapazität nur dann gelingen kann, wenn sich zugleich alle Zweifel zerstreuen lassen, damit würde auch eine militärische Nutzung ins Auge gefasst.<sup>38</sup>

Ähnliches gilt für Jordanien. Dort soll bis 2015 ein erster Kernreaktor in Betrieb gehen. Offenbar hat man sich in Amman aber noch nicht dazu durchgerungen, dem Vorbild der VAE folgend auf Urananreicherung und Wiederaufbereitung zu verzichten.<sup>39</sup>

<sup>34</sup> Vgl. *Welt-Statusreport Atomenergie 2009*, S. 27; <[www.iaea.org/worldatom/rrdb](http://www.iaea.org/worldatom/rrdb)>; »Paper Views Turkey's Nuclear Power Plans«, *BBC Monitoring European*, 16.1.2010; Delphine Strauss/Funja Guler, »South Korea Eyes Nuclear Push in Turkey«, in: *Financial Times*, 11.3.2010, S. 6.

<sup>35</sup> Vgl. David Albright/Corey Hinderstein, »Algeria: Big Deal in the Desert?«, in: *The Bulletin of the Atomic Scientists*, 57 (Mai/Juni 2001) 3, S. 45–52; Nuclear Threat Initiative, *Algeria Profile*, <[www.nti.org/e\\_research/profiles/Algeria/index.html](http://www.nti.org/e_research/profiles/Algeria/index.html)>.

<sup>36</sup> Vgl. IAEA Board of Governors, *Implementation of the NPT Safeguards Agreement in the Syrian Arab Republic*, Report by the Director General, GOV/2010/11, 18.2.2010; Gregory L. Schulte, *Uncovering Syria's Covert Reactor*, Washington, D.C.: Carnegie Endowment for International Peace, Policy Outlook, Januar 2010.

<sup>37</sup> Vgl. Wyn Q. Bowen, *Libya and Nuclear Proliferation: Stepping Back from the Brink*, London: International Institute for Strategic Studies, 2006 (Adelphi Paper 380).

<sup>38</sup> Vgl. *UAE leads Gulf nuclear power plans*, London: International Institute for Strategic Studies, Strategic Comments 16 (Februar 2010) 7.

<sup>39</sup> Vgl. Jay Solomon, »Jordan and U.S. Move Closer to Nuclear Pact«, in: *The Wall Street Journal*, 10.2.2010, S. 5.

## Lateinamerika

Auf dem lateinamerikanischen Kontinent gibt Brasilien für viele Anlass zur Besorgnis. Das Land betreibt derzeit zwei nukleare Leistungsreaktoren, ein weiterer wird gerade errichtet. Bis 2030 will man vier zusätzliche Kernkraftwerke fertigstellen. Diese Reaktoren sollen künftig mit eigenem Brennstoff versorgt werden. Dafür befinden sich eine Uranumwandlungs- und eine Urananreicherungs-Anlage im Aufbau. Brisant sind Brasiliens Programme nicht nur deshalb, weil sich die Urananreicherung prinzipiell auch zur Herstellung von waffenfähigem Uran eignet. Noch problematischer ist, dass Brasilien seine Kooperation mit der IAEO auf ein gerade noch erlaubtes Minimum reduziert hat. Es mangelt daher an Transparenz. Hinzu kommt, dass die brasilianische Marine an dem Anreicherungsprojekt an führender Stelle beteiligt ist. Sie beabsichtigt darüber hinaus den Bau atomgetriebener U-Boote. Insofern beinhaltet das brasilianische Atomprogramm schon heute eine militärische Dimension, auch wenn diese nicht auf Herstellung von Atomwaffen zielt. Für entsprechende Absichten gibt es derzeit keine konkreten Hinweise, doch scheinen brasilianische Politiker gelegentlich mit der Kernwaffenoption zu liebäugeln. Mögliches Motiv wäre dabei vor allem der Prestigegewinn, der von einem Bombenprojekt zu erhoffen ist. Zudem fällt auf, dass sich Brasilien in internationalen Foren – zuletzt bei der NVV-Überprüfungskonferenz 2010 – zum Wortführer derjenigen macht, die eine Stärkung der Verifikation und Überlegungen zur Multinationalisierung des Brennstoffkreislaufs entschieden zurückweisen.<sup>40</sup>

Auch Argentinien verfügt über einen reichen nuklearen Erfahrungsschatz. Es ist sogar das erste lateinamerikanische Land gewesen, das diese Energieform zu nutzen begann. Derzeit liefern zwei argentinische Leistungsreaktoren Strom, ein dritter ist in Bau. Bei der vierten Anlage – die sich noch in Planung befindet – soll es sich um einen Schwerwasserreaktor handeln. Um ihn betreiben zu können, will Argentinien die eigene Schwerwasserproduktion intensivieren. Außerdem plant das Land, seine Urananreicherungs-Kapazitäten wieder zu aktivieren. Eine entsprechende Anlage war zu Beginn der neunziger Jahre eingemottet worden. Zwar existieren nukleare Koope-

rationsprojekte zwischen Argentinien und Brasilien; sie sehen unter anderem die Entwicklung eines Reaktors vor, der für beide Länder Energie liefern könnte. Doch sollte Brasilien Schritte in Richtung einer atomaren Bewaffnung unternehmen, könnte auch Argentinien solche Überlegungen anstellen.<sup>41</sup>

Mitunter wird Venezuela als ein Land betrachtet, dessen nukleare Ambitionen zu Misstrauen Anlass geben. 2005 verkündete Präsident Hugo Chavez den Einstieg in die friedliche Nutzung der Kernenergie. Im September 2009 gab er bekannt, dass Venezuela eine atomare Kooperationsvereinbarung mit Iran unterzeichnet habe. Bereits im November 2008 war ein ähnliches Abkommen mit Russland geschlossen worden. Derzeit verfügt das Land zwar nur über eine sehr schwach ausgebildete nukleare Infrastruktur. Doch vor allem die in Atomfragen intensiver werdenden Beziehungen zwischen Caracas und Teheran könnten sich als problematisch erweisen – auch wenn das venezolanische Nuklearprogramm bislang über die Planungsphase nicht hinausgekommen ist.<sup>42</sup>

## Asien

Nordkoreas fortgesetztes Atomprogramm ebenso wie Chinas nukleare Aufrüstung könnten in Japan, Südkorea oder auch Taiwan zu Überlegungen führen, das eigene bisher rein zivile Atomprogramm zum Aufbau militärischer Fähigkeiten zu nutzen. Japan mit seiner umfangreichen nuklearen Infrastruktur – einschließlich eines vollständigen Brennstoffkreislaufs – wäre dazu zweifellos binnen relativ kurzer Zeit in der Lage. Südkorea und Taiwan trugen sich bereits während der siebziger Jahre mit der Absicht, Atomwaffen zu entwickeln, ließen sich damals aber von den USA überzeugen, ihre einschlägigen Projekte wieder aufzugeben. Beide verfügen heute über eine nukleare Infrastruktur, die es ihnen erlauben würde, eine militärische Nutzung des Atoms anzustreben. Ob Japan, Südkorea oder Taiwan diesen Schritt irgendwann gehen werden, bleibt derzeit Spekulation.<sup>43</sup>

<sup>41</sup> Vgl. Nuclear Threat Initiative, *Argentina Profile*, <[www.nti.org/e\\_research/profiles/Argentina/index.html](http://www.nti.org/e_research/profiles/Argentina/index.html)>.

<sup>42</sup> Vgl. dies., *Venezuela Profile*, <[www.nti.org/e\\_research/profiles/Venezuela/index.html](http://www.nti.org/e_research/profiles/Venezuela/index.html)>.

<sup>43</sup> Vgl. Rebecca K.C. Hersman/Robert Peters, »Nuclear U-Turns. Learning from South Korean and Taiwanese Roll-back«, in: *Nonproliferation Review*, 13 (November 2006) 3, S. 539–553; Masafumi Takubo, »Wake Up, Stop Dreaming.

<sup>40</sup> Vgl. Sascha Albrecht/Oliver Thränert, *Die Multilateralisierung des nuklearen Brennstoffkreislaufs. Wie kann die aufstrebende Regionalmacht Brasilien konstruktiv eingebunden werden?*, Berlin: Stiftung Wissenschaft und Politik, April 2010 (SWP-Aktuell 31/2010).

