

Mycle Schneider Consulting
Independent Analysis on Energy and Nuclear Policy

45, allée des deux cèdres
91210 Draveil (Paris)
France

Tel: +33-1 69 83 23 79
Fax: +33-1 69 40 98 75
e-mail: mycle@wanadoo.fr

Ohne Plutonium kein MOX

Die Hanauer Siemens-Fabrik und nukleare Infrastrukturen in China

Mycle Schneider

Paris/Berlin 28. Januar 04

„Bei all diesen Leistungen ist unser zentrales Anliegen, der freien Wahl der chinesischen Behörden zu dienen. Nehmen Sie das Beispiel Atom. Unsere Arbeit bestand darin, unseren Partnern darin zu helfen, die bestehenden Kraftwerke unter chinesisches Management zu bringen, und wir regen sie dazu an, ihre eigenen Reaktortypen zu entwickeln, indem sie die bestehenden Techniken an ihre eigenen Bedürfnisse und ihrer eigene Sichtweise anpassen.“

François Roussey
Präsident der Electricité de France¹

Einleitung

Das Siemens-Exportprojekt der Hanauer MOX-Brennelementefabrik nach China wirft eine Reihe grundsätzlicher Fragen auf, von technischer, industriepolitischer, strategischer und rechtlicher Natur. Die folgenden kurzen Ausführungen befassen sich vor allem mit der Frage nach der Machbarkeit einer auslegungsgetreuen Nutzung der MOX-Anlage in China.

Die Datenlage zur chinesischen Atominfrastruktur ist unbefriedigend. Viele öffentlich zugänglichen Informationen, auch aus ansonsten zuverlässigen Quellen, erweisen sich als widersprüchlich und oft veraltet. Die Abschätzung von Mengen und Zeiträumen ist deshalb konservativ durchgeführt worden und sollte dennoch erlauben, die Größenordnungen zu etablieren.

Die Siemens-MOX-Fabrik wurde in den 80er Jahren konzipiert und bezüglich Design und Technologie bis in die frühen 90er Jahre aktualisiert. Es versteht sich von selbst, dass dieser Prozess seit der definitiven Aufgabe des Projektes nicht weitergeführt worden ist. Es stellt sich also die Frage, welcher Verwendungszweck für diese Technologie kurzfristig zu identifizieren ist, da in 20 Jahren die dann 30 bis 40 Jahre alte Anlage nicht mehr auf den Stand der Technik zu bringen sein wird. Die folgenden Ausführungen werden diese Frage nicht abschließend beantworten können. Sie sollten jedoch dazu beitragen, die potentielle Rolle der Siemensanlage in China besser einschätzen zu können.

¹ 29. November 2003

Welcher Standort?

An welchen Standort soll die Siemens-MOX-Fabrik geliefert werden? Auf diese Frage antwortet ein Siemens-Sprecher: „Das weiß ich nicht. Da müssen Sie mal die Chinesen fragen.“² Auch die Frage nach dem chinesischen Verhandlungspartner wird mit „weiß nicht“ beantwortet. Gerade diese Fragen sind aber für die Beurteilung des Exportprojektes von großer Bedeutung.

1. Hypothese : Die Anlage soll an einem noch unbekanntem Standort in China komplett wieder aufgebaut werden und als MOX-Brennelementfabrik in Betrieb genommen werden.

Mögliche Standorte in China

Bei der Standortwahl gilt es vor allem, unnötige Transporte von unbestrahltem Plutonium beziehungsweise frischen MOX-Brennelementen zu vermeiden. Damit werden die Standorte von Plutoniumlagern bzw. Wiederaufarbeitungsanlagen und die Nähe von potentiell mit MOX zu ladenden Reaktoren besonders relevant.

Nach der Schließung des Atomkomplexes **Jiuquan** in der Provinz Gansu 1984 hatte China, soweit bekannt,³ nur noch den Standort **Guangyuan** in der Provinz Sichuan, an dem Plutoniumaktivitäten ausgeführt wurden.⁴ Doch auch diese militärischen Anlagen (Plutoniumproduktionsreaktor und Wiederaufarbeitungsanlage) produzieren seit Ende der 80er Jahre nicht mehr und sollen zurückgebaut werden. Es ist aber möglich, dass China hier nach wie vor seine militärischen Plutoniumvorräte lagert, die auf „wahrscheinlich 4 t oder weniger, und möglicherweise viel weniger“, geschätzt werden.⁵

