

# Was geschieht zur Verhinderung der Verbreitung von Atomwaffen ? (Proliferation)

von Joachim Grawe und Günter Keßler

e-mail [Joachim.Grawe@energie-fakten.de](mailto:Joachim.Grawe@energie-fakten.de) und [Guenther.Kessler@energie-fakten.de](mailto:Guenther.Kessler@energie-fakten.de)

## Hier die Fakten - vereinfachte Kurzfassung

Wie viele Techniken kann die Kernspaltung von Uran und Plutonium auch militärisch genutzt oder missbraucht werden. Sie wurde sogar erstmals für Atombomben am Ende des 2. Weltkrieges eingesetzt und geriet dadurch in Misskredit. Erst einige Jahre später erkannte man ihren Wert als kostengünstige und umweltverträgliche Energie mit großem Potential und hoher Versorgungssicherheit.

Uranbomben erfordern hoch (von natürlicherweise 0,7 % auf 93 % des spaltbaren Isotops  $U_{235}$ ) angereichertes Uran. Bomben-Plutonium muss mindestens 94 % des spaltbaren Isotops  $Pu_{239}$  enthalten – im Unterschied zu Reaktor-Plutonium, das aus einem anders zusammengesetzten Isotopen-Gemisch besteht. Zur Gewinnung des nuklearen Sprengstoffs sind in beiden Fällen aufwändige und teure Verfahren notwendig. Zwar ließen sich nukleare Sprengkörper geringer Effizienz und dürftiger Zuverlässigkeit von Staaten mit sehr hoch entwickelter Militär-Technologie auch durch Ver-

wendung von Reaktor-Plutonium herstellen. Der dazu notwendige Aufwand würde sich aber nicht lohnen. Terroristische Gruppen haben inzwischen in den biologischen und chemischen Waffen ohnehin leichter zu beschaffende Alternativen.

Neben den USA und Russland (ehemalige UdSSR) besitzen heute 6 weitere Staaten Nuklearwaffen. Keiner von ihnen ist bei seiner Entwicklung den Weg über zivile Leistungsreaktoren (Kernkraftwerke) gegangen.

Die Staatengemeinschaft verfolgt das Ziel, die Verbreitung von Massenvernichtungswaffen, vor allem auch von nuklearen Sprengköpern („Atombomben“) zu verhindern. Zu diesem Zweck wurde schon 1957 die Internationale Atomenergie-Agentur (IAEA) geschaffen. 1968 wurde der Nichtverbreitungsvertrag (NPT) geschlossen. Ihm gehören bisher 189 Staaten an. Die Mitgliedstaaten dürfen Kernwaffen weder produzieren noch erwerben. Soweit sie Atommächte sind, müssen sie ihr nukleares Arsenal abrüsten.

Nicht verbreitet werden sollen – ausser (waffentauglichem) Spaltmaterial – insbesondere sog. sensible Techniken und Anlagen. Das sind solche zur Isotopen-Anreicherung und zur Trennung von Uran und Plutonium in Wiederaufarbeitungsanlagen. Die IAEA ist zu wirksamen Kontrollen ermächtigt und schaltet bei Verstößen den Weltsicherheitsrat ein.

In Deutschland wird die sog. Safeguards-Überwachung von der EURATOM im Auftrag der IAEA seit Jahrzehnten wirksam ausgeübt. Soweit Verstöße vorkamen, hingen sie nicht mit dem Betrieb der Kernkraftwerke zusammen.

Gegenwärtig wird international verhandelt über eine Verlängerung und Überarbeitung des NPT. Besonderes Augenmerk richtet sich auf Iran und Nordkorea, die verdächtigt werden, die militärische Nutzung der Kernspaltung anzustreben.