Einer der zielstrebigsten nuklearen Neueinsteiger in der Region ist Vietnam. Das Land plant den Bau von acht Leistungsreaktoren bis zum Jahr 2030. Hanoi ist sich aber bewusst, dass ein solcher Plan erfordert, mögliches Misstrauen von vornherein aus dem Weg zu räumen. So unterzeichnete Vietnam im März 2010 mit den USA ein Memorandum über atomare Zusammenarbeit. Diese soll unter anderem den Zugang des Landes zu nuklearem Brennstoff sicherstellen und ihm so den Anreiz nehmen, künftig möglicherweise selbst Kapazitäten zur Urananreicherung aufzubauen.<sup>44</sup>

Je nach dem, wie es mit dem iranischen Atomprogramm weitergeht, besteht im Nahen und Mittleren Osten die größte Gefahr einer militärischen Zweckentfremdung friedlicher Atomprogramme, und hier besonders im Falle Ägyptens und der Türkei. Doch auch diese Länder würden viele Jahre benötigen, um entsprechende Pläne zu verwirklichen. Wesentlich fortgeschrittener ist dagegen Brasilien. Dort will man sich offenbar alle nuklearen Optionen offenhalten. Ob eines Tages die politische Entscheidung getroffen wird, den Weg zur Bombe zu beschreiten, dürfte von vielen Faktoren abhängen – unter anderem davon, ob gelingt, das nukleare Nichtverbreitungsregime zu stärken oder wenigstens zu erhalten. Sollte es dagegen nach und nach erodieren, könnte sich Brasilien aus Prestige Gründen durchaus für ein Atomwaffenprogramm entscheiden.

Reassessing Japan's Reprocessing Program«, in: *Nonproliferation Review*, 15 (März 2008) 1, S. 71–94.

<sup>44</sup> Vgl. Setyo-Utomo Said, »Nuclear Energy MoU Between the U.S. and Vietnam«, <<http://technorati.com/technology/article/nuclear-energy-mou-between-the-us1/>>; zu Vietnam und weiteren nuklearen Aspiranten in Asien siehe auch: *Preventing Nuclear Dangers in Southeast Asia and Australasia*, London: International Institute for Strategic Studies, 2009.

## Wie kann verhindert werden, dass aus zivilen Atomprogrammen militärische werden?

Um zu verhindern, dass aus friedlichen Kernenergieprogrammen militärische Atomprojekte erwachsen, sind Maßnahmen auf zwei Ebenen erforderlich. Zum einen muss jenen Ländern, die in solche Versuchen geraten könnten, der nötige Anreiz genommen werden. Zum anderen ist das Nichtverbreitungsregime zu stärken. Das Schlussdokument der NVV-Überprüfungskonferenz von 2010 brachte in der Substanz zwar nur wenig Fortschritte. Doch immerhin gingen die Vertragsstaaten nicht erneut – wie zuletzt 2005 – im Streit und ohne Einigung auf einen gemeinsamen Text auseinander. Allein schon dadurch bleibt die Chance bestehen, dieses zentrale Abkommen zu erhalten und vielleicht sogar zu verbessern.<sup>45</sup> Keiner der hier erörterten Schritte kann für sich allein verhüten, dass zivile Nuklearprogramme zu Waffenprojekten genutzt werden. Vielmehr gilt es, ein ganzes Netz aus unterschiedlichen Nichtverbreitungsmaßnahmen zu spannen.

Von zentraler Bedeutung ist, Iran daran zu hindern, Atomwaffenmacht zu werden oder sich eine solche Option zu eröffnen. Ferner müsste Nordkorea zum Status eines Nichtkernwaffenstaates zurückkehren. Sollte beides mit diplomatischen Mitteln gelingen, wäre Irans und Nordkoreas Nachbarn ein wichtiges Motiv genommen, selbst den Weg zur Atombombe einzuschlagen. Leider spricht momentan nur wenig für eine solche Entwicklung. Welche diplomatischen Aktivitäten entfaltet werden müssten, um das hier skizzierte Ziel doch zu erreichen, ist nicht Gegenstand dieser Studie. Hier wird unterstellt, dass sich die seit Jahren zu beobachtenden Trends zunächst fortsetzen und weder Iran noch Nordkorea zweifelsfrei und überprüfbar auf Atomwaffen oder entsprechende, schnell zu verwirklichende Optionen verzichten werden. Damit die Nachbarstaaten trotzdem nicht selbst zur Bombe greifen, bietet sich eine Politik der erweiterten Abschreckung an, welche diesen Ländern die aus ihrer Sicht erforderliche Sicherheit gewährt. Darauf wird – bezogen auf den Nahen und Mittleren Osten – im ersten Abschnitt dieses Kapitels einzugehen sein.

<sup>45</sup> Vgl. 2010 Review Conference of the States Parties to the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, Draft Final Document, NPT/Conf.2010/L.2, New York, 27.5.2010.

Der zweite Abschnitt beschäftigt sich mit der Stärkung des nuklearen Nichtverbreitungsregimes. Dies umfasst eine Reihe verschiedener Aspekte. Sie reichen von einer Verbesserung der Verifikation über einen grundsätzlichen Verzicht auf bestimmte Technologien bis hin zu Projekten für proliferationsresistente Reaktoren, einer Internationalisierung des Brennstoffkreislaufs und effektiveren Exportkontrollen. Jedes dieser sehr facettenreichen Themen soll im Folgenden skizziert werden.

### Erweiterte Abschreckung

Erweiterte Abschreckung ist traditionell ein Element nuklearer Nichtverbreitungspolitik. Den USA gelang es, durch das Aufspannen ihres Nuklearschirms europäische und auch asiatische Partner davon zu überzeugen, auf eine eigene Atombewaffnung zu verzichten. Um Staaten wie Saudi-Arabien oder Ägypten den Anreiz zu nehmen, unter dem Druck einer iranischen Atomwaffenoption zur eigenen Sicherheit ebenfalls eine militärische Nuklearfähigkeit aufzubauen, sind die USA (möglicherweise unter Einbeziehung westlicher Partner) gefordert, auch für den Nahen und Mittleren Osten eine Strategie der erweiterten Abschreckung zu erarbeiten. Diese wird sich – anders als es in Westeuropa während des Kalten Krieges der Fall war – nicht auf eine Stationierung von US-Kernwaffen vor Ort stützen können. Erst recht nicht werden Instrumente wie die nukleare Teilhabe zum Zuge kommen. Dagegen ist die Unterstützung von Golfanrainern und anderen arabischen Ländern beim Ausbau konventioneller Abschreckungsfähigkeiten schon heute bedeutsam. Allerdings dürfte kaum erwogen werden, dauerhaft westliche Truppen in diesen Ländern zu stationieren. Zu groß wären die damit verbundenen innenpolitischen Herausforderungen für die zu schützenden Staaten, würde die dortige Bevölkerung eine Präsenz westlicher Streitkräfte mehrheitlich doch äußerst kritisch sehen oder sogar ganz ablehnen. Wachsende Bedeutung erlangen wird hingegen die Raketenabwehr als Instrument einer Politik des Schutzes und der Rückversicherung im Kontext einer erweiterten Abschreckung.

Bereits die Bush-Administration hat die amerikanische Militärhilfe für befreundete Länder im Nahen und Mittleren Osten massiv ausgeweitet. Anlässlich eines Besuchs am Golf im Juli 2007 etwa verkündete der damalige US-Präsident, dass Waffenverkäufe an Saudi-Arabien im Umfang von 20 Milliarden Dollar geplant seien. Andere Golfstaaten sollten in einem ähnlichen Umfang beliefert werden. Auch für Ägypten wurde eine massive Erhöhung der Militärhilfe in Aussicht gestellt. Die Vereinigten Arabischen Emirate wiederum haben allein im Jahr 2009 amerikanische Verteidigungsausrüstungen im Wert von 18 Milliarden Dollar bestellt.<sup>46</sup>

Dieser Kurs wurde von der Obama-Administration fortgesetzt und zu einer konzeptionell angelegten Strategie der erweiterten Abschreckung verdichtet. Im Juli 2009 thematisierte Außenministerin Hillary Clinton erstmals die Option einer Eindämmungspolitik im Falle einer iranischen Nuklearbewaffnung. Die USA, so Clinton, würden einen Verteidigungsschirm über den befreundeten Golfstaaten aufspannen und diesen Ländern bei der Stärkung ihrer Verteidigungsdispositive helfen.<sup>47</sup>

Der Schwerpunkt der derzeitigen Anstrengungen zum Aufbau einer erweiterten Abschreckung liegt eindeutig bei Raketenabwehrsystemen. In Saudi-Arabien sind bereits amerikanische Patriot-Abwehrraketen stationiert, die jedoch etwa gegenüber iranischen Schahab-3-Raketen nur eine sehr begrenzte Verteidigungskapazität haben. Daher benötigt Riad ein fortgeschrittenes System wie THAAD, das zum Abfangen von Mittelstreckenraketen vorgesehen ist und momentan in der US-Armee eingeführt wird. Die Vereinigten Arabischen Emirate haben bereits erste THAAD-Abschussgestelle errichtet. Nach Angaben amerikanischer Militärs haben auch weitere Golfstaaten wie Katar, Bahrain und Kuwait die Aufstellung von Patriot-Raketen in Aussicht genommen.