Im Atomkomplex von **Lansu** in der Provinz Gansu ist eine Pilotwiederaufarbeitungsanlage im Bau. Angaben über die Durchsatzkapazität schwanken zwischen etwa 20 und 100 t LWR (Leichtwasserreaktor)-Brennstoff pro Jahr (oder zwischen 100 und 400 kg Uran pro Tag). Die Anlage sollte ursprünglich bereits im Jahre 2000 in Betrieb genommen sein. Es wurde aber berichtet, der Bau habe sich wegen technischer und finanzieller Schwierigkeiten erheblich verzögert.⁶ Ein Eingangsnasslager für abgebrannten Brennstoff mit einer Kapazität von 550 t soll bereits fertiggestellt sein. Für die Planung einer kommerziellen Wiederaufarbeitungsanlage (400-800 t/a) gibt es vorerst nur vage Hinweise. Im September 2001 sagte der Vize-Präsident der CNNC (China National Nuclear Corporation): „Heute kann die Vorarbeit beginnen, ein Projekt für eine große kommerzielle Wiederaufarbeitungsanlage in einen genehmigten Plan zu bekommen. Es wird geschätzt, dass der Bau um 2010 beginnen und der Betrieb 2020 aufgenommen werden kann.“⁷

² Telephonat des Autors mit Herrn Andreas Fischer, Siemens, München, 11.12.03

³ Angesichts der Tatsache, dass nur wenige internationale Experten je Zugang zu Atomanlagen in China hatten, sind alle Angaben, die den chinesischen Atomkomplex betreffen, mit dem Hinweis „soweit bekannt“ zu verstehen.

⁴ Es gibt widersprüchliche Angaben zu etwaigen Plutoniumaktivitäten in Yibin. Die Federation of American Scientists schreibt: „The Nuclear Fuel Component Plant (Plant 812) is focused on Plutonium fuel rod fabrication, and plutonium production and processing for nuclear weapons.“
(<http://www.fas.org/nuke/guide/china/facility/yibin.htm>)

⁵ David Wright and Lisbeth Gronlund, „Estimating China’s Production of Plutonium for Weapons“, Union of Concerned Scientists / Security Studies Program at MIT, 16. Januar 2003

⁶ Nuclear Fuel, 3.4.00

⁷ LI, Zhongliang, „Radioactive Waste and Spent Fuel Management in China“, CNNC, presented at Global 2001; 10-13.9.01

Lansu scheint der logischste potentielle Standort für eine MOX-Fabrik, da hier die erste zivile Wiederaufarbeitungsanlage im Bau ist und auch abgebrannter Brennstoff bereits gelagert wird. Aufwendige Transporte von abgetrenntem Plutonium würden wegfallen. Allerdings müssten abgebrannter Brennstoff zur Wiederaufarbeitungsanlage und die frischen MOX-Brennelemente über bis zu über 3.000 km zu Reaktoren an der Küste transportiert werden.

Theoretisch kann die Hanauer MOX-Anlage auch für die Herstellung von Brennstoff für Schnelle Brüter genutzt werden. Ein 20 MWe Versuchsbrutreaktor, der **China Experimental Fast Reactor (CEFR)**, ist im Bau im Bezirk **Fangshan** bei Peking. Er soll mit hochangereichertem Uran gestartet und in der Folge etwa 120 kg Plutonium im Kern haben. Der Erstkern wird von Rußland hergestellt und sollte 2003 geliefert werden. Der Reaktor soll 2005 in Betrieb gehen.⁸

Infrastrukturen in China und der Bedarf der Siemens-MOX-Anlage

Die Hanauer Siemens-Anlage ist auf eine Jahresproduktion von 120 t (Mischoxid) ausgelegt. Sie würde deshalb bei Normalbetrieb und einem Plutoniumgehalt von 5 bis 8% im MOX-Brennstoff etwa 6 bis 10 Tonnen Plutonium pro Jahr durchsetzen.

Waffenplutonium

Gegenwärtig gibt es keine Hinweise darauf, dass die chinesische Regierung beabsichtige, einen Teil ihres Waffenplutoniums in ein ziviles **LWR-MOX**-Programm zu überführen. Eine Wiederaufnahme der Produktion von Waffenplutonium zum Zwecke des MOX-Einsatzes ist aus vielen Gründen⁹ auszuschließen. Falls die chinesische Regierung ihr gegenwärtiges Waffenplutonium tatsächlich zu MOX verarbeiten wollte, wäre die geschätzte Gesamtmenge (etwa 4 t) in weniger als einem Jahr durchgesetzt. Dies würde zu etwa 80 t MOX führen.¹⁰

Bei einer durchschnittlichen jährlichen Nachlademenge von 8 t bei 24 t MOX pro PWR-Kern¹¹ wären damit 10 Nachladungen möglich. Die vier französischen Reaktoren in China (Daya Bay, Lingao) könnten damit Nachladungen für zweieinhalb Jahre erhalten. Keiner dieser Reaktoren ist gegenwärtig spezifisch für MOX-Nutzung ausgelegt und sie müssten entsprechend teuer umgerüstet werden (vor allem mit zusätzlichen Steuerstäben, was wahrscheinlich den Ersatz der Reaktortankdeckel erfordern würde).