# Was geschieht zur Verhinderung der Verbreitung von Atomwaffen ? (Proliferation)

von Joachim Grawe und Günter Keßler

e-mail [Joachim.Grawe@energie-fakten](mailto:Joachim.Grawe@energie-fakten) und [Guenter.Kessler@energie-fakten.de](mailto:Guenter.Kessler@energie-fakten.de)

## Hier die Fakten - Langfassung

Kernenergie ist eine wichtige Energiequelle für die Menschheit. Ihr Potential ist groß. Durch Spaltung der Atomkerne von Uran, Plutonium und Thorium kann zu niedrigen Kosten und bei verhältnismäßig geringen Umwelteffekten Strom (und künftig womöglich verstärkt auch Prozess- und Heizwärme) erzeugt werden.

### Militärische Nutzung der Kernspaltung durch Nuklearwaffen

Wie viele Techniken kann aber auch die Kernspaltung militärisch angewendet und missbraucht werden. Sie kann also, je nachdem, zum Segen oder Fluch reichen. Bekanntlich wurde die Kernspaltung sogar zuerst gegen Ende des 2. Weltkrieges für die beiden auf die japanischen Großstädte Hiroshima (Uranbombe) und Nagasaki (Plutoniumbombe) aus Flugzeugen abgeworfenen nuklearen Sprengkörper eingesetzt. Durch den Druck und die Hitze der Explosionen sowie die hohe Anfangs-Strahlung wurden

Hunderttausende getötet oder verletzt. (Zu den Langzeitwirkungen ionisierender Strahlung in beiden Städten siehe „[Biologische Wirkungen ionisierender Strahlung und die Befunde von Hiroshima und Nagasaki](#)“).

Uranbomben erfordern hoch angereichertes Uran, d. h. Uran, bei dem der natürliche Gehalt an dem spaltbaren Uran-Isotop  $U_{235}$  von 0,7 % in einem aufwändigen Prozess auf 93 % erhöht worden ist. Bomben-Plutonium muss einen Anteil von mindestens 94 % des spaltbaren Isotops  $Pu_{239}$  enthalten.

### Uran und Plutonium in Kernkraftwerken

Bei jeder Kernspaltung entsteht Plutonium durch das Einfangen frei werdender Neutronen in dem Uran-Isotop  $U_{238}$ , das 99,3 % des Natururans ausmacht. Das in Kernkraftwerken (der Stromerzeugung dienenden Reaktoren) entstandene Plutonium setzt sich aus einem Gemisch verschiedener spaltbarer und nicht spaltbarer Isotope zusammen, nachdem die

Spaltungsprozesse eine Zeitlang stattgefunden haben (genau: nach einem sog. Abbrand der Brennelemente mit den Uran-Tabletten von 50 Gigawatt-Tagen je Tonne – GWd/t), und zwar typischerweise aus 2,8 %  $Pu_{238}$ , 55,2 %  $Pu_{239}$ , 23,3 %  $Pu_{240}$ , 9,7 %  $Pu_{241}$  und 7,6 %  $Pu_{242}$ . Derartiges („verschmutztes“) Plutonium eignet sich nicht für eine effiziente Nuklearwaffe. Allerdings könnten Bomben dürftiger Zuverlässigkeit und relativ geringer Effizienz hergestellt werden, wenn modernste Sprengtechnik mit extrem hohen Implosions-Geschwindigkeiten eingesetzt werden kann. Soweit militärtechnisch hoch entwickelte Staaten darüber verfügen, ist jedoch nicht erkennbar, warum sie sich dann mit einer Waffe derart bescheidener Effizienz zufrieden geben sollten. Terroristische Gruppen sind nicht imstande, solche Nuklearwaffen zu bauen, weil ihnen sowohl die aufwändige Technologie zur Höchstanreicherung und die chemischen Trenntechniken (samt den dazu

## LANGFASSUNG

jeweils erforderlichen großen Anlagen) als auch die hoch entwickelte Sprengtechnik fehlen.

### Internationale Vereinbarungen und Kontrollen

1955 verständigten sich die USA, die Sowjetunion und Großbritannien als die damaligen Nuklearstaaten in der Genfer Atomkonferenz auf die Freigabe des Knowhow der Kernspaltung für friedliche Zwecke. Vorausgegangen war das Programm des amerikanischen Präsidenten Eisenhower „Atoms for Peace“.