Der Erwerb von Abwehrraketen wird aber bestenfalls zu einer wenig zuverlässigen Punktverteidigung führen. Die eigentliche Herausforderung dürfte darin bestehen, eine regionale Luft- und Raketenverteidigung mit Interzeptoren, Frühwarnradar und Kampfmanagement-Systemen zu errichten. Bisher gibt es

keine offene Debatte über den Aufbau einer solchen integrierten Raketenabwehr am Golf.<sup>48</sup> Die USA lassen jedoch bereits mit Radar und Abfangsystemen ausgerüstete Aegis-Kreuzer permanent im Golf patrouillieren.<sup>49</sup> Ferner ist Washington bereit, Raketenfrühwarndaten mit Saudi-Arabien und anderen befreundeten arabischen Staaten zu teilen.

Die Diskussion über eine erweiterte Abschreckung der USA bzw. des Westens für verbündete Länder im Nahen und Mittleren Osten ist zwar noch nicht sehr weit entwickelt. Absehen lässt sich allerdings, dass eine solche Politik vor vielfältigen Herausforderungen steht. So mag die iranische Bedrohung arabische Länder einen, doch in vielerlei Hinsicht bleiben sie untereinander oftmals Konkurrenten. Darüber hinaus müssten die arabischen Staaten, aber etwa auch die Türkei, über längere Zeit den Spagat durchhalten, eine auf westlicher Militärhilfe basierende Politik für die eigene Sicherheit zu betreiben und gleichzeitig ihrem Interesse an passablen Arbeitsbeziehungen mit Teheran zu folgen. Außerdem wollen sich Irans Nachbarn nicht allzu offensichtlich auf den Westen und seine Militärhilfe stützen, da dies in der Bevölkerung wenig attraktiv ist und zu immensen Legitimationsproblemen der herrschenden Eliten führen könnte.

Umgekehrt wird es auch im US-Kongress nicht immer einfach sein, die Senatoren und Abgeordneten von mehr Unterstützung für Staaten zu überzeugen, die in der amerikanischen Öffentlichkeit als undemokratisch oder gar diktatorisch wahrgenommen werden. Zudem könnten Rüstungsexporte in den Nahen und Mittleren Osten die dortigen Konflikte eher anheizen. Und schließlich wird eine Politik der erweiterten Abschreckung enorme Kosten verursachen, die nicht in jedem Fall von den Sicherheitskonsumenten voll getragen werden können. Die finanziellen Möglichkeiten der USA sind aber ebenfalls limitiert. So bleibt die Anzahl von SM-3-Interzeptoren auf US-Kreuzern zur Abwehr ballistischer Raketen auf absehbare Zeit begrenzt.

Wie immer eine erweiterte Abschreckungsstrategie mit Blick auf einen nuklearfähigen Iran im Einzelnen angelegt wird – für die USA und ihre Verbündeten sind damit enorme Risiken verbunden. Denn sie müssen in der Lage sein, glaubwürdig den Einsatz von

<sup>46</sup> Vgl. Yiftah Shapir, *The United States and the Buildup of Military Force in the Persian Gulf*, Tel Aviv: The Institute for National Security Studies at Tel Aviv University, 14.2.2010 (Insight Nr. 161).

<sup>47</sup> Vgl. Julian Borger, »US Ready to Upgrade Defences for Gulf Allies if Iran Builds Nuclear Arms«, in: *The Guardian*, 22.7.2009, S. 2.

<sup>48</sup> Vgl. Cordesman, *Saudi-Arabia* [wie Fn. 28], S. 259ff; ders., *Iran as a Nuclear Weapons Power*, Washington, D.C.: Center for Strategic and International Studies, 15.12.2009.

<sup>49</sup> Vgl. David E. Sanger/Eric Schmitt, »U.S. Speeding to Missile Defenses in Persian Gulf«, in: *The New York Times*, 31.1.2010, S. A1.

Streitkräften für den Fall anzudrohen, dass Teheran von Washington definierte rote Linien überschreitet. Dabei ist nicht auszuschließen, dass Iran die westliche Entschlossenheit gezielt auf die Probe stellen wird.<sup>50</sup>

Bei alledem gilt es zu beachten, dass nicht nur unmittelbare Bedrohungen dazu motivieren können, aus einem friedlichen Nuklearprogramm ein Atomwaffenprojekt entstehen zu lassen. Vielmehr spielt auch der Faktor Prestige eine große Rolle. Ägypten beispielsweise könnte es auf jeden Fall und trotz des Angebots eines verstärkten amerikanischen Schutzes darauf anlegen, seinen Führungsanspruch in der arabischen Welt durch eigene Atomwaffen zu untermauern, sollte Iran sich zuvor als Nuklearmacht etabliert haben.

## Verifikation

Neben Fragen der erweiterten Abschreckung kommt der Stärkung des Nichtverbreitungsvertrages zentrale Bedeutung zu, wenn eine nukleare Rüstungsdynamik im Nahen und Mittleren Osten verhindert werden soll. Dass sich der Bombenverzicht der Nichtkernwaffenstaaten effektiv überprüfen lässt, ist eine zwingende Voraussetzung für die Wirksamkeit des Atomwaffensperrvertrages. Diese Aufgabe wird umso wichtiger, je mehr Staaten die friedliche Kernenergie nutzen.

In der Vergangenheit gab es immer wieder Zweifel an der Vertragstreue einzelner NVV-Mitgliedstaaten. Im Mai 1997 hat der IAEO-Gouverneursrat daher das Modellprotokoll als Zusatz zu den bisherigen Sicherheitsabkommen angenommen. Die darin festgelegten modernen Verifikationsregeln basieren auf zwei Säulen: mehr Information und mehr Zugang.<sup>51</sup>

Durch die erweiterte Informationspflicht sollen möglichst alle Aktivitäten erfasst werden, die mit dem nuklearen Brennstoffkreislauf in Verbindung stehen. Die modernen Verifikationsregeln erfordern eine zu-

mindest generelle Beschreibung der ohne Kernmaterial durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten bei der Urananreicherung und der Wiederaufbereitung. Außerdem müssen Informationen über Uranbergwerke und Urankonzentrationsanlagen bereitgestellt sowie Angaben über künftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Zusammenhang mit dem Brennstoffkreislauf gemacht werden. Diese wesentlich erweiterten Meldepflichten ermöglichen es der IAEO, länderspezifische Profile zu erstellen. Dazu wird bei der Wiener Behörde ein computergestütztes Archiv aufgebaut, in das neben Daten aus Meldungen und Inspektionen auch Auswertungen von Medienberichten und wissenschaftlicher Literatur, Satellitenbildern und sonstigen frei zugänglichen Quellen aufgenommen werden. Hinzu kommen Informationen, die von Nachrichtendiensten zur Verfügung gestellt werden.

