

KERNENERGIE AUF DEM VORMARSCH: DIE GEFAHR DER PROLIFERATION

Weltweit wächst das Interesse an der zivilen Nutzung der Kernenergie. Der Nukleare Nichtverbreitungsvertrag (NVV) garantiert seinen Mitgliedern den Zugang zur entsprechenden Technologie, solange diese nicht für militärische Zwecke missbraucht wird. In der Vergangenheit ist es jedoch mehreren Staaten gelungen, unter dem Deckmantel friedlicher Atomprogramme Kernwaffenprojekte zu initiieren. Internationale Bemühungen müssen auf eine klare Trennung der friedlichen von der militärischen Verwendung des Atoms abzielen.



Die Attraktivität der Kernenergie steigt – und mit ihr die Proliferationsgefahr: Beamter der iranischen Atomenergieorganisation vor einem Modell des Reaktors Bushehr, Teheran, April 2009. Reuters / Caren Firouz

Immer mehr Staaten wollen Kernkraftwerke errichten. Der Anspruch auf die friedliche Nutzung der Kernenergie ist grundsätzlich legitim. NVV-Mitgliedstaaten sind sogar explizit zu gegenseitiger Unterstützung angehalten. Doch in der Vergangenheit wurden zivile Programme mehrfach dazu benützt, um militärische Vorhaben zu kaschieren. In den siebziger Jahren kaufte Indien in Kanada einen Schwerwasserreaktor, der danach ohne Wissen Ottawas zur Produktion von Waffenplutonium eingesetzt wurde. In den achtziger Jahren versuchte Saddam Hussein, der internationalen Öffentlichkeit ein auf die Bombe abzielendes Atomprogramm als friedliches Projekt zu verkaufen. Heute behauptet Iran, mit seinem Nuklearprogramm lediglich zivile Absichten zu verfolgen. Doch die Internationale Atomenergiebehörde (IAEA) ist nicht in der Lage, einen militärischen Hintergrund auszuschliessen (CSS Analyse Nr. 43 [↗](#)).

Die mit der Kernenergie einhergehenden Proliferationsgefahren sind unbestreitbar. Problematisch wird es vor allem, wenn zum Betrieb von Kernreaktoren die Fähigkeiten zur Urananreicherung und zur Wiederaufbereitung hinzukommen. Beide Technologien eignen sich für die Herstellung von waffenfähigem Spaltmaterial. Dieser Schritt stellt die wichtigste Hürde auf dem Weg zum Bau einer Atombombe dar. Damit der Zugang zu einer zweifelsfrei zivil ausgerichteten Nutzung der Kernenergie weiterhin garantiert werden kann, muss eine militärische Zweckentfremdung möglichst ausgeschlossen werden. Die Debatte über entsprechende Massnahmen, etwa über die Internationalisierung des nuklearen Brennstoffkreislaufs, ist in vollem Gang. Umfassende Lösungen sind bisher jedoch nicht absehbar.

Ausweitung der Kernenergie

Derzeit sind weltweit insgesamt 436 Kernkraftwerke in 31 Ländern in Betrieb. Etwa

die Hälfte davon befindet sich in drei Ländern: USA (104), Frankreich (59) und Japan (53). Kernkraftwerke werden auch in Staaten betrieben, die als nukleare Schwellen- bzw. Entwicklungsländer eingestuft werden können, so in China, Indien, Pakistan, Argentinien, Brasilien, Südafrika und Taiwan. Was die globale Stromproduktion betrifft, so deckt die Kernenergie heute einen Anteil von rund 15% ab.

Seit einiger Zeit wird von einer «Renaissance der Kernenergie» gesprochen. Russland, China, Indien und Südkorea haben umfangreiche Nuklearenergieprogramme lanciert. In den USA ist die Anzahl der geplanten Kernkraftwerke drastisch gestiegen. Frankreich und Finnland bauen einen neuen Reaktortypus. Als Folge dieser Entwicklung erwarten Kernenergie-Optimisten bis 2050 eine Verdoppelung oder Verdreifachung der Energieherstellung aus nuklearen Quellen. Dennoch dürfte der Anteil der Kernenergie an der weltweiten Stromerzeugung stagnieren oder bis 2030 sogar auf etwa 10% absinken. Der Hauptgrund dafür ist der enorme Anstieg des Energiebedarfs.