Der im Bau befindliche **Versuchsbrüter** könnte bei voller Leistung etwa 30 kg Plutonium pro Jahr¹² absorbieren. Die Siemens-MOX-Anlage könnte zweifellos für die Herstellung dieses Brennstoffs umgerüstet werden. Diese Menge Brüterbrennstoff könnte wahrscheinlich in jeweils einer Woche pro Jahr hergestellt werden. Bei einer **Auslastung der MOX-Anlage von höchstens 0,5%** wäre dies allerdings wirtschaftlich ein außerordentlich teures Unternehmen, falls die Anlage nicht parallel anders beschäftigt werden könnte.

⁸ Interfax, 5.6.03

⁹ Der Betrieb von Reaktoren mit dem Ziel, Brennstoff mit niedrigem Abbrand (und deshalb „gutem“ Waffenplutonium) zu erzeugen, ist erheblich teurer als der zur Stromerzeugung optimierte Betrieb mit hohen Abbränden.

¹⁰ Bei einer Untergrenze von 2 t Plutonium auf Halde und 8% Plutonium im MOX wären es 25 t. Bei einer Obergrenze von 6 t Plutonium auf Halde und 5% Plutonium im MOX wären es 120 t.

¹¹ Ein Drittel MOX-Kern, nach Beispiel eines typischen französischen 900 MW Reaktors.

¹² Der Zweitkern soll 121,6 kg Gesamtplutonium oder 93,3 kg Pu-239 enthalten (<http://www.nti.org/db/china/fbrprog.htm>)

Ziviles Plutonium

China hat gegenwärtig kein abgetrenntes ziviles Plutonium auf Lager, das für ein MOX-Programm zur Verfügung stünde. Die kumulierte Menge an zivilem Brennstoff, der theoretisch aufgearbeitet werden könnte, wird auf weniger als 1.000 t geschätzt. Die jährliche Entlademenge nach der geplanten Inbetriebnahme von drei noch in Bau befindlichen Reaktoren¹³ wird auf 168 t beziffert.

Weitere Projektionen für den Ausbau der chinesischen Atomkraftwerkskapazitäten sind spekulativ. Die US-Behörden schätzen¹⁴, dass bis 2010 knapp 10.000 MW installiert sein könnten, bis 2020 weniger als 17.000 MW.

Man kann schätzen, dass pro 1.000 installierte MW pro Jahr etwa 250 kg Plutonium im Brennstoff eines LWR produziert werden. Legt man die oben genannten Schätzungen zugrunde, dann könnten maximal etwa folgende Mengen Plutonium erzeugt werden:

Brennstoff auf Lager Ende 2002 ¹⁵ :	10 t Plutonium
Brennstoff entladen 2003-2010 ¹⁶ :	16 t Plutonium
Brennstoff entladen 2011-2020 ¹⁷ :	35 t Plutonium

Wiederaufarbeitungskapazität

Nehmen wir an, die in Bau befindliche Pilotanlage kann ab 2003 pro Jahr maximal 80 t Brennstoff aufarbeiten und etwa 1% Plutonium abtrennen. Dann könnten etwa 0,8 t Plutonium pro Jahr gewonnen werden. Dies würde unter idealisierten Bedingungen eine **Auslastung** der Hanauer MOX-Anlage ab etwa 2005 von **maximal 7,5%** ermöglichen. Eine realistischere Annahme (progressive Betriebsaufnahme, übliche Anfangsschwierigkeiten, etc.) würde den Durchsatz unter 2% der Kapazität drücken.

Eine kommerzielle Großanlage für die Wiederaufarbeitung in China ist bisher offensichtlich nicht einmal in der konkreten Planung. Die Erfahrungen Chinas im militärischen Bereich können keinesfalls als schlüssiger Hinweis für eine problemlose Planung, Bau und Betrieb einer Anlage für die kommerzielle Wiederaufarbeitung von Hochabbrand-LWR-Brennstoff gelten. Legt man die Erfahrungen Frankreichs, Englands und Russlands zugrunde, dann kann man davon ausgehen, dass mit einer Betriebsaufnahme in der Tat nicht vor 2020 und mit einer nominalen Auslastung einer Anlage von der Größenordnung der UP3 in La Hague oder der THORP in Sellafield kaum vor 2025 zu rechnen ist.