Um die Vollständigkeit und Korrektheit der Meldungen überprüfen zu können, wurden die Zugangsrechte der IAEO-Inspektoren wesentlich erweitert. Sie haben ausdrücklich sicherzustellen, dass es an den kontrollierten Orten kein nicht deklariertes Kernmaterial und keine nicht gemeldeten Tätigkeiten gibt. Bei Inspektionen gelten grundsätzlich die Prinzipien des »managed access«, das heißt Industrie- oder Militärgeheimnisse dürfen geschützt werden, wenn es die Arbeit der Inspektoren nicht behindert. Diese dürfen ferner an jeder beliebigen Stelle – also auch außerhalb gemeldeter Einrichtungen – ortsspezifische Umweltproben nehmen. Falls jedoch der inspizierte Staat etwa zu militärisch besonders sensiblen Zonen keinen Zugang gewähren will, hat er die Möglichkeit, alle vernünftigen Anstrengungen zu unternehmen, um die Forderungen der IAEO unverzüglich an angrenzenden Orten oder auf andere Weise zu erfüllen. Die Inspektoren können sich auf eine breite Palette an Verifikationstechnologien stützen. Dazu gehören der Einsatz von Strahlungsdetektoren und die erwähnten ortsnahen Umweltproben.

Erste Voraussetzung einer erfolgreichen Anwendung der modernen Verifikationsregeln ist, dass die Staaten bereit sind, das Modellprotokoll zu unterzeichnen und zu ratifizieren. Derzeit haben erst etwa 100 der NVV-Mitglieder die neuen Regeln in Kraft gesetzt. Die EU hat sich in ihrer Ende 2003 veröffentlichten Sicherheitsstrategie sowie in ihrer 2004 erschienenen Strategie gegen die Verbreitung von Massenvernichtungswaffen für eine möglichst umfassende Beteiligung an multilateralen Verträgen und für die Stärkung der Verifikationsinstrumente ausgespro-

<sup>50</sup> Vgl. James M. Lindsay/Ray Takeyh, »After Iran Gets the Bomb«, in: *Foreign Affairs*, 89 (März/April 2010) 2, S. 33–49.

<sup>51</sup> Das Modellprotokoll wurde vom Gouverneursrat am 15. Mai 1997 einstimmig beschlossen und von der IAEO als INFCIRC/540 veröffentlicht. Es ergänzt bei denjenigen Staaten, die ein für sie auf Basis des Modellprotokolls zugeschnittenes Zusatzprotokoll in Kraft setzen, das alte Sicherheitsabkommen INFCIRC/153. In deutscher Sprache ist das Dokument im Bundesgesetzblatt Nr. 4 vom 7. Februar 2000 erschienen. Vgl. Bruno Pellaud, »The Strengthened Safeguards System: Objectives, Challenges and Expectations«, in: Erwin Häckel/ Gotthard Stein (Hg.), *Tightening the Reins*, Berlin/ Heidelberg 2000, S. 89–98.



chen. Sie setzt sich daher für eine weltweite Geltung der modernen Verifikationsregeln ein. Auf dem G8-Gipfel von Sea Island im Juni 2004 wurde eine Erklärung verabschiedet, der zufolge die neuen Regeln als Standard für die Erfüllung der Verifikationspflichten nach Artikel III des NVV festgeschrieben werden sollen. Leider war diesen Bemühungen bislang kein Erfolg beschieden.

Abseits geblieben sind bisher wichtige Länder wie Brasilien, Ägypten und Syrien. Von dieser Staaten-Gruppe wird eine Reihe von Argumenten für ihre ablehnende Haltung angeführt. Allgemein sind viele Nichtkernwaffenstaaten der Auffassung, dass den nuklearen Habenichtsen keine neuen Pflichten aufgebürdet werden könnten, solange die Kernwaffenmächte keine durchgreifenden Fortschritte bei der Abrüstung erzielt hätten. Darüber hinaus sei das Zusatzprotokoll als freiwillige Maßnahme vom IAEA-Gouverneursrat beschlossen worden. Es könne nun nicht zur Pflicht für alle NVV-Staaten gemacht werden, da viele von ihnen an dieser Entscheidung nicht beteiligt gewesen seien. Zudem blieben wichtige Nuklearanlagen der Kernwaffenmächte außerhalb jeglicher Kontrolle. Dies gelte ebenfalls für die Atomwaffenstaaten außerhalb des NVV, wobei Iran, Ägypten und weitere arabische Länder insbesondere auf den Fall Israel verweisen. Daher könnten den Nichtkernwaffenstaaten keine schärferen Überwachungsmaßnahmen zugemutet werden. Darüber hinaus sei – so wird insbesondere von Iran hervorgehoben – die Wiener Behörde in der Vergangenheit nicht immer sorgsam mit vertraulichen Unterlagen umgegangen, die ihr zur Verfügung gestellt worden seien. Deshalb könne man ihr nicht auf verpflichtender Basis kontinuierlich umfassende Informationen zukommen lassen.

Auch anlässlich der NVV-Überprüfungskonferenz 2010 wurden im entsprechenden Schlussdokument die Vertragsstaaten lediglich ermutigt, das Zusatzprotokoll in Kraft zu setzen. Eindeutigere Sprachregelungen, die westliche und andere Staaten wie etwa Russland befürwortet hatten, wurden von den meisten Blockfreien abgelehnt. Dennoch müssen die Bemühungen um eine intensiviertere Verifikation angesichts der großen Zahl nuklearer Neueinsteiger entschlossen fortgesetzt werden.

## Technologieverzicht

Besonders in den USA hat sich in den letzten Jahren eine Debatte entwickelt, die darauf abzielt, den Zugang zu nuklearen Technologien grundsätzlich zu beschränken. Die Bush-Administration wollte Anreicherungs- und Wiederaufbereitungs-Kapazitäten nur noch solchen Ländern gestatten, die bereits darüber verfügten. Sie sollten Betreibern von Reaktoren den nötigen Brennstoff liefern. Diese Überlegungen erwiesen sich als inakzeptabel und wurden daher fallengelassen – hätte doch eine solche Kartellbildung die von vielen Ländern ohnehin schon heftig kritisierte Spaltung der Welt in Kernwaffenstaaten und nukleare Habenichtse weiter verschärft. In der Tat hatte der Vorschlag bereits dazu geführt, dass manche Länder mit eigenen Uranvorkommen (wie Kanada, die Ukraine, Südafrika oder Brasilien) ihre Anstrengungen zum Aufbau eigener Anreicherungs-fähigkeiten noch intensivierten, um noch in den erlauchten Klub der Urananreicherer zu gelangen, bevor dieser geschlossen würde.

Nichtsdestotrotz führen einige Experten aus dem Umfeld amerikanischer Denkfabriken die Debatte über eine grundsätzliche Zugangsbeschränkung bei Atomtechnologie fort. Dabei verlangen sie, einen Begründungszwang für nukleare Neueinsteiger einzuführen. Die USA sollten gemeinsam mit ihren Partnern darauf drängen, dass zivile Nuklearprogramme künftig nur noch dann vom NVV gedeckt sind, wenn sie ausreichend von der IAEA überwacht werden und nachweislich ökonomisch praktikabel sind.<sup>52</sup> Solche Vorstellungen lassen sich jedoch nicht mit dem Kerngedanken des NVV vereinbaren, wonach friedliche Nuklearprojekte gefördert werden sollen, solange sichergestellt ist, dass sie nicht militärisch missbraucht werden. Aspekte der Wirtschaftlichkeit können in diesem Zusammenhang keine Rolle spielen.

Allerdings gibt es auch Beispiele für Kernenergieanwender, die freiwillig auf bestimmte Technologien verzichtet haben. So ist es Südkorea gemäß einem Abkommen mit Washington untersagt, Brennstoff wiederaufzubereiten, der aus den Vereinigten Staaten kommt oder aus koreanischen Reaktoren stammt, die auf US-Designs beruhen. Diese Vereinbarung läuft jedoch 2014 aus. Seoul versucht nun, sich in Gesprä-

<sup>52</sup> Vgl. Henry Sokolski, *Falling Behind: International Scrutiny of the Peaceful Atom*, Presented before a Hearing of the U.S. House of Representatives, Committee on Oversight and Government Reform, Subcommittee on National Security and Foreign Affairs, Washington, D.C., 27.6.2007.

chen mit Washington die Möglichkeit zu eröffnen, künftig modernere, nach Einschätzung mancher Experten weniger proliferationsanfällige Wiederaufbereitungstechnologien – etwa das »Pyroprocessing« – zu nutzen.<sup>53</sup>