Die «Renaissance der Kernenergie» bezieht sich denn auch weniger auf einen wachsenden Anteil an der Gesamtstromerzeugung als auf die Tatsache, dass sich immer mehr Staaten für die zivile Nutzung der Nuklearenergie interessieren, die bisher noch keine Kernkraftwerke betrieben haben. Mehr als sechzig Länder haben gegenüber der IAEA ihr Interesse an der friedlichen Nutzung der Kernenergie bekundet. Die meisten davon sind Entwicklungsländer. So wollen fast alle Staaten im Nahen und Mittleren Osten in die Kernenergie einsteigen.

Die Ausweitung der Kernenergie im Nahen und Mittleren Osten						
	Kernkraftwerk zur Stromerzeugung in Betrieb	Kernkraftwerk zur Stromerzeugung in Bau	Interesse an Einstieg in die Kernenergie	Mitglied des NVV	IAEA-Zusatzprotokoll unterzeichnet	IAEA-Zusatzprotokoll in Kraft gesetzt
Afghanistan				x	x	x
Ägypten			x	x		
Bahrain			x	x		
Irak				x	x	
Iran		x	x	x	x	
Israel						
Jemen			x	x		
Jordanien			x	x	x	x
Katar			x	x		
Kuwait			x	x	x	x
Libanon				x		
Oman			x	x		
Pakistan	x	x				
Saudi-Arabien			x	x		
Syrien			x	x		
Türkei			x	x	x	x
V.A.E.			x	x	x	

Quellen: IAEA, Carnegie Endowment for International Peace

Gründe für die Expansion

Die Attraktivität der Kernenergie steigt in dem Masse, in welchem die Energiebedürfnisse weiter anwachsen. Neben diesem zentralen Faktor liegt der Expansion der Nuklearenergie ein Bündel weiterer Motive zugrunde. So lösten die vorübergehend hohen Öl- und Gaspreise in rohstoffarmen Ländern angesichts der Abhängigkeit von wenigen Lieferländern eine Debatte über die Energiesicherheit aus. Auch die Notwendigkeit, angesichts der drohenden Klimaerwärmung die Treibhausgasemissionen zu verringern, liess Kernkraftwerke als vernünftige Lösung erscheinen.

Im Nahen Osten wollen sich reiche Länder wie Saudi-Arabien schon heute auf die Zeit vorbereiten, wenn ihre Ölquellen versiegen. Andere, wie etwa Ägypten, möchten ihren steigenden Energiebedarf künftig auch aus Kernkraft decken, um soviel Öl wie möglich exportieren zu können. Gewisse Staaten in dieser Region liebäugeln zudem mit der Idee, die Wasserknappheit mittels nuklear betriebener Meerwasserentsalzungsanlagen zu beheben. Hinzu kommt, dass die Beherrschung einer als modern angesehenen Technologie mit einem Prestigege Gewinn verbunden ist und dass zahlungskräftige Länder wie die Golfanrainer angesichts hoher Investitionssummen von mehr als fünf Milliarden US-Dollar pro Kernkraftwerk heftig von den drei den Weltmarkt dominierenden Anbietern *Westinghouse/Toshiba* (USA/Japan), *Areva* (Frankreich) sowie *Atomenergoprom* (Russland) umworben werden.

Gefahren

Gerade im Nahen und Mittleren Osten können aber auch sicherheitspolitische

Beweggründe für den Einstieg in die Kernenergie nicht ausgeschlossen werden. Es wird befürchtet, dass Staaten, die entsprechende Schritte unternehmen, sich damit angesichts einer möglichen iranischen Nuklearbedrohung die Option zur Entwicklung von eigenen Atomwaffen eröffnen wollen. Im Rahmen eines friedlichen Kernenergieprogramms eignen sich Fachleute Fähigkeiten an, die auch im Kontext von Atomwaffenprogrammen eingesetzt werden können. Dadurch steigt das Proliferationsrisiko. Die Gefahr besteht, dass eine Atombewaffnung Irans eine entsprechende regionale Dynamik auslösen könnte.