Die Sorge um die Weiterverbreitung und Verwendung von Spaltmaterial für den Bau von Kernwaffen führte aber schon 1957 zur Gründung der Internationalen Atomenergie-Agentur (International Atomic Energy Agency - IAEA) und 1968 zum Nichtverbreitungsvertrag (Non Proliferation Treaty - NPT). Zu den drei ersten Kernwaffenstaaten USA (1945), Sowjetunion (1949) und Großbritannien (1952) traten im folgenden Jahrzehnt Frankreich (1960) und China (1964). Alle fünf Kernwaffenstaaten haben das Spaltmaterial nicht über Kernkraftwerke, sondern vor dem Beginn einer eigenen zivilen Kernenergienutzung über ein spezielles militärisches Programm gewonnen.

Indien (1974) und Pakistan (1998) sind inzwischen als Atomwaffenstaaten hinzugekommen. Sie sind ebenfalls den Weg über spezielle Plutonium-Erzeugungsreaktoren oder Anreicherungsanlagen gegangen, die nicht die Energieerzeugung zum Ziel hat-

ten. Auch hat verständlicherweise kein Nuklearwaffenstaat bisher Reaktor-Plutonium aus Kernkraftwerken in sein Waffen-Arsenal übernommen.

Israel gilt heute als Atomwaffenstaat. Nordkorea steht wie Iran unter dem Verdacht, Nuklearwaffen zu entwickeln. Anders als Iran sind weder Indien und Pakistan noch Israel und Nordkorea dem NPT beigetreten. Dagegen haben andere Staaten wie Brasilien und Südafrika ihre militärischen Programme in unterschiedlichen Entwicklungsstadien abgebrochen.

Inzwischen haben 189 Staaten den NPT unterzeichnet und teilweise ratifiziert. Deutschland war dem NPT von Anfang an (1970) beigetreten.

Nach dem NPT dürfen die Unterzeichnerstaaten, die nicht Atommächte sind, wie z. B. Deutschland, Kernwaffen weder produzieren noch erwerben. Darüber hinaus müssen sie der IAEA den für die Kontrolle des spaltbaren Materials erforderlichen Zugang zu allen nuklearen Anlagen gewähren. Dagegen verpflichten sich die Atomwaffenstaaten, ihre nuklearen Arsenale abzurüsten. Die USA und Russland haben damit 1992 begonnen.

Aufgabe der IAEA ist es, durch Messung und eine Reihe anderer Maßnahmen eine eventuelle Abzweigung von „signifikanten“ Mengen an spaltbarem Material festzustellen und der internationalen Staatengemeinschaft (konkret: dem Weltsicherheitsrat) für eventuelle Gegenaktionen oder

Sanktionen zu melden. Als „signifikant“ für den Bau einer Atombombe und damit die Abzweigung gelten 8 kg Plutonium mit einem Gehalt an  $\text{Pu}_{239}$ : von 94 % oder 8 kg Uran $_{233}$  oder 25 kg angereichertes Uran (Gehalt an  $\text{U}_{235}$  von 20 % oder mehr). In kritischen Fällen kann die IAEA auch vor Ort kerntechnische Anlagen durch Inspektoren überwachen lassen.

### Kontrollen in Deutschland

Die Mitgliedstaaten der EU, darunter Deutschland, unterliegen dem supranationalen Safeguards-System der (der EU angegliederten) Europäischen Atomenergie-Agentur (EUR-ATOM). Die IAEA verifiziert (überprüft) deren Maßnahmen. Das Meß- und Bilanzierungssystem (die sog. Spaltstoffflusskontrolle) beruht auf kernphysikalischen Messverfahren, wie z. B. der Gamma- und Neutronenstrahlung der Spaltmaterialien. Hinzu kommen „Containment- und Surveillance“ Maßnahmen des Einschlusses und der Überwachung.

Deutschland hat ausserdem - wie die anderen Nicht-Atomwaffenstaaten - ein nationales Meß- und Bilanzierungssystem zu unterhalten, das von der IAEA kontrolliert wird.