Die Vereinigten Arabischen Emirate unterzeichneten im April 2008 mit den USA ein gemeinsames Memorandum über die künftige nukleare Zusammenarbeit, das im Dezember 2009 in Kraft trat. Darin verzichtete die politische Führung des Scheichtums auf eine eigene Anreicherungs- und Wiederaufbereitungstechnologie. Stattdessen streben die VAE langfristige Abkommen über die Lieferung nuklearen Brennstoffs an. Darüber hinaus zeigt man sich bereit, das Zusatzprotokoll zu den IAEO-Sicherungsabkommen in Kraft zu setzen. Offenbar sind sich die Emirate darüber im Klaren, dass die zivile Nutzung der Kernenergie im Nahen und Mittleren Osten Proliferationsängste weckt. Um diesen zu begegnen, setzt man bewusst auf eine Politik der Transparenz und sieht davon ab, besonders sensitive Technologien zu nutzen. Obwohl die Emirate letztlich dem von Südkorea geführten KEPCO-Konsortium den Zuschlag für den Bau von vier Leichtwasserreaktoren gegeben haben, bleibt die Vereinbarung mit den USA wirksam, da an dem Konsortium auch die amerikanische Firma Westinghouse beteiligt ist. Außerdem beruhen die von Südkorea zu liefernden Reaktoren auf Designs, die Westinghouse entwickelt hat.<sup>54</sup>

Offenbar ist es Ziel der Obama-Administration, solche Abkommen mit weiteren nuklearen Empfängerländern zu schließen. So hat Saudi-Arabien im Kontext seines atomaren Kooperationsabkommens mit den USA erklärt, man wolle sich auf die internationalen Märkte für nuklearen Brennstoff verlassen und nicht selbst über sensitive Technologien verfügen. Bahrain, Vietnam und Indonesien haben ebenfalls signalisiert, keine eigenen Urananreicherungs-Kapazitäten entwickeln zu wollen. Dagegen ist offen, ob Jordanien dem Beispiel der VAE folgen wird. Offenbar will sich Amman die Option offenhalten, seine erst kürzlich entdeckten Uranvorkommen selbst zu Brennstoff zu verarbeiten. Sollte Jordanien sich damit durchsetzen,

würden die VAE das Recht, ihr Nuklearabkommen mit den USA neu zu verhandeln.<sup>55</sup>

Für einzelne Länder wird der Technologieverzicht auch künftig eine wichtige Rolle spielen. Doch sollte dies nicht darüber hinwegtäuschen, dass entsprechende Vereinbarungen keine grundsätzliche politische Lösung darstellen. Denn jenen Staaten, die zu einem Verzicht bereit sind, steht eine Gruppe von Ländern gegenüber, die ein solches Vorgehen grundsätzlich ablehnen. Sie machen geltend, dass ihnen nach dem NVV das Recht zur friedlichen Kernenergienutzung zusteht, und wollen schon aus Prestige Gründen nicht darauf verzichten.

Vielleicht gelingt es aber, derzeit noch nicht marktreife Technologien, die unter dem Aspekt der Proliferation potentiell gefährlich sind, bereits im Vorfeld kollektiv zu bannen. Ein wichtiges Beispiel ist die Urananreicherung mittels Lasertechnologie. Sie könnte in den kommenden Jahren konkurrenzfähig werden. Dies hätte gravierende proliferationspolitische Folgen, da nicht gemeldete Anreicherungsanlagen auf Basis von Lasertechnologie noch schwerer zu entdecken wären als die bisher üblichen Zentrifugenanlagen.<sup>56</sup> Insofern ist es ratsam, bereits heute darüber nachzudenken, ob solche Verfahren nicht grundsätzlich und für alle Staaten untersagt werden sollten.

## Proliferationsresistente Reaktoren

Derzeit wird in zwei verschiedenen Kontexten über neue Reaktortechnologien beraten – zum einen im internationalen Forum Generation IV (GIF), das die USA 2001 gegründet haben und in dem sie mit Argentinien, Brasilien, China, Frankreich, Großbritannien, Japan, Kanada, Russland, der Schweiz, Südafrika, Südkorea sowie Euratom kooperieren; zum anderen im IAEO-geführten Projekt über innovative Reaktoren und Brennstoffkreisläufe (INPRO), an dem dreißig Staaten sowie die Europäische Kommission beteiligt sind. In beiden Foren, die auch gemeinsame Sitzungen abhalten, geht es vornehmlich darum, Reaktortypen zu identifizieren, die es ihren Besitzern erschweren, spaltbares Material heimlich abzuzweigen oder Technologien mit dem Ziel zu missbrauchen, sich nukleare Waffen anzueignen. Resultieren soll die angestrebte

<sup>53</sup> Vgl. Mark Holt, *U.S. and South Korean Cooperation in the World Nuclear Energy Market: Major Policy Considerations*, Washington, D.C., Januar 2010 (Congressional Research Service Report for Congress).

<sup>54</sup> Vgl. »Algeria, Emirates Plan Nonproliferation-Friendly Nuclear Programs; Egypt Keeps Fuel Cycle Options Open, Rejects Expanded IAEA Monitoring«, *WMD Insights*, Juni 2008, <[www.wmdinsights.com/l25/l25\\_ME1\\_AlgeriaEmirates.htm](http://www.wmdinsights.com/l25/l25_ME1_AlgeriaEmirates.htm)>.

<sup>55</sup> Vgl. Jay Solomon, »Jordan and U.S. Move Closer to Nuclear Pact«, in: *The Wall Street Journal*, 10.2.2010, S. 2.

<sup>56</sup> Vgl. Acton, »Nuclear Power« [wie Fn. 17].

Proliferationsresistenz aus einer Kombination von technischen Designs, Modalitäten des Betriebsablaufs, institutionellen Arrangements und Sicherungsabkommen. Dabei muss Proliferationsresistenz immer im Gesamtzusammenhang eines Brennstoffkreislaufs und der spezifischen Bedingungen in einem Land betrachtet werden. Sie ersetzt auch nicht Verifikation oder Exportkontrollen. Außerdem ist streng zu unterscheiden zwischen dem Risiko, dass ein Staat die von ihm genutzte Kernenergie für illegale Waffenprogramme verwendet, und den Sicherheitsgefahren, die durch nichtstaatliche Akteure drohen. Die zweite Problematik wird im Zusammenhang von Maßnahmen zur Verbesserung des physischen Schutzes behandelt, nicht im Kontext der Debatte über Proliferationsresistenz.<sup>57</sup>

Die diskutierten Ansätze zielen alle darauf, den Brennstoff möglichst lange im Reaktor zu belassen, weil das Öffnen des Meilers und die Entnahme von Brennstoff immer die Gefahr bergen, dass spaltbares Material heimlich abgezweigt wird. Darüber hinaus sollen künftig auch kleinere Reaktoren angeboten werden, die einerseits den Energiebedürfnissen vieler Schwellen- und Entwicklungsländer besser entsprechen, andererseits aber durch eine geringere Menge an erforderlichem Brennstoff auch die Proliferationsgefahren reduzieren.<sup>58</sup>

Eine Gruppe von Staaten – darunter Argentinien, China, Japan, Südkorea, Russland, die USA – ist bereits dabei, Designs für kleinere Leichtwasserreaktoren zu entwickeln. Diese könnten mit Brennstoff befüllt, versiegelt und dann an die Empfängerländer gesandt werden. Während ihrer Laufzeit von 15 bis 20 Jahren fände kein Brennstoffwechsel vor Ort statt, und das Empfängerland würde für den Reaktorbetrieb nur wenige ausgebildete Techniker und Ingenieure benötigen. Im Prinzip wäre ein solches System recht proliferationsresistent. Aus Sicht der Empfängerländer würden damit aber Abhängigkeiten entstehen, die viele von ihnen als diskriminierend ablehnen. Zudem bestünde noch immer die Gefahr, dass der Reaktor abweichend vom normalen Betriebsablauf heruntergefahren und Brennstoff vorzeitig entnommen würde. Das darin enthaltene Plutonium könnte dann waffentauglich sein.<sup>59</sup>

<sup>57</sup> Vgl. Generation IV International Forum, <[www.gen-4.org](http://www.gen-4.org)>.

<sup>58</sup> Vgl. James M. Acton, »The Myth of Proliferation-resistant Technology«, in: *Bulletin of the Atomic Scientists*, 65 (November/Dezember 2009) 6, S. 49–59.

<sup>59</sup> Vgl. Harold Feiveson, »The Search for Proliferation-Resistant Nuclear Power«, in: *Federation of American Scientists Public Interest Report*, 54 (September/Oktober 2001) 5, S. 1–11.