Der Weg von der friedlichen zur militärischen Nutzung der Kernkraft ist allerdings sehr weit. Etwa 90% der existierenden Atomkraftwerke sind Leichtwasserreaktoren. Diese wurden extra entwickelt, um das Proliferationsrisiko zu verringern. Dies bedeutet nicht, dass sie proliferationsresistent sind. Doch um aus Leichtwasserreaktoren Plutonium zu extrahieren, das sich für eine militärische Verwendung gut eignet, müssten diese häufig für die Entnahme von Brennelementen heruntergefahren werden. Dies wäre sehr aufwändig und würde zweifellos Fragen aufwerfen, solange diese Reaktoren unter der Aufsicht der IAEA stehen.

Das grösste Proliferationsrisiko stellen nicht solche Leichtwasserreaktoren per se dar, sondern die zu deren Betrieb notwendigen Urananreicherungs- und Wiederaufbereitungsanlagen. Leichtwasserreaktoren arbeiten auf der Basis von schwach angereichertem Uran. Nur wenige Staaten verfügen derzeit über die Kapazitäten zu dessen Herstellung. Vier Anbieter teilen sich

ca. 95% des Weltmarkts für angereichertes Uran: das britisch-deutsch-niederländische Konsortium *URENCO*, die französische *EURODIF*, die *US Enrichment Corporation* sowie die russische *TENEX*. Daneben reichert auch Japan Uran an und Iran sowie Brasilien sind dabei, entsprechende Fähigkeiten aufzubauen. China, Indien und Pakistan betreiben Anreicherungsanlagen zu militärischen Zwecken. Auch Nordkorea hat entsprechende Absichten angekündigt.

Das Hauptproblem besteht darin, dass in Urananreicherungsanlagen die Produktion von schwach angereichertem Uran für die Herstellung von Brennelementen für Leichtwasserreaktoren ohne grosse bauliche Veränderungen auf die Herstellung von hoch angereichertem und damit waffenfähigem Uran umgestellt werden kann. Seit langer Zeit wird daher befürchtet, dass Staaten die Errichtung von Leichtwasserreaktoren hauptsächlich deshalb vorantreiben, um ihren Einstieg in die Urananreicherung zu legitimieren. Denn damit würden sie die Fähigkeit erlangen, waffenfähiges Spaltmaterial herzustellen. Mit dem iranischen Nuklearprogramm ist genau dies eingetreten.

Die Wiederaufbereitung von Brennelementen beinhaltet ähnliche Gefahren. Sie reduziert die Menge des nuklearen Abfalls, was angesichts der ungelösten Frage der Endlagerung nicht unerheblich erscheinen mag. Zugleich fällt aber Plutonium in waffenfähiger Form an. Wiederaufbereitungsanlagen existieren in Frankreich, Grossbritannien, Japan, Russland und Indien. Die USA betreiben lediglich eine kleine Anlage zur Wiederaufbereitung von Brennelementen aus Forschungsreaktoren. Die mit dieser Technologie verbundene Proliferationsgefahr wird dadurch unterstrichen, dass auch Nordkorea über eine Wiederaufbereitungsanlage für Waffenzwecke verfügt.

Ein weiterer sicherheitspolitisch relevanter Aspekt der Ausweitung der zivilen Nutzung der Kernenergie besteht darin, dass sich dadurch das Risiko des Nuklearterrorismus erhöht. Die Hauptgefahr besteht dabei in einem terroristischen Zugriff auf ungenügend gesichertes nukleares Material. Zum eigenständigen Bau von Kernwaffen dürften nichtstaatliche Akteure bis auf weiteres nicht in der Lage sein. Die Herstellung von sogenannten «Schmutzigen Bomben» kann jedoch nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Weil damit keine nukleare Kettenreaktion ausgelöst würde, bliebe der Schaden begrenzt. Sollten jedoch bei «Schmutzigen Bomben»

Brennstäbe aus Reaktoren ins Spiel kommen, wäre die Kontamination durch die grossflächige Verteilung von grossen Radioaktivitätsmengen erheblich höher.