Die Überwachung durch EUR-ATOM und IAEA wird in Deutschland seit Jahrzehnten erfolgreich praktiziert. Sie umfaßt im Prinzip den gesamten nuklearen Brennstoffkreislauf. Die Safeguards-Maßnahmen für Leistungsreaktoren, für den Transport von Brennelementen und für deren

## LANGFASSUNG

Zwischenlagerung können im Prinzip mit relativ einfachen Methoden gewährleistet werden.

Zwar hat es in Deutschland vereinzelt Fälle der Weitergabe oder versuchten Weitergabe von Knowhow und Geräten sowie geringer Mengen an Spaltmaterial gegeben, das u. U. zum Bau von Atombomben hätte verwandt werden können. Sie hatten aber keinen erkennbaren Zusammenhang mit der zivilen Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung.

### Sog. Sensitive Anlagen und Techniken

Bei zwei Gruppen von Anlagen bzw. Techniken besteht die Gefahr, dass waffentaugliches Uran oder Plutonium im obigen Sinne hergestellt oder abgezweigt wird. Das sind einerseits Anreicherungsanlagen und Anreicherungsverfahren (Gasdiffusion, Ultrazentrifuge, Laserverfahren) für die Herstellung von höchstangereichertem Uran ( $93\% \text{ U}_{235}$ ) und andererseits die Technik zur Abtrennung von Plutonium oder  $\text{Uran}_{233}$  aus abgebrannten Uran- oder Thorium-Brennelementen, wie sie in Wiederaufarbeitungsanlagen verwandt wird.

Die USA haben 1978 unter Präsident Carter einseitig die zivile Wiederaufarbeitung ausgedienter Brennelemente (die der

Ressourcenschonung durch Teil-Recycling dient) verboten. Dieser Politik sind andere Staaten nicht gefolgt. In Europa haben Frankreich und Großbritannien zivile Wiederaufarbeitungsanlagen (in La Hague und Sellafield) gebaut, die in der Lage sind, alle abgebrannten Brennelemente aus europäischen Reaktoren unter wirksamer Kontrolle der IAEA aufzuarbeiten. Japan hat 2005 eine eigene Wiederaufarbeitungsanlage in Rokasho-mura in Betrieb genommen.

Die Themen „Wiederaufarbeitung“ und „Plutonium“ sind aber seit dieser Zeit negativ besetzt. Dieses „Stigma“ ist eines der psychologischen Probleme, mit denen die friedliche Nutzung der Kernenergie in Deutschland zu kämpfen hat.

### Mischoxid-Brennelemente (MOX)

Die Wiederaufarbeitung und die Herstellung von Brennelementen aus Mischoxid (MOX), d. h. aus Uran und Plutonium, wird für die deutschen Kernkraftwerke in Frankreich (La Hague) und Großbritannien (Sellafield) vorgenommen. Die Bundesregierung und die Kraftwerksbetreiber haben jedoch vereinbart, ab Mitte 2005 keine ausgedienten Brennelemente mehr in Frankreich oder England aufarbeiten zu lassen.

Verantwortlich für die in diesem Teil des Brennstoffkreislaufs erforderlichen Kontrollmaßnahmen sind EURATOM sowie Frankreich und England.

### Künftige Entwicklung

Gegenwärtig wird über eine Verlängerung und Überarbeitung des NPT international verhandelt. Probleme bereiten der internationalen Staatengemeinschaft vor allem zwei Staaten. Der Iran als NPT-Mitglied strebt offenbar an, alle für den Brennstoffkreislauf notwendigen Anlagen im eigenen Land zu bauen. Er besteht darauf, die Kernenergie nur zu friedlichen Zwecken nutzen zu wollen. Insbesondere die USA misstrauen diesen Versicherungen. Nordkorea droht offen damit, Nuklearwaffen herzustellen.

Die atomare Bedrohung besteht weiter, auch wenn inzwischen chemische und biologische Kampfstoffe als leichter zu beschaffende gefährliche Waffen an die Seite der Atombomben getreten sind. Die Staatengemeinschaft hat jedoch ein hohes Interesse, die Proliferation zu verhindern, wie die bisherig erfolgreiche Praxis des NPT gezeigt hat. ■