Noch einen Schritt weiter gehen Modelle für transportable Reaktoren. Solche nichtstationären nuklearen Produktionseinheiten könnten komplett auf der Schiene, der Straße oder zur See an ihren Einsatzort gebracht werden. Die USA wollen sich bei der Entwicklung solcher Reaktoren engagieren. Die konkretesten Projekte hat bislang jedoch Russland erarbeitet. Es baut seit 2007 zwei Prototypen eines schwimmfähigen Reaktors, die 2012 fertiggestellt sein sollen; weitere Anlagen sind geplant. Betreiben will man die Reaktoren in entlegenen Regionen im hohen Norden Russlands. Der Reaktortyp kommt bereits in russischen Eisbrechern zum Einsatz. Eine solche Anlage hat eine thermische Leistung von 150 MW und kostet etwa 300 Millionen Euro. Neben der Strom- und Wärmeerzeugung sollen sich die Reaktoren auch zur Meerwasserentsalzung eignen. Ihre Laufzeit ist auf etwa vierzig Jahre angelegt. Die Brennelemente müssten nur alle 12 bis 15 Jahre ausgetauscht werden.

Die russische Atomenergieagentur Minatom hat bereits mit verschiedenen Ländern Gespräche über einen möglichen Verleih solcher schwimmender Reaktoren geführt, darunter Indonesien, den Philippinen, Chile, Argentinien und China. Die Kraftwerke würden hauptsächlich von einer russischen Besatzung betrieben und vor der Küste liegend an das Stromnetz des Empfängerlandes angeschlossen werden. Damit ließe sich vermeiden, dass nukleare Technologie und das dazugehörige Know-how verbreitet werden. Konkrete Exportvorhaben existieren derzeit aber nicht.

Ohnehin ist äußerst zweifelhaft, ob diese Pläne als Modell einer friedlichen Nutzung der Kernenergie an Attraktivität gewinnen werden. Aus Sicht potentieller Empfänger ist es sicherlich problematisch, sich in dieser Weise bei der Stromerzeugung von einem anderen Land abhängig zu machen. Hinzu käme, dass der Abnehmer nur wenig Einfluss auf den sicheren Betrieb der Anlage hätte – was umso schwerer wiegt, als Reaktoren auf Schiffen nicht so gut abgeschirmt werden können, wie dies bei den derzeit üblichen Kraftwerken etwa mit dicken Betonwänden geschieht. Hinzu kommen schwierige haftungsrechtliche Fragen, die auch die Versicherung gegen ein mögliches Reaktorunglück einschließen. Umweltschutzorganisationen weisen zudem auf die ökologischen Probleme hin, die der Betrieb schwimmender Reaktoren verursacht.<sup>60</sup>

<sup>60</sup> Vgl. *Floating Nuclear Power Plants in Russia: A Threat to the Arctic, World Oceans and the Non-Proliferation Treaty*, Moskau: Green Cross Russia, 2004, <[www.greencross.ch/pdf/gc\\_fnpp\\_book.pdf](http://www.greencross.ch/pdf/gc_fnpp_book.pdf)>.

## Die Zukunft des Brennstoffkreislaufs

Die größten Proliferationsgefahren gehen nicht von Kernkraftwerken, sondern von als sensitiv eingestuft Technologien an beiden Enden des Brennstoffkreislaufs aus – Urananreicherung und Wiederaufbereitung. Bislang konzentriert sich die internationale Debatte auf die Anreicherung, vor allem wohl wegen des iranischen Anreicherungsprogramms, aber auch deshalb, weil die Wiederaufbereitung auf Basis derzeit genutzter Technologien wirtschaftlich wenig attraktiv ist. Die Anti-Proliferations-Bemühungen zielen darauf, den Zugang zur Urananreicherung mittels Anreizsystemen zu beschränken, gleichzeitig aber die Brennstoffversorgung sicherzustellen.

Gegenwärtig verfügt die Mehrheit der Reaktorbetreiber nicht über eine eigene Urananreicherung, sondern versorgt sich auf dem internationalen Brennstoffmarkt. Dieser Markt, bestehend aus Urananbietern, Konversionsanlagen und Brennstofffabriken, arbeitet derzeit zuverlässig. Wer jedoch die hohen Investitionskosten für einen oder mehrere Leistungsreaktoren getätigt hat, möchte sichergestellt wissen, dass ihm der Zugang zu Brennstoff nicht aus politischen Gründen verwehrt werden kann – auch wenn es bisher noch keinen einzigen Fall gab, in dem ein Kernkraftwerk schließen musste, weil aufgrund politischer Motive kein Brennstoff geliefert wurde.

Im September 2003 entwickelte der damalige IAEA-Generaldirektor Mohammed El Baradei während einer Vollversammlung der Wiener Behörde erstmals seine Vorstellungen über eine Multilateralisierung des Brennstoffkreislaufs. Kern seiner Überlegungen war ein Drei-Stufen-Plan: 1. Sicherstellung der Brennstoffversorgung für Reaktoren, 2. Bau neuer Anreicherungs- und Wiederaufbereitungsanlagen nur unter internationaler Kontrolle, 3. Unterstellung aller solcher Anlagen unter internationale Kontrolle.<sup>61</sup>

Seither hat sich die Diskussion weiter aufgefächert. Zwölf sich teilweise ergänzende Vorschläge zur Zukunft des Brennstoffkreislaufs wurden vorgelegt. Sie reichen von einer Back-up-Garantie für Reaktorbetreiber auf Basis des existierenden Marktes über den Aufbau einer IAEA-kontrollierten Reserve von schwach angereichertem Uran bis hin zu der Errichtung eines internationalen Anreicherungsentrums und der Internationalisierung aller Anreicherungs-

und Wiederaufbereitungsanlagen.<sup>62</sup> Im Sommer 2009 blieben von dieser Palette an Vorschlägen noch drei übrig: der Plan, eine IAEA-Bank mit 60 Tonnen schwach angereichertem Uran zu etablieren, die von den Mitgliedern der Organisation finanziert würde; die russische Initiative mit dem Ziel, für die IAEA und ihre Mitgliedstaaten eine Reserve an 120 Tonnen schwach angereichertem Uran einzurichten, die nur von Russland zu finanzieren wäre; und der deutsche Vorschlag eines multilateralen Projekts zum Aufbau von Anreicherungs Kapazitäten auf dem Gebiet eines »Sitzstaates« – dieser würde einen Teil seines Territoriums für eine Anlage zur Verfügung stellen, die von der IAEA verwaltet und von einem internationalen Staatenkonsortium finanziert würde.

Allen Vorschlägen gemeinsam ist das Bestreben, Anreize zu schaffen, damit Reaktorbetreiber darauf verzichten, in die wirtschaftlich und technisch aufwendige Urananreicherung (oder auch die Wiederaufbereitung) einzusteigen. Es geht also nicht darum, das Recht auf eine friedliche Nutzung der Kernenergie in Frage zu stellen. Vielmehr soll der Zugang zu Brennstoff garantiert werden.

Die meisten Schwellen- und Entwicklungsländer aber bleiben skeptisch gegenüber den Vorschlägen zur künftigen Gestaltung des Brennstoffkreislaufs – schon allein deshalb, weil viele der Initiativen aus nuklearen Lieferstaaten kommen. Von diesen wollen sich die Schwellen- und Entwicklungsländer keine Lösungen oktroyieren lassen. Darüber hinaus befürchten sie, dass grundsätzliche Restriktionen für den Zugang zu sensitiver Technologie verhängt werden könnten, wobei es die westlichen Länder sind, die definieren, was als sensitiv gilt und was nicht. Die ohnehin schon problematische Kluft zwischen Atomwaffenstaaten und nuklearen Habenichtsen würde so auf einer weiteren Ebene zementiert. Andererseits zeigen sich aber auch einige der derzeitigen Brennstoffanbieter zurückhaltend gegenüber Internationalisierungsbestrebungen, würde dadurch in letzter Konsequenz doch ein für sie lukratives Geschäft zunichtegemacht.

Im November 2009 nahm der Gouverneursrat der IAEA einen russischen Plan für eine Uranbank an. Dieses von Washington unterstützte Konzept sieht vor, dass Russland ab 2010 einen IAEA-überwachten Vorrat von 120 Tonnen schwach angereichertem Uran in einer Einrichtung im sibirischen Angarsk bereithält. Ein Land, das keinen Urananbieter findet, kann sich demnach an die IAEA wenden, die das Material aus

<sup>61</sup> Vgl. Yudin, *Multilateralization of the Nuclear Fuel Cycle* [wie Fn. 23], S. 9.