Lösungsansätze

Es bedarf einer ganzen Reihe von Anstrengungen, um den Missbrauch ziviler Kernenergieprojekte und das Risiko des Nuklearterrorismus möglichst auszuschliessen. Im Vordergrund stehen Vorschläge zur Internationalisierung des Brennstoffkreislaufs. Ebenso wichtig wird es sein, Iran durch Verhandlungen von seinem auf eine Atomwaffenoption zulaufenden Kurs abzubringen. Daneben wären auch verbesserte Sicherheitsstandards bei den Kernenergiebetreibern, intensivere IAEA-Überwachungsmöglichkeiten sowie die Einführung neuer Reaktortypen bedeutsam.

Internationalisierung des Brennstoffkreislaufs: Bei der Debatte über eine mögliche Internationalisierung des Brennstoffkreislaufs geht es darum, den unkontrollierten nationalen Aufbau von kritischen Infrastrukturen wie Anreicherungs- und Wiederaufbereitungsanlagen und den damit verbundenen Erwerb des entsprechenden nuklearen Know-hows zu verhindern. So soll die Proliferationsgefahr minimiert werden. Gleichzeitig soll jedoch der in Art. IV des NVV garantierte Zugang zu nuklearem Brennstoff für zivile Zwecke sichergestellt werden. Derzeit werden etwa ein Dutzend Vorschläge diskutiert, welche das Ziel verfolgen, die erwähnten kritischen Technologien zu internationalisieren.

Was die Gewährleistung des Zugangs zu nuklearem Brennstoff betrifft, sind Pläne für die Errichtung einer IAEA-Brennstoffbank am aussichtsreichsten. Diese Option favorisieren sowohl US-Präsident Barack Obama als auch IAEA-Generaldirektor El Baradei. Die IAEA hat bereits von verschiedenen Regierungen und nichtstaatlichen Organisationen Zusagen über die Summe von 150 Millionen US-Dollar für ein solches Projekt erhalten. Doch auch diese Überlegungen stossen vielfach auf Skepsis. In Ländern, die schwach angereichertes Uran für industrielle Zwecke herstellen, wird der Verlust von Kunden befürchtet. Die Empfängerländer sind misstrauisch, da sie Einschränkungen ihrer Rechte gemäss Art. IV des NVV befürchten. In der Tat ist ungeklärt, welche Bedingungen ein Land vor allem im Hinblick auf Verifikationsauflagen erfüllen müsste, um sich das Recht auf gesicherten Zugang zu Brennstoff zu erwerben. Im Erfolgsfall wäre der Aufbau einer

Brennstoffbank jedoch ein Riesenschritt auf dem Weg zu einer Welt, in der sich Staaten für die Kernenergie entschliessen könnten, ohne dass die jeweiligen Nachbarn eine daraus resultierende militärische Bedrohung befürchten müssten.

Iran: Sollte es nicht gelingen, Iran zu einem zweifelsfreien Verzicht auf eine Atombombenoption zu bewegen, steigt das Risiko einer nuklearen Rüstungsdynamik im Nahen und Mittleren Osten. Zivile Kernenergieprojekte könnten von Ländern wie Ägypten, Saudi-Arabien oder auch der Türkei genutzt werden, um sich eigene militärische Möglichkeiten zu eröffnen. Derzeit werden grosse Hoffnungen in den neuen Verhandlungsansatz der Obama-Administration gesetzt. Es bleibt jedoch abzuwarten, ob Iran in Lösungsvorschläge einwilligt, die Teheran die zivile Kernenergie belassen, eine militärische Nutzung jedoch ausschliessen. Sollte Iran ein nationales Urananreicherungsprogramm zugestanden werden, dürfte es schwierig werden, andere Länder der Region langfristig von einem entsprechenden Verzicht zugunsten einer Beteiligung an internationalen Vorhaben zu überzeugen.