Da der massive Import von Plutonium nach China aus zahlreichen sicherheitspolitischen und wirtschaftlichen Gründen vorraussichtlich ausscheidet, würde sich die Plutoniumversorgung bis 2020 im Wesentlichen auf eine Pilotanlage stützen müssen, deren Durchsatz höchstens

¹³ Zwei dieser in Bau befindlichen Reaktoren sind russische VVER-1000, die Siemens-Steuer- und Kontrollsysteme beinhalten.

¹⁴ Projektionen der US Energy Information Administration:

« EIA projects that China's capacity will quadruple between 2000 and 2010 (reference case scenario). Forecasted net capacity in 2010 is 9,597 MW(e).

2015 : EIA projects (reference case scenario) that China's capacity will rise to 11,587 net MW(e).

2020 : EIA projects that by 2020, China's nuclear capacity (reference case scenario) will rise to 16,607 net MW(e). (http://www.eia.doe.gov/cneaf/nuclear/page/nuc_reactors/china/timeline.html)

¹⁵ 1.000 t Brennstoff, etwa 1% Plutonium

¹⁶ Hypothese: durchschnittlich 8.000 MW installiert (8 x 250 kg pro Jahr)

¹⁷ Hypothese: durchschnittlich 14.000 MW installiert (14 x 250 kg pro Jahr)

eine Auslastung von wenigen Prozent der Hanauer Siemens-MOX-Anlage sicherstellen könnte.

Dennoch könnte bereits die programmatische Ausrichtung der Atomenergie in China auf eine industrielle Plutoniumwirtschaft regional sicherheitspolitisch erhebliche Konsequenzen haben. Hui Zhang vom renommierten Belfer Center for Science and International Affairs an der Kennedy School of Government der Harvard Universität hat folgende Schlussfolgerung gezogen: „Abgesehen von ihren Auswirkungen in China könnte Chinas zivile Wiederaufarbeitungspolitik einen wichtigen Einfluss auf die internationale Gemeinschaft haben. Zum Beispiel kann die zivile Nutzung von Plutonium in einem Land als Anregung der Entschuldigung für seine Nutzung in anderen Ländern dienen, was nukleare Proliferation erhöhen wird. Umgekehrt, wenn China zivile Wiederaufarbeitung nicht entwickelt, könnte dies ein gutes Beispiel für andere Länder setzen, die mit dem Gedanken an Wiederaufarbeitung spielen.“¹⁸

2. Hypothese : Es gibt keinen Einzelstandort, da die Anlage nicht wieder zusammengebaut werden soll, sondern die einzelnen Module an verschiedene Standorte für verschiedene Zwecke geliefert werden sollen. Möglich ist auch die Lieferung an einen Einzelstandort ohne kompletten Zusammenbau bzw. ohne bestimmungsgemäße Nutzung. Die Anlage könnte auch auf diese Weise für verschiedene Zwecke benutzt werden.

Unter anderem spricht für diese Hypothese, dass Siemens bereits Teile der Anlage, z.B. Spezialpressen, an die japanische Firma Nuclear Fuel Industries (NFI) verkauft hat, die diese für Ausbildung und Training nutzen will.¹⁹

Besondere Probleme

- Bei Aufsplitterung der Anlage in Einzelmodule und deren Nutzung an verschiedenen Standorten sind selbst herkömmliche IAEO (Internationale Atomenergie-Organisation)-Safeguardskontrollen zur Garantie nicht-militärischer Nutzung nur unter erheblichem Kostenaufwand durchführbar.

Dies sagt noch nichts über das Effizienzniveau solcher Kontrollen aus. Sie schließen auch die Übertragung von Know-How- und Technologieerwerb vom zivilen in den militärischen Atomsektor nicht aus.

Prinzipiell ist die Anwendung von IAEO-Safeguards auf nach China exportierte Anlagen oder Anlagenteile kein Novum. So hat Japan z.B. auf von der IAEO garantierte ausschließlich zivile Nutzung von einem Reaktordruckbehälter und Teilen einer Anreicherungsanlage bestanden.