<sup>62</sup> Ebd.

der Reserve in Angarsk anfordern würde. Russland würde es dann im Einklang mit seinen nationalen Gesetzen liefern. Noch im Juni 2009 hatten Entwicklungsländer einen solchen Vorschlag blockiert. Auch bei dem Beschluss im November blieben einige von ihnen ablehnend, so dass der Gouverneursrat nicht wie sonst üblich einstimmig entschied, sondern nur mit 23 zu 8 Stimmen.<sup>63</sup>

Ob der Beschluss weiterführende Perspektiven zur künftigen Gestaltung des Brennstoffkreislaufs eröffnet, scheint derzeit eher zweifelhaft. Der Argwohn vieler Schwellen- und Entwicklungsländer ist ungebrochen. Sie wollen nicht auf Betreiben des Westens von vornherein auf Technologien verzichten, die als modern und relevant eingestuft werden und ihnen eigentlich zustehen. Länder, die sich möglicherweise eine Waffenoption eröffnen wollen, werden dies ohnehin nicht tun. Weitgehend ungeklärt bleibt darüber hinaus die Kernfrage, welche Bedingungen ein Empfänger angereicherter Urans erfüllen müsste, um einen gesicherten Zugang zu erhalten. Meistens wird dabei von der zweifelsfreien Umsetzung der traditionellen IAEA-Sicherungsabkommen durch einen Nichtkernwaffenstaat ausgegangen.<sup>64</sup> Abgesehen davon, dass es im Einzelfall keine einhellige Auffassung geben mag, was darunter genau zu verstehen ist, enthält das nun von der IAEA geförderte russische Projekt nur sehr vage gehaltene Voraussetzungen. Sie würden sogar einem Nicht-NVV-Mitglied wie Indien den Zugriff ermöglichen, solange die zu beliefernden Kraftwerke anlagegebundenen Überprüfungen unterstünden, durch die sichergestellt wäre, dass diese Reaktoren nicht zu militärischen Zwecken verwendet werden. Tatsächlich hat Indien inzwischen sein Interesse bekundet, sich an der Uranbank in Angarsk zu beteiligen.<sup>65</sup>

Ob und inwiefern auch bei der Wiederaufbereitung Wege der Multilateralisierung beschritten werden, zeichnet sich derzeit noch nicht ab. Im Gegensatz zur Urananreicherung hat sich hier bislang keine Vorschlagspalette herausgebildet. Die Wiederaufbereitung ist – sofern sie im industriellen Maßstab betrieben

wird – ein sehr aufwendiges Verfahren, das nur sehr wenige Industrieländer beherrschen. Derzeit existieren weltweit gerade einmal vier kommerzielle Wiederaufbereitungsanlagen: La Hague und Marcoule in Frankreich, Sellafield in Großbritannien und Tscheljabinsk in Russland. Außerdem baut Japan eine Anlage in Rokkasho. Nur etwa 15 Prozent des weltweit genutzten Brennstoffs werden wiederaufbereitet. Die Obama-Administration hat Pläne der Bush-Regierung fallengelassen, erneut in die kommerzielle Wiederaufbereitung einzusteigen – dies mache wirtschaftlich keinen Sinn. Damit wurden auch Überlegungen ad acta gelegt, in den USA Brennstäbe anderer Reaktorbetreiber aufzubereiten.

## Exportkontrollen

Im Zentrum der nuklearen Exportkontrollpolitik steht die Gruppe nuklearer Lieferländer (engl. Nuclear Suppliers Group, NSG). Sie wurde 1974 als Reaktion auf die erste von Indien durchgeführte Kernexplosion gegründet. Dieses Ereignis hatte verdeutlicht, dass unkontrollierte Exporte Atomprogramme begünstigen können, auch wenn die indische Detonation als friedlich gekennzeichnet wurde. Mittlerweile umfasst die Gruppe mehr als vierzig Staaten, darunter alle EU-Mitglieder. Weitere wichtige Mitglieder sind die USA, Russland, China, Brasilien und Südafrika. Die NSG-Mitglieder treffen sich jährlich im Plenum sowie zusätzlich in verschiedenen Arbeitsgruppen.

Anhand gemeinsam vereinbarter Exportrichtlinien versucht jedes Mitgliedsland im Rahmen seiner nationalen Gesetzgebung, Exporte zu unterbinden, die für Kernwaffenprogramme relevant sein können. Die Richtlinien, die auf Grundlage einer von der NSG erarbeiteten Liste kontrollierter Güter angewendet werden, umfassen folgende Produkte und produktbezogenen Technologien: spaltbares Material wie Uran; Kernreaktoren und zugehörige Geräte; nicht-nukleares Material für Kernreaktoren; Fabriken und Geräte zur Aufarbeitung und Anreicherung von Kernmaterial sowie zur Herstellung von Brennelementen und Schwerem Wasser. Güter auf dieser Liste dürfen nur dann exportiert werden, wenn der Empfängerstaat garantiert, sie nicht zu militärischen Zwecken zu nutzen. Seit 1992 gilt für die Empfängerländer (außer Kernwaffenstaaten) die Anwendung der vollen IAEA-Sicherungsmaßnahmen – nicht jedoch des Zusatzprotokolls – als Voraussetzung für die Lieferung von Dual-Use-Gütern. Die Erkenntnisse über das so-

<sup>63</sup> Vgl. Sylvia Westall, »IAEA Governors Approve First Nuclear Fuel Bank Plan«, *Reuters*, 27.11.2009.

<sup>64</sup> Vgl. Tariq Rauf/Zoryana Vovchok, »Fuel for Thought«, in: *IAEA Bulletin*, 42 (März 2008) 2, S. 59–63; dies., »A Secure Nuclear Future«, in: *IAEA Bulletin*, 51 (September 2009) 1, S. 10–13.

<sup>65</sup> Vgl. »India May Join Russia in Establishing Angarsk Nuclear Fuel Bank«, *RIA Novosti*, 10.3.2010, <<http://en.rian.ru/russia/20100310/158147430.html>>.

genannte Khan-Netzwerk, das unter anderem Iran, Nordkorea und Libyen Komponenten für Nuklearprogramme geliefert hatte, verdeutlichte spätestens seit 2004 die Notwendigkeit, verstärkt Exportkontrollen im Nuklearbereich durchzusetzen. Daher wurde innerhalb der NSG der Informationsaustausch über Beschaffungsnetzwerke und -bemühungen von verdächtigen Ländern intensiviert.

Bereits 1978 haben sich die NSG-Mitglieder informellen Restriktionen unterworfen, was den Transfer von Anreicherungs- und Wiederaufbereitungstechnologien sowie der Schwerwassertechnologie an Staaten außerhalb der NSG betrifft. Verschiedene NSG-Länder haben in den letzten Jahren vorgeschlagen, sich auf bestimmte, alle Mitglieder bindende Bedingungen für den Export dieser Technologien zu einigen oder die Weitergabe sensibler Nukleartechnologie an Staaten, die darüber noch nicht verfügen, grundsätzlich zu limitieren. Bislang konnte jedoch kein Konsens erzielt werden. Viele NSG-Mitglieder schrecken angesichts der Ausweitung der Kernenergie davor zurück, sich voreilig Beschränkungen aufzuerlegen. So möchte sich etwa Kanada als Land mit großen Uranvorkommen die Option für die Anreicherung offenhalten. Und Südafrika will möglicherweise in der Zukunft auf die Wiederaufbereitung zurückgreifen können.<sup>66</sup>

Überdies setzen sich einige NSG-Mitglieder – darunter auch Deutschland – dafür ein, es zur Lieferbedingung für sämtliche Nukleargüter zu machen, dass ein Land das Zusatzprotokoll zum Sicherheitsabkommen mit der IAEO unterzeichnet hat und anwendet. Fortschritte in dieser Frage werden jedoch dadurch erschwert, dass noch nicht alle NSG-Staaten das Protokoll ratifiziert haben.