Die Kernenergie in der Schweiz

- / In der Schweiz werden 5 Kernkraftwerke betrieben (Beznau I und II, Gösgen, Leibstadt, Mühleberg). Ihr Anteil an der Energieproduktion beträgt 39% (Stand 2008).
- / Zurzeit sind drei Gesuche für einen Neubau oder den Ersatz von Kernkraftwerken hängig.
- / Die Schweiz ist seit 1977 Mitglied des NVV.
- / Die Schweiz hat das Zusatzprotokoll zu den IAEA-Sicherungsabkommen 2005 in Kraft gesetzt. Sie unterstützt eine möglichst breite internationale Implementierung des Zusatzprotokolls, betrachtet dieses jedoch nicht als integralen Bestandteil des NVV.
- / Gegenüber den Plänen zum Aufbau einer internationalen Brennstoffbank durch die IAEA zeigt sich die Schweiz bisher eher zurückhaltend.

Verifikation: Mit dem Zusatzprotokoll zu den IAEA-Sicherungsabkommen hat die Wiener Behörde erhebliche Fortschritte bei der nuklearen Verifikation gemacht. Bei einer Ratifikation dieses Protokolls unterliegen Staaten einer umfangreicheren Meldepflicht als zuvor. So müssen alle Elemente eines Kernenergieprogramms einschliesslich Forschungs- und Entwicklungsprojekten deklariert werden. Dazu kommt, dass gemäss dem Zusatzprotokoll auch die Verifikation der Absenz nicht deklarerer nuklearer Materialien und Aktivitäten zu den Aufgaben der IAEA gehört. Die Zugangsmöglichkeiten

für die Inspektoren werden dahingehend erweitert, dass Anlagen mit kurzer Vorlaufzeit inspiziert und an jedem Ort Umweltproben entnommen werden können.

Derzeit ist das Zusatzprotokoll in 91 Staaten in Kraft. Die IAEA wie auch die USA, Russland, die Europäische Union, China, Japan sowie weitere Länder unterstützen die Forderung, die Inkraftsetzung des Zusatzprotokolls zum Standard der Vertragserfüllung gemäss Art. III des NVV zu machen. Von einigen Staaten wie Brasilien, Argentinien oder Ägypten wird dies jedoch mit Verweis auf die bislang mangelhafte nukleare Abrüstung abgelehnt.

Sicherheitsstandards: In Ländern, die neu in die zivile Nutzung der Kernenergie einsteigen wollen, muss unter der Ägide der IAEA eine adäquate Sicherheitsinfrastruktur aufgebaut werden. Dazu gehört etwa der sachgemässe Umgang mit nuklearen Materialien, um einen terroristischen Zugriff auszuschliessen. Derzeit variieren die nuklearen Sicherheitsstandards gemäss den Angaben der IAEA je nach Land erheblich. Auch die erforderliche politische Stabilität ist bei einigen gegenwärtigen Anwärtern auf die friedliche Nutzung der Kernenergie nicht immer gegeben.

Proliferationsresistente Reaktoren: Derzeit wird intensiv über proliferationsresistente Reaktoren geforscht. In den USA wird erwo-gen, Kunden einen Atomreaktor zu liefern, der 15 bis 20 Jahre Strom produziert und anschliessend wieder entfernt wird. In Russland wird die Idee der zeitlich begrenzten Vermietung von schwimmenden Reaktoren diskutiert. Beide Vorschläge zielen darauf ab, dass die Empfänger möglichst wenig eigenes nukleares Know-how aufbauen. Fraglich ist jedoch, ob solche Projekte mit dem Geist von Art. IV des Atomwaffensperrvertrages vereinbar sind, der jedem Vertragsstaat den uneingeschränkten Zugriff auf die friedliche Nutzung der Kernenergie garantiert, solange diese nicht zu militärischen Zwecken missbraucht wird. Es ist daher schwer vorstellbar, dass nukleare Schwellen- und Entwicklungsländer solchen Vorhaben zustimmen, zumal mit Atomreaktoren immer Risiken verbunden sind, die es nicht geraten erscheinen lassen, sich auf Gedeih und Verderb auf einen kompletten Fremdbetrieb einzulassen.

- / Verantwortlicher Editor: Daniel Trachsler analysen@sipo.gess.ethz.ch
- / Bezug und kostenloses Abonnement: www.ssn.ethz.ch