- Die Siemens-MOX-Fabrik ist eindeutig eine „dual use“-Anlage, die eine ganze Serie von Installationen beinhaltet, die auch auf der US-DOE „Sensitive Items List“ zu finden sind.²⁰ Es

¹⁸ Hui Zhang, „Economic Aspects of Civilian Reprocessing in China“, Belfer Center for Science and International Affairs, Kennedy School of Government, Harvard University, Cambridge, USA, in *Proceedings of the 42nd Annual Meeting of the Institute for Nuclear Materials Management* Indian Wells, California, July 15—19, 2001

¹⁹ Nuclear Fuel, 10.6.02

²⁰ siehe <http://www.llnl.gov/excon/subjects.html> Punkte 8.-10. der Liste:

« 8. Chemical conversion, handling, and storage of uranium, plutonium, other fissile and source materials, and associated compounds, for example:

- a. uranium oxide, tetrafluoride, hexafluoride, tetrachloride, or metal;
- b. plutonium oxide, tetrafluoride, hexafluoride, or metal;
- c. Mixed Oxide Fuel (MOX).

versteht sich von selbst, daß man z.B. in Heißen Zellen oder Handschuhkästen nicht nur zivile, sondern auch militärische Nuklearsubstanzen handhaben kann.

- Einzelmodule könnten auch im nicht-nuklearen Sektor eingesetzt werden. Die Anlage beinhaltet Vorrichtungen, die auch für viele andere Zwecke eingesetzt werden könnten. So sind z.B. die Steuer- und Kontrolltechnologie oder die Vakuumtechnik vielfach anwendbar. Mögliche Bereiche schließen die Manipulation gefährlicher biologischer oder chemischer Stoffe mit ein.
- Es ist ebenfalls möglich, dass China Teile der Anlage kopiert bzw. sich von der Siemens-Technologie „inspirieren“ lässt und sie abgewandelt im militärischen Bereich einsetzt. Die chinesischen Atomtechniker haben bereits im zivilen Bereich ihre hervorragende Qualifikation bewiesen, ausländische Technologie nicht nur zu kopieren, sondern auf chinesische Umstände anzupassen (siehe Roussely-Zitat auf S. 1). Wie Japan, könnte China auch Anlagenteile zur Ausbildung nutzen. Die so qualifizierten Techniker könnten auch im militärischen Bereich eingesetzt werden.

Schlussfolgerungen

Der kommerzielle, auslegungsgetreue Betrieb der Hanauer Siemens-MOX-Fabrik ist in China nicht vor etwa 2020 (frühestens) denkbar. Der entscheidende limitierende Faktor ist die mangelnde Kapazität zur Plutoniumabtrennung. Erst zu diesem Zeitpunkt wäre bei forciertem Ausbau der Wiederaufarbeitungskapazitäten ausreichend Plutonium vorhanden, um die MOX-Fabrik industriell zu betreiben. Die Tatsache, dass es sich zu diesem Zeitpunkt um über 30 Jahre alte, gänzlich überholte Technologie handelt, schließt diese Hypothese praktisch aus.

Der Aufbau einer kompletten kommerziellen Plutoniumwirtschaft in China, in welchem Zeitraum auch immer, hätte u.U., vor allem regional, weitreichende sicherheitspolitische Konsequenzen.

Bleibt die Frage, welches Interesse die chinesische Regierung an dieser Anlage haben kann. In Abwesenheit von Informationen des Herstellers und der chinesischen Seite sind Spekulationen alle Tore geöffnet. Die modulare Verwertung der Anlagenteile würde eine effiziente Kontrolle zweifellos erheblich erschweren, wenn nicht gar unmöglich machen.

Offene Fragenkomplexe

Es bleiben viele offene Fragen. Es seien hier nur einige genannt:

- Wie ist das Niveau der angedachten Exportkontrollen mit jenen anderer Fälle vergleichbar und was würden sie kosten ?

9. Metallurgy of fissile and source materials including but not limited to natural or depleted uranium, thorium, americium, ²³³U, ²³⁵U, ²³⁹Pu, or ²³⁷Np.

10. Fuel-element and target fabrication, for example:

- a. powder handling, including compaction and sintering techniques,
- b. ceramic or metal fabrication,
- c. fuel/target encapsulation »

- Stellt der Kooperationsvertrag zwischen Deutschland und China von 1984 eine ausreichende Basis für den Verkauf der Hanauer MOX-Fabrik dar?
- Welche Konsequenzen würden sich aus dem Transfersgeschäft ergeben für die laufenden Vorverhandlungen über ein Euratom-China-Abkommen, die seit fünf Jahren ergebnislos geblieben sind?
- Welche regionalen sicherheitspolitischen Implikationen würden sich aus der Entscheidung Chinas ergeben, eine kommerzielle Plutoniumwirtschaft aufzubauen?
- Der systematische Vergleich der historischen Erfahrung mit Plutoniumprogrammen in Frankreich, England, Russland, Japan und Deutschland wäre für eine präzisere Einschätzung der Situation in China äußerst hilfreich.