Ein grundsätzliches Problem ist das Image der NSG, die von vielen Entwicklungs- und Schwellenländern als ein Kartell betrachtet wird. Manche von ihnen sahen sich in dieser Auffassung gewiss bestärkt, als im Juli 2005 bei einem amerikanisch-indischen Gipfeltreffen eine Grundsatzvereinbarung getroffen wurde, nach der Washington bereit ist, Indien bei der zivilen Nutzung der Kernenergie zu unterstützen – obwohl dieses Land, das kein Mitglied des Atomwaffensperrvertrags ist, sich nicht den vollen Sicherheitsabkommen der IAEO unterwirft. Für die NSG bedeutete die amerikanisch-indische Übereinkunft eine große Herausforderung. Viele Mitglieder sahen sich vor die Frage gestellt, ob eine solche Ausnahme innerhalb der NSG mitgetragen und Indien künftig bei der

zivilen Nutzung der Kernenergie unterstützt werden sollte. Tatsächlich verabschiedete die NSG Ende 2008 eine Erklärung, der zufolge ein Transfer von Nukleargütern und nuklearrelevanten Dual-Use-Gütern an zivile Atomanlagen in Indien unter Sicherungsmaßnahmen der IAEO nunmehr möglich ist.<sup>67</sup>

Eine bedeutende Funktion kommt daneben der Proliferation Security Initiative (PSI) zu. Sie ist ein noch relativ junges internationales Nichtverbreitungsinstrument und geht auf eine Rede des damaligen US-Präsidenten Bush am 31. Mai 2003 in Krakau zurück. Deutschland gehört neben den USA, Australien, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, den Niederlanden, Polen, Portugal und Spanien zu jenen Ländern, die im September 2003 die Pariser Prinzipienklärung zur PSI unterzeichnet haben. Mittlerweile ist die Liste der aktiven Mitglieder auf 20 Staaten angewachsen; weitere 75 Länder unterstützen die Initiative. Dabei agieren die betreffenden Staaten auf der Grundlage des Völkerrechts sowie ihrer jeweiligen nationalen Gesetzgebung. Durch den Vollzug bestehender Rechtsvorschriften soll der Transport verbotener Materialien zu Lande, zur See und in der Luft unterbunden werden, in Ausnahmefällen notfalls auch mit militärischen Mitteln.<sup>68</sup>

<sup>67</sup> Vgl. Bericht der Bundesregierung zum Stand der Bemühungen um Rüstungskontrolle, Abrüstung und Nichtverbreitung sowie über die Entwicklung der Streitkräftepotentiale (Jahresabrüstungsbericht 2009), Berlin 2010, S. 87ff.

<sup>68</sup> Ebd., S. 98f.

<sup>66</sup> Vgl. Squassoni, *Nuclear Energy* [wie Fn. 5], S. 63.

## Mit dem friedlichen Atom leben – die Ausbreitung der militärischen Nutzung verhindern

Gegenwärtig ist noch offen, ob es wirklich, wie von vielen angenommen, zu einer »Renaissance der Kernenergie« im Sinne einer Erhöhung des atomaren Anteils an der globalen Stromerzeugung kommen wird. Auch wenn Deutschland bei seiner Entscheidung bleibt, die friedliche Nutzung der Kernenergie schrittweise zu beenden – sicher ist, dass viele andere Staaten den umgekehrten Weg einschlagen und in den kommenden Jahren den Einstieg in die Kerntechnologie suchen werden. Wirtschaftliche Motive spielen dabei ebenso eine Rolle wie Prestige Gründe. Und einige Länder werden daneben auch erwägen, sich mittels eines zunächst zivilen Nuklearprogramms die Option einer militärischen Verwendung des Atoms zu verschaffen.

Tatsächlich liegen die friedliche und die militärische Nutzung der Atomkraft nahe beieinander – und sind doch weit voneinander entfernt. Die meisten Kernenergienutzer setzen auf Leichtwasserreaktoren und importieren den notwendigen Brennstoff. Auf der Basis eines solchen Programms hat bislang noch kein Land den Weg zur Bombe erfolgreich absolviert, auch wenn dies theoretisch möglich ist. Gefährlicher als Leichtwasserreaktoren sind Schwerwasserreaktoren und Schnelle Brüter; Risiken entstehen zudem vor allem an den beiden Enden des Brennstoffkreislaufs, also bei der Urananreicherung und der Wiederaufbereitung. Der Zugang zu diesen Technologien wird sich nicht grundsätzlich blockieren lassen. Es kommt vielmehr darauf an, ihre militärische Zweckentfremdung durch eine Stärkung des nuklearen Nichtverbreitungsregimes zu verhindern.

Keine Einzelmaßnahme löst das Problem allein. Anzusetzen gilt es deshalb auf verschiedenen Ebenen – mit einer verbesserten Verifikation, der Multilateralisierung des Brennstoffkreislaufs oder auch intensiveren Exportkontrollen. Daneben können technische Neuerungen wie proliferationsresistente Reaktoren eine wichtige Rolle spielen.

Dass die NVV-Überprüfungskonferenz 2010 nicht erneut wie 2005 im Streit auseinandergegangen ist, belässt die Chance zur Stärkung dieses Regimes. Als wichtig erweisen könnte sich insbesondere der Beschluss, 2012 eine Konferenz abzuhalten, die zum Aufbau einer massenvernichtungswaffenfreien Zone

im Nahen Osten führen soll. Unklar ist, ob tatsächlich alle Anrainerstaaten an der Konferenz teilnehmen werden und inwiefern sich eine solche Zone einrichten ließe. Dass dieser Prozess aber überhaupt in Gang gesetzt wurde, könnte bedeutend sein bei den Bemühungen, gerade im Nahen Osten einen nuklearen Rüstungswettlauf zu verhindern.

Von großer Bedeutung wird es sein, möglichst mit diplomatischen Mitteln sicherzustellen, dass Iran nach Nordkorea nicht zum zweiten Land wird, das sich trotz eines rechtlich verbindlichen Verzichts auf Kernwaffen eben doch eine entsprechende Option eröffnet. Zugleich ist weiter anzustreben, Nordkorea wieder zum Status eines Nichtkernwaffenstaates zurückzuführen. Erweisen sich diese Ziele als unerreichbar, werden Strategien der erweiterten Abschreckung an Wichtigkeit gewinnen, um die Zweckentfremdung friedlicher Atomprogramme und damit die nukleare Proliferation zu verhindern.

Deutschland engagiert sich mit großem Nachdruck bereits seit Jahren insbesondere für eine Stärkung des nuklearen Nichtverbreitungsregimes. Ein Wechsel der Politik ist also nicht notwendig. Nur eines sollte man in Berlin nicht hoffen – dass der eigene Verzicht auf die friedliche Kernenergie andere davon überzeugen wird, ebenfalls von der Nutzung des Atoms abzusehen.

## Abkürzungen

AECL	Atomic Energy of Canada Limited
CERN	Europäische Organisation für Atomforschung
CSS	Center for Security Studies (ETH Zürich)
EPR	European Pressurized Water Reactor
Euratom	Europäische Atomgemeinschaft
GIF	Generation IV International Forum
IAEA/IAEO	International Atomic Energy Agency / Internationale Atomenergieorganisation
IISS	International Institute for Strategic Studies
INPRO	Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles
KEPCO	Korea Electric Power Corporation
MW	Megawatt
NEA	Nuclear Energy Agency (of the OECD)
NPT/NVV	Nuclear Non-Proliferation Treaty / Nuklearer Nichtverbreitungsvertrag
NSG	Nuclear Suppliers Group
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PSI	Proliferation Security Initiative
THAAD	Theater High Altitude Area Defense
UAE/VAE	United Arab Emirates / Vereinigte Arabische Emirate

## Literaturhinweise

*Sascha Albrecht / Oliver Thränert*

**Die Multilateralisierung des Brennstoffkreislaufs. Wie kann die aufstrebende Regionalmacht Brasilien konstruktiv eingebunden werden?**

SWP-Aktuell 31/2010, April 2010,  
<[www.swp-berlin.org/common/  
get\\_document.php?asset\\_id=6948](http://www.swp-berlin.org/common/get_document.php?asset_id=6948)>

*Michael Kerzel / Oliver Thränert*

**Von der friedlichen Nutzung der Kernenergie zum Bau der Atombombe? Die Gründe für das »nukleare Erwachen« im Nahen Osten und die damit verbundenen Gefahren**

SWP-Diskussionspapier, Januar 2009,  
<[www.swp-berlin.org/common/  
get\\_document.php?asset\\_id=5689](http://www.swp-berlin.org/common/get_document.php?asset_id=5689)>